



Kemenag
Berdampak



FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN UIN SULTAN SYARIF KASIM RIAU

“Sinergi dan Inovasi Pertanian-Peternakan:
Pilar Utama Mendukung Ketahanan Pangan Nasional”



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INTEGRASI
PERTANIAN DAN PETERNAKAN

SERI 4

Vol. 4 No. 1 (2026)
ISSN 2987-2197



<https://semnasfpp.uin-suska.ac.id>

BUKU PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INTEGRASI PERTANIAN DAN PETERNAKAN (SNIPP) Seri 4

**“Sinergi dan Inovasi Pertanian-Peternakan:
Pilar Utama Mendukung Ketahanan Pangan Nasional”**

Pekanbaru, 29 November 2025

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillahirrabbi'l'amin, Puji syukur kepada Allah SWT. berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga Buku Prosiding Seminar Nasional Integrasi Pertanian dan Peternakan (SNIPP) seri 4 dapat diselesaikan. Seminar nasional dilaksanakan dengan tema "*Sinergi dan Inovasi Pertanian-Peternakan: Pilar Utama Mendukung Ketahanan Pangan Nasional*".

Pada seminar ini dipresentasikan hasil penelitian yang dilaksanakan oleh peneliti, dosen, dan mahasiswa yang berasal dari berbagai instansi di Indonesia. Makalah yang dipresentasikan dalam seminar ini, kemudian didokumentasikan dalam buku kumpulan abstrak dan selanjutnya diterbitkan dalam prosiding ber-ISSN.

Panitia mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah membantu terselenggaranya seminar ini. Kami sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam pelaksanaan seminar ini, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan. Semoga seminar ini bermanfaat dan berkontribusi dalam pengembangan sistem integrasi pertanian dan peternakan di Indonesia, serta bermanfaat bagi para pembaca dan pihak yang memerlukan

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Pekanbaru, Januari 2026

Panitia

SUSUNAN DEWAN REDAKSI
PROSIDING SEMINAR NASIONAL INTEGRASI PERTANIAN DAN PETERNAKAN
(SNIPP) SERI 4

Pengarah	: Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc (Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan)
Penanggung jawab	: Dr. Restu Misrianti, S.Pt., M.Si (Wakil Dekan 1) : Prof. Dr. Zulfahmi, S.Hut., M.Si (Wakil Dekan 2) : Dr. Deni Fitra, S.Pt., MP. (Wakil Dekan 3)
Ketua penyusun	: Dr.agr. Wieda Nurwidada Haritsah Zain, S.Pt., M.Si
Editor	: Tiara Septirosya, SP., M.Si : Idri Iqra Fikha, S.Gz., M.Gizi : Ulfi Rahma Yunita, S.Gz., M.Gizi : Jepri Juliantoni, S.Pt, MP. : Sigit Sepriadi, S.Pt., M.Pt : Riska Dian Oktari, SP., M.Sc : Zumarni, S.Pt., MP. : Devi Trisna Ramadhani, S.Gz., M.Gz : Fitri Harianti, S.Pt., M.Si : Dr. Anwar Efendi Harahap, S.Pt., M.Si

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
PENGARUH PENGGUNAAN PUPUK KASGOTCHAR TERHADAP PRODUKSI TIGA VARIETAS KEDELAI (<i>Glycine max</i> L Merrill).....	1
KAJIAN KANDUNGAN HARA MAKRO VERMIKOMPOS DARI CAMPURAN DAUN KELAPA SAWIT DAN KOTORAN KAMBING MENGGUNAKAN CACING TANAH <i>AFRICAN NIGHT CRAWLER</i>	6
EKSPLORASI PARASITOID HAMA PENGGEREK BATANG PADI (<i>SCIRPOPHAGA</i> SPP.) PADA PERTANAMAN PADI DI KECAMATAN KETAPING, KABUPATEN PADANG PARIAMAN.....	14
APLIKASI DOSIS PELET KOMPOS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL BAWANG MERAH (<i>Allium ascalonicum</i> L).....	18
HUBUNGAN BOBOT BADAN DAN VOLUME AMBING TERHADAP PRODUKSI SUSU PADA KAMBING PERAH SAANEN DI BALAI BESAR PELATIHAN PETERNAKAN BATU	29
TEKNIK BUDI DAYA PINANG DAN DINAMIKA INTERAKSI SOSIALKELOMPOK TANINYA DI KECAMATAN RANGSANG KABUPATEN KEPULAUAN MERANTI.....	35
KARAKTERISTIK BIOFISIK VERMIKOMPOS DARI CAMPURAN DAUN KELAPA SAWIT DAN KOTORAN KAMBING MENGGUNAKAN CACING TANAH <i>AFRICAN NIGHT CRAWLER</i>	43
MANAGEMENT SYSTEM OF BREEDING BULLS AT THE SINGOSARI NATIONAL ARTIFICIAL INSEMINATION CENTER (BBIB SINGOSARI), INDONESIA	52
AKTIVITAS ANTAGONIS ISOLAT BAKTERI DARI RIZOSFER JERUK SIAM (<i>CITRUS NOBILIS</i> LOUR.) TERHADAP FUSARIUM OXYSPORUM	55
STUDI KANDUNGAN OKSALAT BAYAM HIJAU (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) PADA SISTEM BUDIDAYA HIDROPONIK DAN NON-HIDROPONIK.....	61
PENGARUH JENIS MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KAILAN (<i>Brassica oleraceae</i> L.) DENGAN SISTEM HIDROPONIK NFT	71
KEANEKARAGAMAN DAN KARAKTERISASI FISILOGIS BAKTERI RIZOSFER TANAMAN NANAS (<i>Ananas comosus</i> L. Merr) DI DESA RIMBO PANJANG, KAMPAR, RIAU	78
ANALISIS PERBANDINGAN USAHA TANI KELAPA SAWIT DENGAN TEKNIK <i>LAND APPLICATION</i> DAN <i>NON LAND APPLICATION</i>	85
HUBUNGAN KARAKTERISTIK MAKROSKOPIS DAN MIKROSKOPIS SEMEN SAPI BALI.....	93
RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL BAWANG MERAH (<i>Allium ascalonicum</i> L.) TERHADAP PEMBERIAN POC CAMPURAN LIMBAH KULIT NANAS DAN CANGKANG TELUR	97
ANALISIS EFISIENSI USAHA TANI PADI BIOFORTIFIKASI (<i>Inpari Nutri Zinc</i>).....	104
KEANEKARAGAMAN LALAT BUAH (Diptera: tephritidae) PARASITOID DAN PREDATOR PADA PERTANAMAN JAMBU BIJI DI KOTA PEKANBARU	109
OPTIMALISASI PERAN MAGGOT DALAM PENINGKATAN KANDUNGAN UNSUR HARA MAKRO KOMPOS BERBASIS AMPAS TAHU DENGAN PENAMBAHAN KOTORAN AYAM	116
PENGARUH ZAT PENGATUR TUMBUH TERHADAP INDUKSI KALUS TANAMAN GAMBIR (<i>Uncaria gambir</i> ROXB.) ASAL PAKPAK BHARAT	124
GAMBARAN ERITROSIT, LEUKOSIT DAN HEMOGLOBIN AYAM KAMPUNG YANG DIPELIHARA DI DAERAH TROPIS : STUDI KASUS KECAMATAN BUNGA RAYA KABUPATEN SIAK PROVINSI RIAU	135
HUBUNGAN PENGETAHUAN DAN ASUPAN ENERGI DENGAN KURANG ENERGI KRONIS (KEK) PADA IBU HAMIL WILAYAH KERJA PUSKESMAS SEDINGINAN KABUPATEN ROKAN HILIR...	139
PENGARUH PEMBERIAN INFUSA BUNGA TELANG (<i>Clitoria ternatea</i> L.) DALAM AIR MINUM TERHADAP PERFORMA BURUNG PUYUH PERIODE PRA-PRODUKSI.....	148

KUALITAS FISIK, pH DAN NILAI FLEIGH SILASE TEBON JAGUNG DAN DAUN SINGKONG DENGAN KOMPOSISI YANG BERBEDA	152
RISK INDEX OF TOXOPLASMA GONDII CONTAMINATION IN MEAT SOLD TRADITIONALLY IN PEKANBARU CITY AND SURROUNDING AREAS	163
FENILALANIN DARI KEFIR SUSU KAMBING ETAWA SEBAGAI INHIBITOR JAK1/JAK2: POTENSI TERAPI INFLAMASI SISTEMIK DALAM ANALISIS <i>IN SILICO</i>	170
UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN MAHONI DAN DAUN KETAPANG TERHADAP MORTALITAS HAMA KUTU PUTIH (<i>Paracoccus marginatus</i>) SECARA <i>IN VITRO</i>	176
NILAI WSC, PRODUKSI NH ₃ DAN VFA WAFER RANSUM KOMPLIT BERBAHAN AMPAS SAGU DALAM RANSUM SECARA <i>IN VITRO</i>	185
EVALUASI EFEKTIVITAS BERBAGAI METODE SKARIFIKASI TERHADAP PEMATAHAN DORMANSI BENIH <i>Mucuna bracteata</i>	192
SIFAT FISIK DAN KARAKTERISTIK PUPUK KOMPOS KOMBINASI FESES KAMBING DAN RUSA SAMBAR DENGAN PENAMBAHAN <i>EFFECTIVE MICROORGANISMS</i>	200
KARAKTERISTIK FERMENTASI DAN MUTU SILASE CAMPURAN PELEPAH KELAPA SAWIT DAN <i>INDIGOFERA ZOLLINGERIANA</i> DENGAN PENAMBAHAN MOLASES	210
KUALITAS FISIK SILASE DAUN PELEPAH SAWIT SILASE YANG DISUBSTITUSI LAMTORO (<i>Leucaena leucochepala</i>) DENGAN LEVEL BERBEDA	216
PERBEDAAN TINGKAT LANTAI TERHADAP KONDISI MIKROKLIMAT DAN RESPON FISIOLOGIS AYAM PEDAGING PADA KANDANG TERBUKA	225
DINAMIKA PENYESUAIAN HARGA KOMODITAS PANGAN FLUKTUASI DI KOTA TASIKMALAYA	235
STRATEGI INTERVENSI MENINGKATKAN KETAHANAN TOMAT (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) TERHADAP FLUKTUASI SUHU BERDASARKAN RESPON FISILOGI DAN MOLEKULER	241
PERAN NAUNGAN PEPAYA (<i>Carica papaya</i> L.) DAN PISANG (<i>Musa paradisiaca</i> L.) DALAM MENINGKATKAN POPULASI SERANGGA MUSUH ALAMI, PREDATOR DAN PARASITOID PADA KAKAO (<i>Theobroma cacao</i> L.)	248
PENGARUH PENGGUNAAN CMS (CONDENSED MOLASSES SOLUBLES) DALAM PAKAN TERHADAP KANDUNGAN KOLESTEROL, PROTEIN, LEMAK DAN WARNA KUNING TELUR ITIK PETELUR MOJOSARI	259
ANALISIS EKONOMI USAHA TANI DAN PROSPEK PENGEMBANGAN KELAPA (<i>COCOS NUCIFERA</i> L.) DI KELURAHAN METRO, KECAMATAN RETEH, KABUPATEN INDRAGIRI HILIR.	266
HUBUNGAN KARAKTERISTIK IBU SERTA ASUPAN ENERGI DAN ZAT GIZI MAKRO TERHADAP STATUS GIZI BALITA DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS HARAPAN RAYA KOTA PEKANBARU	273
HUBUNGAN ASUPAN ZAT GIZI MAKRO DAN PENGETAHUAN GIZI TERHADAP KEKURANGAN ENERGI KRONIK (KEK) PADA IBU HAMIL DI KECAMATAN TAPUNG	281
STRATEGI IMPLEMENTASI KEBIJAKAN PERLINDUNGAN LAHAN PERTANIAN PANGAN BERKELANJUTAN	293
NILAI <i>TEMPERATURE HUMIDTY INDEX</i> TERHADAP RESPON FISIOLOGIS DAN AKTIVITAS BERBARING KAMBING <i>CROSS BOER</i> DI BALAI BESAR PELATIHAN PETERNAKAN (BBPP) KOTA BATU	301
PENGARUH SERBUK CANGKANG TELUR DAN PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI CABAI RAWIT YANG DITANAM DI TANAH SULFAT MASAM	314
HUBUNGAN PENGETAHUAN DAN ASUPAN NATRIUM TERHADAP KEJADIAN HIPERTENSI PADA PRALANSIA (<i>MIDDLE AGE</i>) DI KELURAHAN JAYA MUKTI KOTA DUMAI	324
HUBUNGAN PENGETAHUAN ANEMIA DAN DUKUNGAN TEMAN SEBAYA DENGAN KEPATUHAN	

KONSUMSI TABLET TAMBAH DARAH DI SMK NEGERI PERTANIAN TERPADU PROVINSI RIAU	332
SUPLEMENTASI CAMPURAN ASAM JAWA DAN KUNYIT-GINSENG DALAM PAKAN TERHADAP PERFORMA AYAM BROILER	342
STUDI PENGARUH <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i> TERHADAP PENINGKATAN ASAM HUMAT DAN PH PADA KOMPOS LIMBAH KERTAS	350
KEANEKARAGAMAN SERANGGA PADA TANAMAN AKASIA (<i>Acacia crassicaarpa</i>) DI PEMBIBITAN DAN AREA PRODUKSI HTI	357
PENGARUH PENGGUNAAN <i>CONDENSED MOLASSES SOLUBLES</i> (CMS) DALAM PAKAN TERHADAP KUALITAS INTERNAL TELUR ITIK PETELUR MOJOSARI	363
RESPON TANAMAN PAKCOY (<i>Brassica Rapa</i> L) DAN IKAN NILA (<i>Oreochromis Niloticus</i> L) DENGAN PEMBERIAN BEBERAPA KONSENTRASI AB MIX PADA AKUAPONIK	371
HUBUNGAN LEVEL PROTEIN DENGAN PEMBERIAN CMS (CONDENSED MOLASSES SOLUBLES) DALAM PAKAN TERHADAP KONSUMSI PAKAN, BOBOT AKHIR DAN KONVERSI PAKAN BABI LEPAS SAPIH	380
KUALITAS SILASE PELEPAH KELAPA SAWIT DAN INDIGOFERA DENGAN ADITIF SIRUP KOMERSIAL AFKIR	388
DAMPAK <i>BODY CONDITION SCORE</i> TERHADAP EFISIENSI REPRODUKSI SAPI SIMENTAL PADA PETERNAKAN RAKYAT DI KAMPAR, INDONESIA	394
NISBAH KESETARAAN LAHAN TUMPANGSARI <i>INDIGOFERA ZOLLINGERIANA</i> DAN <i>PENNISETUM PURPUREUM</i> CV THAILAND BERDASARKAN PRODUKSI POTENSIAL	402
KARAKTERISTIK FISIK DAN VISUAL EDIBLE FILM BERBASIS PATI SAGU SEBAGAI BAHAN BUNGKUS RAMAH LINGKUNGAN UNTUK BUMBU MIE INSTAN	407
SINERGI USAHA TERNAK SAPI POTONG DAN SEKTOR NON-PETERNAKAN DALAM MENOPANG PENDAPATAN RUMAH TANGGA PETERNAK (STUDI KASUS DI DESA BULOTALANGI, KECAMATAN BULANGO TIMUR KABUPATEN BONE BOLANGO)	413
KUALITAS PROTEIN KASAR, SERAT KASAR DAN LEMAK KASAR WAFER RANSUM KOMPLIT BERBASIS LEVEL AMPAS SAGU YANG BERBEDA UNTUK RANSUM RUMINANSIA	420
EVALUASI SIFAT FUNGSIONAL EDIBLE COATING PATI SAGU BERDASARKAN PARAMETER KIMIA UNTUK APLIKASI PADA KEMASAN BUMBU INSTAN	425
CORRELATION OF BODY CONDITION SCORE AND CHEST CIRCUMFERENCE AS PARAMETERS OF REPRODUCTIVE EFFICIENCY LEVEL OF BALI CATTLE IN BARRU REGENCY	431
EVALUASI FRAKSI SERAT WAFER RANSUM KOMPLIT BERBAHAN AMPAS SAGU DALAM FORMULASI RANSUM SAPI BALI	438
FRAKSI SERAT SILASE LIMBAH SAYUR KOL DAN SAWI MENGGUNAKAN BERBAGAI SUMBER ADITIF SEBAGAI PAKAN RUMINANSIA	443
PENGARUH PENAMBAHAN TWEEN 80 TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPLASTIK DARI PATI SAGU (<i>Metroxylon sagu Rottb</i>)	449
STRATEGI PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI SUB-DAS OMBI DAS PALU	459
KEHILANGAN BAHAN KERING (KBK), KEHILANGAN BAHAN ORGANIK (KBO), DAN NILAI <i>FLEIGH</i> SILASE KULIT BUAH KAKAO DENGAN SUPLEMENTASI BERBAGAI SUMBER KARBOHIDRAT	470
PERBANYAKAN STEVIA ANTARA KESERAGAMAN DAN KEANEKARAGAMAN	478
OPTIMALISASI PENGGUNAAN FAKTOR PRODUKSI USAHA TANI PEPAYA (<i>Carica papaya</i> L.) PADA DUA VARIETAS BERBEDA DI KOTA PEKANBARU	485
TEKNIK BUDI DAYA DAN ANALISIS RISIKO USAHA TANI KELAPA SAWIT RAKYAT DI DESA BENCAH KELUBI KECAMATAN TAPUNG KABUPATEN KAMPAR	495

EVALUASI FISIK WAFER RANSUM BERBAHAN AMPAS SAGU DALAM RANSUM RUMINANSIA YANG BERBEDA.....	502
RESPON FISILOGIS KAMBING <i>CROSS SAANEN</i> TERHADAP <i>TEMPERATURE HUMIDITY INDEX</i> (THI) DI BALAI BESAR PELATIHAN PETERNAKAN (BBPP) KOTA BATU	507
PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG KULIT BAWANG BOMBAY DALAM PAKAN TERHADAP PERSENTASE BOBOT ORGAN DALAM DAN LEMAK ABDOMINAL AYAM PEDAGING	519
PENAPISAN SENYAWA FITOKIMIA DAUN, BATANG DAN KULIT KAYU <i>Senna multijuga</i> DENGAN BERBAGAI JENIS PELARUT SERTA EFIKASINYA TERHADAP LARVA KUMBANG TANDUK (<i>Oryctes rhinoceros</i>)	525
PENGARUH PERBEDAAN TINGKAT LANTAI KANDANG TERBUKA TERHADAP BOBOT PANEN, BOBOT KARKAS DAN POTONGAN KARKAS AYAM PEDAGING.....	532

PENGARUH PENGGUNAAN PUPUK KASGOTCHAR TERHADAP PRODUKSI TIGA VARIETAS KEDELAI (*Glycine max* L Merrill)

*(The Effect of Kasgotchar Fertilizer Use on the Production of Three Soybean Varieties (*Glycine max* L. merril))*

Lisdayani^{1*}, Syarifa Mayly², Dini Mufriah²

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi
JI Jend Gatot Subroto km 4.5 Medan

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Alwashliyah Medan
JL. Sisingamangaraja No 10 Medan

*Email Korespondensi: lisdayani@dosen.pancabudi.ac.id

ABSTRACT

*Soybean (*Glycine max* L. Merrill) is an important food commodity in Indonesia, but national productivity is still low and unable to meet consumption needs. Efforts to increase yields can be done through the selection of superior varieties and environmentally friendly organic fertilization such as kasgotchar fertilizer, a combination of kasgot and biochar. This study aims to determine the effect of the use of kasgotchar fertilizer, soybean varieties, and the interaction of both on soybean plant production. The study was conducted in the BMKG Sampali field, Deli Serdang, in April 2025 using a factorial Randomized Block Design (RAK) with 2 factors: the first factor is the dose of kasgotchar fertilizer (K) where K0 = Control, K1 = 0.5 kg / plot, K2 = 1 kg / plot, K3 = 1.5 kg / plot, K4 = 2 kg / plot and the second factor is three varieties (V), V1 = Dering Variety, V2 = Devon Variety, V3 = Derap Variety, with two replications. The parameters observed include the number of pods, and the weight of 100 dry seeds. The results of the study showed that kasgotchar fertilizer had no significant effect on the number of pods and the weight of 100 seeds. Soybean varieties did not significantly affect the number of pods and the weight of 100 seeds, with Dering and Devon varieties showing the best results in each parameter. The interaction between variety and kasgotchar fertilizer dose did not significantly affect all parameters. In conclusion, the use of kasgotchar fertilizer at a dose of 2 kg/plot and the Devon variety is the best treatment, although the effect on production results is not yet significant. Further research is recommended by expanding the location, soil type, and fertilizer combination to obtain more consistent results.*

Keywords: soybeans, kasgotchar fertilizer, production, varieties

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki kontribusi signifikan terhadap ketahanan pangan di Indonesia. Sebagai sumber protein nabati, kedelai mengandung sekitar 40% protein, 18% lemak, dan 24–36% karbohidrat, serta berbagai zat gizi penting yang dibutuhkan tubuh manusia (Yulifianti, 2018). Kedelai merupakan bahan pangan ketiga terpenting setelah padi dan jagung, dengan sekitar 83,7% kedelai di Indonesia digunakan untuk konsumsi manusia dalam bentuk tahu, tempe, dan kecap. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya kedelai bagi masyarakat Indonesia. Namun, meskipun memiliki peran yang sangat besar dalam ketahanan pangan, produksi nasional kedelai hanya mampu memenuhi sekitar 65,6% dari total kebutuhan konsumsi dalam negeri. Ini mengindikasikan adanya kekurangan yang besar antara produksi dan konsumsi, yang mendesak untuk dilakukan upaya peningkatan produktivitas kedelai guna mendukung ketahanan pangan yang lebih baik (BPS, 2022).

Masalah ini diperburuk dengan rendahnya produktivitas kedelai di Indonesia, yang tercatat sekitar 250 ribu ton pada tahun 2022, sementara total kebutuhan nasional lebih dari 2,5 juta ton. Ketimpangan besar antara produksi dan konsumsi ini menuntut adanya inovasi dalam teknologi pertanian, termasuk penggunaan varietas unggul dan strategi pemupukan yang lebih efektif untuk meningkatkan hasil pertanian (Ardianti dan Maghfoer, 2023). Oleh karena itu fokus penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi pengaruh varietas kedelai dan dosis pupuk kasgotchar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

Ketersediaan hara yang seimbang di dalam tanah adalah faktor penting dalam meningkatkan produksi kedelai. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan penerapan pemupukan yang tepat dan efisien untuk menggantikan unsur hara yang hilang dan menambah cadangan hara dalam tanah. Pemupukan yang seimbang, baik menggunakan pupuk organik maupun anorganik, terbukti lebih efektif dalam mendorong pertumbuhan dan hasil tanaman (Lutfiah et al., 2023). Penggunaan pupuk organik, seperti yang dijelaskan oleh Pramono et al. (2023), dapat meningkatkan produktivitas tanaman melalui pengayaan unsur hara dalam tanah secara berkelanjutan.

Pupuk kasgot, yang terbuat dari sisa maggot, merupakan salah satu jenis pupuk organik yang berpotensi besar dalam meningkatkan kesuburan tanah. Kasgot mengandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman, dengan pH sebesar 7,78 dan kadar N mencapai 3,36%. Penelitian menunjukkan bahwa kasgot dapat membantu memperbaiki kondisi tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman (Karim et al., 2020). Selain itu, biochar yang diperoleh dari proses pirolisis biomassa juga memiliki kemampuan luar biasa dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan retensi air, serta mengikat nutrisi dalam tanah (Purwanto et al., 2024).

Ketepatan pemilihan komoditas dan varietas juga menjadi faktor penentu keberhasilan budidaya di lahan kering. Setiap komoditas dan varietas mempunyai adaptasi yang berbeda terhadap kondisi lingkungan (Apriliani dkk., 2020) termasuk terhadap tingkat ketersediaan air maupun kesuburan tanah. Lahan kering mempunyai curah hujan dengan intensitas dan jumlah hari hujan yang terbatas maka pemilihan komoditi pertanian yang berumur pendek menjadi salah satu alternatif guna mengejar kecukupan ketersediaan air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh beberapa varietas kedelai dan dosis pupuk kasgotchar terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan teknik budidaya kedelai yang lebih efektif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan, serta memberikan rekomendasi pemupukan yang lebih efisien bagi petani guna meningkatkan hasil panen tanpa merusak keseimbangan ekosistem tanah.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah bibit kedelai varietas Devon, Derap, Dering, Kasgotchar, Insektisida. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, meteran, tali, gunting, pisau, alat tulis, dan alat-alat lainnya yang diperlukan.

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Bandan Meteorologi Sampali yang beralamat di Jl Meteorologi Raya no 17, Sampali, Kecamatan Percut Sei Tuan, Deli Serdang. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2025 sampai dengan Agustus 2025.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor: yaitu Faktor pertama dosis pupuk kasgotchar (K) dimana K₀=Kontrol, K₁ = 0,5 kg/plot, K₂ = 1 kg/plot, K₃ = 1,5kg/plot, K₄ = 2 kg/plot dan Faktor kedua yaitu tiga varietas (V), V₁ = Varietas Dering, V₂ = Varietas Devon, V₃ = Varietas Derap, dengan dua ulangan. Parameter yang diamati meliputi jumlah polong, dan berat 100 biji kering.

Analisis data

Data yang diperoleh di lapangan selanjutnya dianalisis secara statistika dengan Uji F menggunakan Excel dan bila hasilnya berbeda nyata maka akan dilanjutkan dengan uji Duncan menggunakan DMRT 5% pada aplikasi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Polong

Hasil analisis sidik ragam terlihat bahwa pemberian dosis pupuk Kasgotchar berpengaruh tidak berbeda nyata terhadap jumlah polong per sampel tanaman kedelai. Perlakuan varietas berpengaruh tidak berbeda nyata terhadap jumlah polong per sampel tanaman kedelai. Begitu juga dengan kombinasi kedua faktor perlakuan dosis pupuk Kasgotchar dan beberapa varietas kedelai memberikan berpengaruh tidak berbeda nyata terhadap jumlah polong per sampel tanamankedelai. Hasil analisis sidik ragam penggunaan dosis pupuk kasgotchar dan tiga varietas kedelai jumlah polong per sampel Dapat di lihat pada tabel 1 berikut ini.

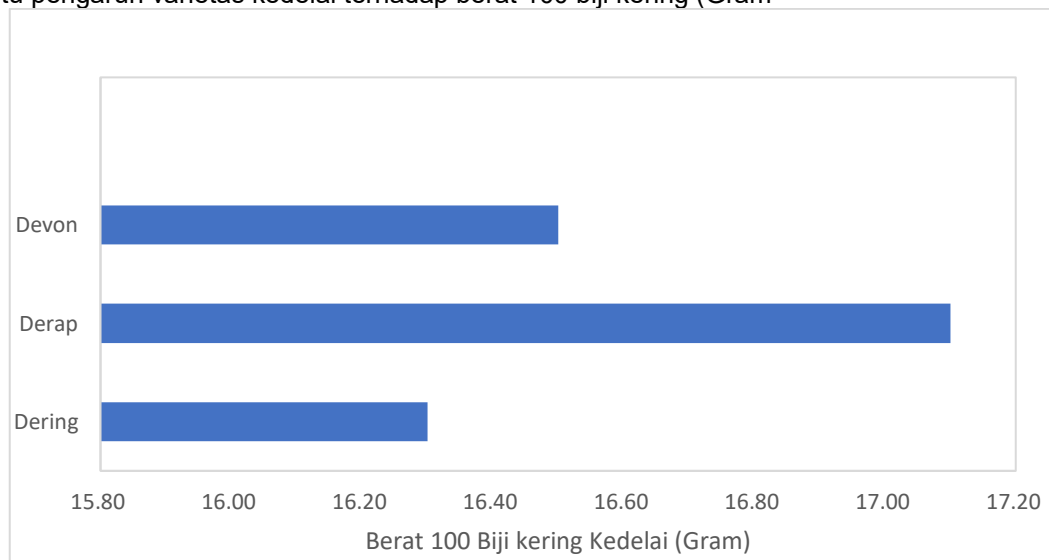
Tabel 1. Hasil Uji Rataan Dosis Penggunaan Pupuk Kasgotchar Dan Beberapa Varietas Terhadap Jumlah Polong Per Sampel

Perlakuan	V1	V2	V3	Rataan
K0	86,00	217,83	199,67	167,83
K1	172,00	241,67	260,50	224,72
K2	287,17	223,67	142,17	217,67
K3	218,33	164,00	182,00	188,11
K4	281,67	326,33	227,75	278,58
Rataan	209,03	234,70	202,42	

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa perlakuan pupuk kasgotchar tidak berbeda nyata terhadap jumlah polong per sampel tanaman kedelai umur 42 HST. Perlakuan K4 (Dosis 2 kg/plot) menunjukkan jumlah polong per sampel tanaman kedelai terbanyak 278,58 polong, sedangkan perlakuan K0 (kontrol) memiliki jumlah polong per sampel terendah yaitu 167,83 polong. Penggunaan tiga varietas kedelai tidak berbeda nyata terhadap jumlah daun tanaman kedelai. Jumlah polong per sampel tanaman kedelai terbanyak terdapat pada varietas V2 (Devon) yaitu 234,70 polong, sedangkan terendah pada varietas V3 (Derap) yaitu 202,42 polong. Interaksi penggunaan pupuk kasgotchar dan tiga varietas kedelai tidak berbeda nyata terhadap jumlah polong per sampel tanaman kedelai. Hal diduga karena kondisi tanah pada lahan penelitian merupakan tanah bekas penanaman jagung dan tanaman pangan lainnya, dengan sudah banyak banyak nya kandungan bahan organik yang di bawah ketanah tersebut. Sehingga penggunaan pupuk organik (kasgotchar) tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap semua parameter penelitian. Menurut Barasa *et al.* 2022 menyatakan tanah dengan sifat fisik dan kimia tertentu dapat memberikan respon yang berbeda terhadap penambahan bahan organik. Hal ini sejalan dengan penelitian (Mufriah *et al.*, 2025) bahwa pupuk kasgotchar dapat meningkatkan sifat kimia tanah

Berat 100 Biji Kering Kedelai (Gram)

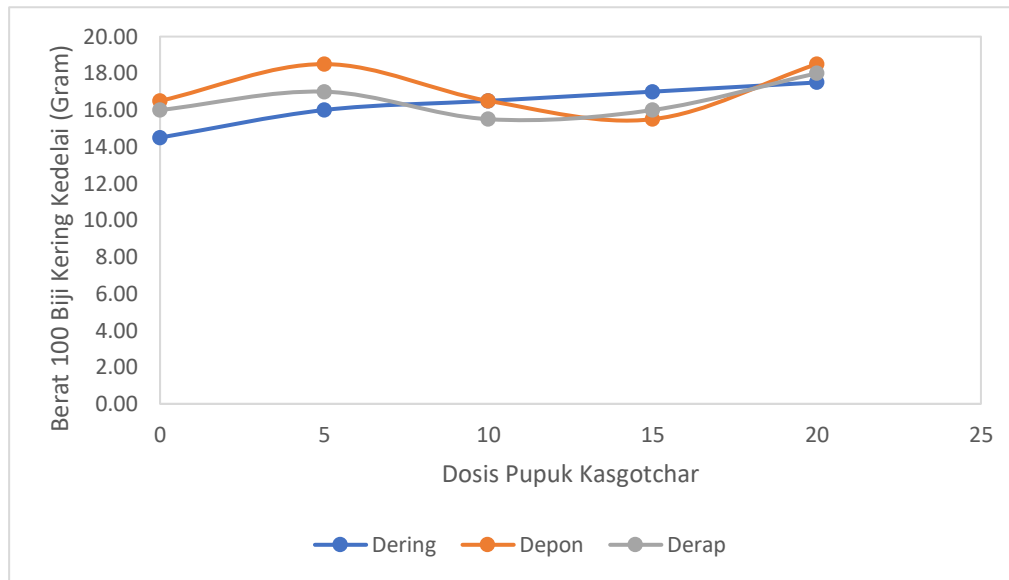
Dari hasil analisis sidik ragam terlihat bahwa pemberian dosis pupuk Kasgotchar serta beberapa varietas berpengaruh tidak nyata terhadap berat 100 biji tanaman kedelai. Begitu juga dengan kombinasi kedua faktor perlakuan dosis pupuk Kasgotchar dan beberapa varietas kedelai memberikan berpengaruh tidak nyata terhadap berat 100 biji tanaman kedelai. dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini yaitu pengaruh varietas kedelai terhadap berat 100 biji kering (Gram)



Gambar 1. Pengaruh Varietas Terhadap Berat 100 Biji Kering Kedelai (Gram)

Pengaruh penggunaan pupuk kasgotchar dengan penggunaan tiga varetas kedelai terhadap berat 100 biji kedela (Gram) tidak berbeda nyata. Pada dosis kasgotcar 20 ton/ha menunjukkan berat

100 biji kering kedelai tertinggi pada varietas Depon yaitu sebesar 18.50 gram yang dapat dilihat pada gambar 2 berikut



Gambar 2. Pengaruh Penggunaan Pupuk Kasgotchar dan tiga varietas kedelai terhadap Berat 100 biji Kering (Gram)

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa perlakuan pupuk kasgotchar tidak berbeda nyata terhadap berat 100 biji kering tanaman kedelai. Perlakuan K4 (Dosis 2 kg/plot) menunjukkan berat 100 biji kering tanaman kedelai terberat 18,00 gram, sedangkan perlakuan K0 (kontrol) memiliki berat 100 biji terendah yaitu 15,67 gram. Penggunaan tiga varietas kedelai tidak berbeda nyata terhadap berat 100 biji kering tanaman kedelai. Berat 100 biji tanaman kedelai terberat terdapat pada varietas V2 (Devon) yaitu 17,10 gram, sedangkan terendah pada varietas V1 (Dering) yaitu 16,30 gram. Interaksi perlakuan K4V2 (pupuk dengan dosis 2kg/plot) memiliki rata-rata bobot 100 biji terberat yaitu 18,50 gram. Sedangkan interaksi K0V1 (Kontrol dan Varietas Dering) memiliki rata-rata bobot biji terendah yaitu 14,50 gram. Hal ini dikarenakan setiap varietas memiliki karakteristik yang berbeda-beda serta cara adaptasi lingkungan yang berbeda satu sama lain.

Berdasarkan hasil uji rata-rata terlihat bahwa V2 (varietas Devon) memberikan pengaruh yang cukup baik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Varietas memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Hal ini sejalan dengan pernyataan yang dilakukan oleh Setiapermas *et al.* 2023 yang menjelaskan bagaimana karakteristik morfologi kedelai, yang berbeda antar varietas, berkontribusi terhadap variasi dalam tinggi tanaman dan jumlah daun. Walaupun varietas memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun, namun tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah cabang, jumlah polong per sampel, maupun bobot 100 biji kering. Hal ini dikarenakan tiga varietas kedelai yang digunakan merupakan varietas pada lahan kering. Menurut Rabbani *et al.*, 2023 yang menjelaskan bahwa variasi jumlah polong pada tanaman kedelai tidak selalu berbeda secara signifikan antar genotipe, melainkan sangat dipengaruhi oleh karakteristik masing-masing varietas.

KESIMPULAN

Penggunaan pupuk kasgotchar dosis 2 kg/plot dan varietas Devon merupakan perlakuan terbaik, meskipun pengaruh terhadap hasil produksi belum signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. (2014). Teknologi Produksi Kedelai di Lahan Kering. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.
- Apriliani, N., Sumarsono dan Sutarno, (2020). Respon Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.) Akibat Substitusi Pupuk Anorganik dengan Pupuk Hijau Lamtoro. Jurnal Agrotek, 5 (2): 13-23.

- Ardianti, Y., dan Maghfoer, M. (2023). Pengaruh dosis pupuk kandang dan konsentrasi plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *Produksi Tanaman*, 011(04), 265-272.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). *Statistik Produksi dan Konsumsi Kedelai Nasional 2022*. Jakarta: BPS.
- Barasa, R., Gutama, W. A., dan Barunawati, N. (2022). Respon tiga varietas tanaman kedelai (*glycine max* L.) akibat pemberian berbagai macam biochar. *Produksi Tanaman*, 10(7), 363-369. <https://doi.org/10.21776/ub.protan.2022.010.07.04>.
- Chandel, G., Meena, R. P., dan Verma, S. K. (2022). Soil pH and organic matter influence on soybean growth and productivity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(4), 765-778.
- Guntoro, W., Suhardjono, H., Moeljani, I. R., dan Sulistyono, A. (2018). Respon tanaman kedelai (*glycine max* merr) terhadap jumlah air yang diberikan. *Agritrop : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 16(2), 205. <https://doi.org/10.32528/agritrop.v16i2.1804>.
- Karim, S., et al. (2020). Peningkatan produktivitas tanaman sawi melalui penambahan pupuk kandang ayam dan NPK 16:16:16. *Jami Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 1(1), 65-72.
- Lutfiah, N., et al. (2023). Pengaruh pemberian pupuk kandang burung puyuh dan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai edamame di tanah podsolik merah kuning. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(3), 426.
- Masulili, A., Suryani, R., dan Sutikarini, S. (2022). Penggunaan biochar dan trichokompos untuk pertumbuhan dan hasil padi pada tanah sulfat masam. *Jurnal Teknotan*, 16(2), 121. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n2.9>.
- Mufriah, D., Lisdayani, L., dan Misdawati, M. (2025). Respon penggunaan pupuk Kasgotchar dan NPK Mutiara terhadap produksi tanaman sawi putih (*Brassica pekinensis* L). *Jurnal Al Ulum*. Universitas Medan. <https://univamedan.ac.id/ejurnal/alulum/article/view/895>
- Purwanto, A., Nugroho, A., dan Setiawan, R. (2023). Kasgot as an organic fertilizer: Potential and impact on soil fertility and sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 28(2), 134-149.
- Purwanto, P., et al. (2024). Respon agronomi tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap aplikasi bahan organik bekas maggot (kasgot). *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(2), 327.
- Rabbani, M. G., Salam, M. A., Kheya, S. A., dan Paul, S. K. (2023). Effect of phosphorus fertilization on nodulation, growth, yield and quality of soybean varieties. *Journal of Aridland Agriculture*, 99-107. <https://doi.org/10.25081/jaa.2023.v9.8364>.
- Setiapermas, M., Hartoyo, B., Sahara, D., Triastono, J., dan Oelviani, R. (2023). Adaptation of soybean varieties on teak shaded land in grobogan regency, indonesia. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1253(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1253/1/012039>.
- Yulifianti, R. (2018). Pengembangan varietas unggul kedelai untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 37(1), 20-30.

KAJIAN KANDUNGAN HARA MAKRO VERMIKOMPOS DARI CAMPURAN DAUN KELAPA SAWIT DAN KOTORAN KAMBING MENGGUNAKAN CACING TANAH AFRICAN NIGHT CRAWLER

*(Study of Macronutrient Content in Vermicompost from a Mixture of Oil Palm Leaves and Goat Manure
Using African Night Crawler Earthworms)*

Trio Agustian Simanjuntak¹, Ervina Aryanti^{1*}, Rita Elvianis¹

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Sultan Syarif
Kasim Jl. HR Soebrantas Km. 15 Pekanbaru Riau

*E-mail korespondensi: ervina.aryanti@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Oil palm leaves and goat manure are abundant organic wastes with considerable potential for conversion into organic fertilizers, such as vermicompost (kascing). This study aimed to evaluate the optimal composition of vermicompost derived from mixtures of oil palm leaves and goat manure based on its chemical characteristics and conformity to the Indonesian National Standard (SNI 7763:2024). The research was carried out from October to December 2024 at the Composting Facility, Faculty of Agriculture and Animal Science, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. A Completely Randomized Design (CRD) with a single factor was applied, consisting of five treatments: 1000 g oil palm leaves, 1000 g goat manure, 500 g oil palm leaves + 500 g goat manure, 750 g goat manure + 250 g oil palm leaves, and 250 g goat manure + 750 g oil palm leaves. The findings revealed that the combination of the two organic materials produced vermicompost with superior chemical quality compared to treatments using a single substrate. The mixture containing 250 g goat manure and 750 g oil palm leaves yielded the most favorable results for pH, organic carbon (C-organic), and macronutrient content (N, P, and K), which met the criteria outlined in SNI 7763:2024. However, the resulting C/N ratio did not fully comply with the SNI standard, indicating the need for further optimization of the substrate ratio.

Keywords : vermicompost, oil palm leaves, goat manure, macronutrients, SNI 7763:2024

PENDAHULUAN

Limbah merupakan sisa bahan yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia maupun proses alami. Purnomo & Ernasthan (2020) mendefinisikan limbah sebagai material buangan yang dianggap tidak bernilai dan dihasilkan dari berbagai proses produksi, baik industri maupun rumah tangga. Limbah dapat berbentuk padat seperti sampah domestik maupun cair, seperti air limbah dari pabrik dan rumah tangga.

Salah satu limbah padat yang banyak ditemukan adalah residu dari kegiatan pertanian atau perkebunan. Provinsi Riau, yang memiliki areal perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia yaitu 1.732.748 Ha (BPS Riau, 2022), menghasilkan limbah berupa daun kelapa sawit. Daun ini umumnya hanya ditumpuk oleh petani, padahal penumpukan tersebut dapat menjadi habitat hama seperti tikus dan kumbang tanduk. Daun kelapa sawit sebenarnya memiliki potensi untuk diolah menjadi pupuk organik. Rahmawati dan Eko (2017) melaporkan bahwa daun kelapa sawit mengandung unsur hara N sebesar 2,92%, P 0,169%, K 0,82%, B 14,12 ppm, dan S 0,18%. Namun, kandungan hara makro seperti P dan K masih tergolong rendah sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan lain seperti limbah kotoran ternak.

Limbah peternakan juga umum dijumpai di lingkungan sekitar. Salah satunya adalah kotoran ternak, yang dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Menurut Nenobesi et al. (2017), limbah peternakan yang tidak dimanfaatkan dapat menyebabkan pencemaran udara, air, dan tanah, memicu timbulnya penyakit, meningkatkan emisi gas metana, serta menurunkan estetika lingkungan. Oleh karena itu, kotoran ternak perlu dikelola secara tepat, salah satunya dengan dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos. Rahmadanti et al. (2019) menegaskan bahwa kotoran hewan kaya akan unsur hara dan mikroba yang mendukung pertanian.

Salah satu jenis kotoran ternak yang mudah ditemukan adalah kotoran kambing. Bahan ini dapat diolah menjadi pupuk kandang karena mengandung unsur hara yang cukup tinggi. Hasil penelitian Amir et al. (2017) menunjukkan bahwa pupuk kandang kambing memiliki kandungan N

sebesar 1,38%, P 0,65%, K 2,78%, dan C-organik 20,18%. Rasio C/N kotoran kambing umumnya lebih dari 30, sehingga diperlukan proses pengomposan terlebih dahulu sebelum diaplikasikan ke tanaman (Trivana et al., 2017).

Salah satu metode pengomposan yang banyak diterapkan adalah vermikompos. Vermikompos merupakan proses penguraian bahan organik dengan memanfaatkan cacing sebagai agen dekomposer. Spesies cacing yang umum digunakan adalah *Eudrilus eugeniae* atau African Night Crawler (ANC), yaitu jenis cacing epigeik yang dinilai paling efisien untuk pengomposan di wilayah tropis karena memiliki laju pertumbuhan dan konsumsi pakan yang tinggi dibandingkan cacing merah (Hazra et al., 2018). Produk akhir dari proses ini adalah kascing atau kotoran cacing.

Kascing mengandung unsur hara esensial yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Menurut Palungkun (2009), kascing juga memiliki hormon seperti giberelin, sitokinin, dan auksin yang berperan dalam peningkatan pertumbuhan tanaman. Penelitian Destia et al. (2021) terhadap kascing dari campuran serbuk gergaji, batang pisang, dan limbah sayur menunjukkan kandungan C-organik 10,92%, N 0,86%, P 0,16%, K 0,23%, rasio C/N 12,69, dan pH 6,5. Sementara itu, Afsyah et al. (2021) melaporkan bahwa campuran 1 kg kotoran sapi, 1 kg pelepah kelapa sawit, dan 0,25 kg limbah sayuran menghasilkan kascing dengan kandungan C-organik 10,55%, N 1,07%, P 0,22%, K 0,3, pH 6,5, dan rasio C/N 9,85.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium UARDS Fakultas Pertanian dan Peternakan, sedangkan analisis unsur hara dilakukan di Laboratorium Wiwiadi Bintang Sains, yang berlokasi di Jalan Lubuk Indah Kubu Dalam Parak Karakah No. 47, Kecamatan Padang Timur, Kota Padang. Kegiatan penelitian berlangsung pada bulan November hingga Desember 2024.

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi cacing tanah spesies *African Night Crawler*, baglog jamur bekas, daun kelapa sawit, dan kotoran kambing. Peralatan yang digunakan antara lain wadah pemeliharaan cacing berupa keranjang plastik, timbangan, parang, paranet, kawat, tang, alat tulis, buku, kamera, sprayer, plastik klip, serta peralatan pendukung lainnya.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial yang terdiri dari lima perlakuan, yaitu: P1 = 1000 g daun kelapa sawit + 500 g cacing *African Night Crawler*, P2 = 1000 g kotoran kambing + 500 g cacing *African Night Crawler*, P3 = 500 g kotoran kambing + 500 g daun kelapa sawit + 500 g cacing *African Night Crawler*, P4 = 750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit + 500 g cacing *African Night Crawler*, P5 = 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit + 500 g cacing *African Night Crawler*.

Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga total diperoleh 20 unit percobaan. Media utama untuk pemeliharaan cacing adalah baglog bekas jamur tiram. Setiap unit percobaan dianalisis untuk parameter C-organik, NPK, pH, dan rasio C/N dari kascing yang dihasilkan, kemudian dibandingkan dengan standar SNI 7763:2024 mengenai pupuk organik padat.

Proses Pembuatan Kascing

Kascing dibuat selama 32 hari dengan menempatkan 500 g cacing ke dalam keranjang berlapis kain hitam yang berisi 1000 g baglog jamur tiram sebagai media awal. Perilaku cacing diamati setiap 2 jam selama 12 jam untuk memastikan adaptasi. Setelah itu, limbah daun kelapa sawit dan kotoran kambing ditambahkan sesuai perlakuan. Pakan diberikan dua kali seminggu, kecuali pada minggu terakhir agar tidak ada bahan yang belum terurai. Perlakuan dilakukan pada sore hingga malam hari karena cacing bersifat nokturnal.

Pemeliharaan Kascing

Setelah limbah organik dimasukkan ke setiap plot, media cacing dirawat melalui pembalikan, pengecekan kelembapan, dan pemantauan suhu. Pengadukan dilakukan setiap pemberian pakan untuk menjaga sirkulasi udara. Kelembapan diukur dengan soil meter; media yang kering disemprot air, sedangkan media yang terlalu basah ditambah bahan kering. Kelembapan ideal bagi cacing adalah 40–60%. Wadah dibuka pada siang hari untuk menjaga udara tetap mengalir dan ditutup pada malam hari agar cacing tidak keluar. Suhu media dijaga pada kisaran optimal 22–28°C dengan pengukuran menggunakan termometer tanah.

Parameter Kompos

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi penetapan pH dengan Metode Elektrometri, (kadar Nitrogen Total, kadar Fosfor Total, Kadar Kalium Total) menggunakan metode AAS, Kadar Karbon Organik (Metode Walkley dan Black) dan Rasio C/N.

Analisis data

Data hasil analisis laboratorium dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan bantuan perangkat lunak SAS 9.0. Apabila hasil menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 0,01%. Hasil kemudian dibandingkan dengan kriteria mutu pupuk organik padat berdasarkan SNI 7763:2024. Seluruh data disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan interpretasi hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potential of Hydrogen (pH) Kascing

Pengukuran pH dilakukan pada akhir proses pengomposan menggunakan **soil meter**. Nilai pH akhir kemudian disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 1. Rata-Rata Nilai pH Kompos.

Perlakuan	pH	Standar SNI (4-9)
1 kg daun kelapa sawit	7.00	Sesuai
1 kg kotoran kambing	7.00	Sesuai
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	7.00	Sesuai
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	7.00	Sesuai
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	7.00	Sesuai

Nilai pH akhir kascing yang dihasilkan dari campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing pada seluruh perlakuan menunjukkan hasil yang sama, yaitu pH 7. Berdasarkan data tersebut, perbedaan bahan penyusun kompos tidak memberikan pengaruh terhadap pH akhir kascing. Faktor yang lebih berperan adalah proses pencernaan cacing ANC, sebagaimana dijelaskan oleh Hasby (2020) bahwa sistem pencernaan cacing mampu menghasilkan kapur dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3). Oleh karena itu, meskipun komposisi bahan baku berbeda, nilai pH kascing yang dihasilkan tetap seragam.

Temuan ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya. Chaniago & Yulita (2019) melaporkan bahwa kascing dari campuran kotoran sapi, jerami padi, dan sampah kota memiliki pH 7,48. Penelitian Siagian et al. (2021) menunjukkan pH kascing sebesar 7 dari campuran sisa makanan dan limbah buah. Sitompul et al. (2017) juga memperoleh pH 7 pada kascing dari campuran daun singkong, sayur sawi, dan kotoran kambing. Sementara itu, penelitian Arthawidya et al. (2017) mencatat pH 7,2 pada kascing berbahan limbah kulit pisang, sayuran, dan kotoran sapi.

C-Organik Kascing

C-organik (karbon organik) merupakan komponen penting dalam kompos karena berperan besar dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing sebagai sumber pakan cacing memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar C-organik kascing yang dihasilkan.

Tabel 2. Kandungan C-Organik kascing

Perlakuan	Nilai C- organik total (%)	Standart SNI (min 15 %)
1 kg daun kelapa sawit	15,23 ^e	Sesuai
1 kg kotoran kambing	17,50 ^d	Sesuai
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	21,29 ^c	Sesuai
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	26,47 ^b	Sesuai
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	30,13 ^a	Sesuai

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,01%.

Perbedaan dosis campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing sebagai sumber pakan cacing memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar C-organik kascing. Nilai C-organik yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 15,23% hingga 30,13%. Perlakuan dengan dosis 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit menghasilkan C-organik tertinggi, yang dipengaruhi oleh komposisi bahan organik dari kedua sumber tersebut. Kotoran kambing mengandung lebih banyak mikroorganisme dibandingkan daun kelapa sawit, dan mikroba tersebut memanfaatkan C-organik sebagai sumber energi dalam proses dekomposisi (Afirdaningrum & Mizwar, 2022).

Temuan ini sejalan dengan Shobib (2020) yang melaporkan bahwa bahan organik yang lebih banyak berasal dari tanaman dapat menghasilkan kadar C-organik lebih tinggi, seperti pada kompos jerami padi dibandingkan dengan kotoran sapi. Pada penelitian ini, kandungan C-organik bahan awal tergolong tinggi, mengingat daun kelapa sawit memiliki C-organik sebesar 50,90% (Sung et al., 2016) dan kotoran kambing sebesar 32,28% (Hanuf et al., 2020).

Kadar N-Total Kascing

Nitrogen merupakan unsur hara makro yang diserap tanaman dalam bentuk amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-), yang keduanya berasal dari pemecahan senyawa protein oleh mikroorganisme. Unsur ini dibutuhkan mikroba untuk mempertahankan hidup dan membentuk sel-sel tubuhnya (Harefa & Lase, 2024). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, pemberian campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing sebagai sumber energi cacing memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar N-total kascing.

Tabel 3. Kadar N-Total Kascing

Perlakuan	Nilai N-total (%)
1 kg daun kelapa sawit	0,09 ^d
1 kg kotoran kambing	0,23 ^c
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	0,26 ^c
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	0,23 ^b
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	0,47 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,05%.

Perbedaan dosis campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing sebagai sumber energi bagi cacing ANC memberikan pengaruh sangat signifikan terhadap kandungan N-total kascing. Rata-rata kadar N-total yang dihasilkan berkisar antara 0,09-0,47%. Perlakuan dengan 1000 g daun kelapa sawit menghasilkan kadar N-total terendah, yang dipengaruhi oleh tingginya kandungan lignin sehingga sulit diuraikan oleh cacing ANC maupun mikroorganisme (Saraswati & Praptana, 2021). Sebaliknya, perlakuan 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit menghasilkan kadar N-total tertinggi karena mikroorganisme dari kotoran kambing membantu proses penguraian (Badruzzaman et al., 2016).

Kadar N-total dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan hasil Andriawan et al. (2022), yang melaporkan nilai 2,72% pada kascing berbahan kotoran ayam, bonggol pisang, dan ampas tahu. Rendahnya kadar N pada penelitian ini diduga terkait kandungan lignin yang tinggi pada daun kelapa sawit. Menurut Sung et al. (2016), lignin pada daun kelapa sawit mencapai 24,96%, sehingga memperlambat proses dekomposisi oleh cacing dan mikroba. Bahan dengan lignin dan selulosa tinggi memang memerlukan waktu pengomposan lebih lama (Saraswati & Praptana, 2021). Selain itu, kehilangan nitrogen juga diperkirakan terjadi selama proses pembuatan kascing. Frekuensi penyiraman yang tinggi untuk menjaga kelembapan dapat menurunkan kadar nitrogen karena N dapat bereaksi dengan air membentuk NO_3^- dan H^+ yang berpotensi menguap sebagai gas (Maulana et al., 2023).

Kadar P-Total Kascing

Fosfor merupakan unsur hara makro penting yang berperan dalam berbagai proses vital tanaman, seperti sintesis energi (ATP), pembelahan sel, pembentukan akar, serta peningkatan ketahanan terhadap penyakit. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, perlakuan campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing sebagai sumber energi bagi cacing menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kandungan P-total pada kascing.

Tabel 4. Kadar P-Total Kascing

Perlakuan	Nilai N-total (%)
1 kg daun kelapa sawit	0,09 ^d
1 kg kotoran kambing	0,23 ^c
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	0,26 ^c
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	0,23 ^b
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	0,47 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,05%.

Perbedaan dosis campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing sebagai sumber energi cacing memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar P-total kascing. Perlakuan 1.000

g daun kelapa sawit dan 1000 g kotoran kambing menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan 500 g kotoran kambing + 500 g daun kelapa sawit menghasilkan perbedaan nyata dibandingkan seluruh perlakuan lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan dua bahan campuran dalam proses pengomposan mampu meningkatkan kadar P-total dibandingkan penggunaan satu jenis bahan saja. Rata-rata kadar P-total yang diperoleh berkisar antara 0,41% hingga 1,20%. Perlakuan 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit menghasilkan P-total tertinggi, meskipun secara statistik tidak berbeda signifikan dengan perlakuan 750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit.

Penelitian Bulan et al. (2016) mencatat kadar P kascing daun kelapa sawit sebesar 1,29%, angka yang sebanding dengan hasil penelitian ini. Kandungan P-total dalam vermikompos dipengaruhi oleh proses pencernaan cacing ANC, di mana mineralisasi fosfor terjadi dan sebagian fosfor diubah menjadi fosfat oleh enzim pencernaan, kemudian dilepas kembali oleh mikroorganisme dalam kotoran cacing (Arthawidya et al., 2017).

Tingginya kadar P-total pada perlakuan 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit juga sejalan dengan tingginya N-total pada perlakuan yang sama, menunjukkan adanya hubungan antara kadar N dan P dalam kompos. Widarti et al. (2015) menyatakan bahwa kandungan P₂O₅ berhubungan dengan kadar N dalam kompos, dan Badruzzaman et al. (2016) menambahkan bahwa semakin tinggi kandungan nitrogen, semakin meningkat aktivitas mikroorganisme yang merombak fosfor, sehingga kandungan fosfor dalam kompos meningkat.

Kadar K-Total Kascing

Kalium merupakan unsur hara makro yang diserap tanaman dalam bentuk ion K⁺. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa variasi dosis campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing sebagai sumber energi bagi cacing berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar K-total kascing yang dihasilkan.

Tabel 5. Kadar K-Total Kascing

Perlakuan	P-total (%)
1 kg daun kelapa sawit	0,70 ^d
1 kg kotoran kambing	0,89 ^{cd}
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	1,08 ^{cb}
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	1,22 ^b
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	1,49 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,05%.

Perbedaan komposisi daun kelapa sawit dan kotoran kambing sebagai sumber energi cacing memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar K-total kascing. Nilai K-total yang diperoleh berkisar antara 0,70–1,49%, dengan perlakuan 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit menghasilkan kadar tertinggi. Tingginya kadar kalium ini dipengaruhi oleh proporsi bahan segar daun kelapa sawit yang diketahui mengandung kalium dalam bentuk kompleks organik (Widarti et al., 2015), serta keberadaan mikroorganisme pada kotoran kambing yang mampu memecah senyawa tersebut menjadi bentuk yang lebih sederhana (Badruzzaman et al., 2016).

Kascing juga kaya akan mikroba dekomposer, termasuk *Azotobacter* sp., yang dapat melarutkan unsur K dalam bahan organik (Mulat, 2003; Maulana et al., 2023). Namun, kalium dapat menurun selama proses dekomposisi karena sifatnya yang mudah berikatan dengan unsur lain seperti Ca dan Mg (Arthawidya et al., 2017). Penelitian sebelumnya menunjukkan kadar K kotoran kambing <1% (Tumimbang et al., 2016) dan kadar K-total kascing dari daun kelapa sawit sekitar 0,31% (Bulan et al., 2016). Dengan demikian, vermikompos dari campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing terbukti mampu meningkatkan kadar K-total dalam kascing.

Total NPK Kascing

Kompos yang memiliki kandungan total N, P, dan K dalam jumlah yang cukup mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Total NPK yang cukup dapat dilihat kesesuaiannya berdasarkan standar SNI-7763:2024. Kandungan total NPK pada kascing hasil campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 6. Total NPK Kascing

Perlakuan	Total NPK Kascing (%)	Standart SNI (min 2 %)
1 kg daun kelapa sawit	1,22	Tidak Sesuai
1 kg kotoran kambing	1,64	Tidak Sesuai
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	2,14	Sesuai
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	2,65	Sesuai
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	3,19	Sesuai

Total kandungan NPK pada kascing yang diberi perlakuan campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing menunjukkan bahwa penggunaan dua jenis bahan organik tersebut menghasilkan NPK yang memenuhi standar SNI, dibandingkan vermikompos yang hanya menggunakan satu jenis bahan saja. Hal ini sejalan dengan Kartini (2018) yang menyatakan bahwa kualitas kascing dipengaruhi oleh jenis serta jumlah limbah organik yang digunakan. Purniasari et al. (2019) juga menegaskan bahwa kadar unsur hara dalam kascing ditentukan oleh sumber bahan organiknya.

Kombinasi dua limbah pada penelitian ini yaitu daun kelapa sawit dan kotoran kambing terbukti memberikan kualitas kimia kascing yang lebih baik daripada penggunaan satu bahan tunggal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 500 g kotoran kambing + 500 g daun kelapa sawit, 750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit, dan 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit menghasilkan kadar hara makro yang sesuai dengan standar SNI-7763:2024 untuk pupuk organik.

Rasio C/N Kascing

Rasio C/N pada bahan organik merupakan parameter penting dalam proses pengomposan karena digunakan untuk menilai tingkat kematangan dan kualitas akhir kompos. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, perlakuan campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing sebagai sumber energi cacing menunjukkan perbedaan yang sangat nyata terhadap rasio C/N kascing yang dihasilkan.

Tabel 7. Rasio C/N Kascing

Perlakuan	Total NPK Kascing (%)	Standart SNI (min 2 %)
1 kg daun kelapa sawit	158,54 ^a	Tidak Sesuai
1 kg kotoran kambing	73,77 ^b	Tidak Sesuai
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	79,03 ^b	Tidak Sesuai
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	80,32 ^b	Tidak Sesuai
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	63,64 ^b	Tidak Sesuai

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,05%.

Rasio C/N kascing yang dihasilkan dari berbagai kombinasi daun kelapa sawit dan kotoran kambing menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Nilai rasio C/N pada seluruh perlakuan tergolong tinggi, yaitu berkisar antara 63,64 hingga 158,54. Perlakuan dengan 1000 g daun kelapa sawit menghasilkan rasio C/N tertinggi (158,54), sedangkan perlakuan 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit menghasilkan rasio terendah (63,64). Tingginya rasio C/N terutama pada perlakuan daun kelapa sawit murni dipengaruhi oleh kandungan lignin yang tinggi pada bahan tersebut; daun kelapa sawit memiliki lignin sekitar 24,96% (Sung et al., 2016), sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk terurai.

Rasio C/N pada vermikompos juga sangat dipengaruhi oleh jenis bahan organik yang digunakan. Badruzzaman et al. (2016) melaporkan rasio C/N sebesar 35 pada campuran jerami padi dan kotoran sapi, sedangkan penelitian Arthawidya et al. memperoleh rasio C/N 12,47 dari campuran limbah kulit pisang, sayuran, dan kotoran sapi menunjukkan bahwa bahan yang lebih mudah terdegradasi menghasilkan rasio yang lebih rendah.

Tingginya rasio C/N dalam penelitian ini berkaitan dengan rendahnya kadar N-total kascing. Harahap et al. (2015) menegaskan bahwa nitrogen merupakan faktor utama yang memengaruhi nilai C/N suatu kompos. Rasio C/N yang terlalu tinggi dapat memperlambat dan menurunkan efisiensi proses dekomposisi, sedangkan rasio terlalu rendah dapat memicu kehilangan nutrisi dan risiko pencemaran (Purnomo et al., 2017). Secara keseluruhan, rasio C/N pada semua perlakuan belum memenuhi standar SNI 7763:2024 yang mensyaratkan nilai maksimum 25%. Untuk menurunkan rasio C/N, proses pengomposan perlu dilakukan dalam waktu yang lebih lama (Wahyudin & Nurhidayatullah, 2018).

KESIMPULAN

Kombinasi 250 g kotoran kambing dan 750 g daun kelapa sawit merupakan perlakuan paling optimal pada seluruh parameter dan telah memenuhi standar SNI 7763:2024 untuk pupuk organik, kecuali pada parameter rasio C/N yang masih belum sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Afirdaningrum, M., & Mizwar, A. (2022). Pengaruh penambahan serbuk kayu terhadap kualitas kompos. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 5(1), 1–14.
- Amir, N., Hawalid, H., & Nurhuda, I. A. (2017). Pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan beberapa varietas bibit tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) di polybag. *Jurnal Klorofil*, 12(2), 68–72.
- Andriawan, F., Hilwa, W., Fitra, S. H., & Yusmaidar, S. (2022). Analisis kualitas pupuk kascing dari campuran kotoran ayam, bonggol pisang dan ampas tahu. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(1), 423–428.
- Arthawidya, J., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Analisis komposisi terbaik dari variasi C/N rasio menggunakan limbah kulit buah pisang, sayuran dan kotoran sapi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1–20.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik kelapa sawit Provinsi Riau*. <https://riau.bps.go.id/indicator/54/217/1/luas-area-tanaman-perkebunan.html>
- Badruzzaman, D. Z., Juanda, W., & Hidayat, Y. A. (2016). Casting quality assessment on vermicomposting of mixed feces of dairy cattle and rice straw. *Jurnal Ilmu Ternak*, 16(2), 43–48.
- Bulan, R., Tineke, M., Hermawan, & Desrial, W. (2016). Pemanfaatan limbah daun kelapa sawit sebagai bahan baku pupuk kompos. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 9(2), 135–146.
- Chaniago, N., & Yulita, I. (2019). Pengaruh jenis bahan organik dan lamanya proses pengomposan terhadap kuantitas dan kualitas vermikompos. *Jurnal Agricultural Research*, 15(1), 68–81.
- Destia, S., Walida, H., Saragi, S. H. Y., Mustamu, N. E., & Harahap, F. S. (2021). Analysis of the quality of vermicompost from mixed of sawdust, banana stems, manure, and vegetable waste. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika*, 3(2), 128–134.
- Hanuf, A. A., Yunita, D. M., Nurin, Y. M., Syarof, Z. N., Nisfi, Ifadah, F., & Haidar, J. M. (2020). Teknologi aplikasi kompos pupuk kandang kambing di kebun kopi. *Jurnal Agroinotek*, 1(1), 23–33.
- Harahap, R. T., Sabrina, T., & Marbun, P. (2015). Utilization of several sources and dosage of organic activators on decomposition rate of empty fruit bunch. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2), 581–589.
- Harefa, L., & Lase, N. K. (2024). Kajian peran mikroorganisme tanah dalam pertanian berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(2), 150–155.
- Hasby, M. (2018). Pengaruh jenis feses ternak berbeda sebagai media kultur terhadap pertumbuhan populasi cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). *Dinamika Pertanian*, 34(1), 61–68.
- Hazra, F., Dianisa, N., & Widyastuti, R. (2018). Quality and production of vermicompost using African night crawler worms (*Eudrilus eugeniae*). *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 20(2), 77–81.
- Kartini, N. L. (2018). Pengaruh cacing tanah dan jenis media terhadap kualitas pupuk organik. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(1), 49–53.
- Mirwan, M. (2015). Optimasi pengomposan sampah kebun dengan variasi aerasi dan kotoran sapi sebagai bioaktivator. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1), 61–66.
- Mulat, T. (2003). *Membuat dan memanfaatkan kascing pupuk organik berkualitas*. Agromedia Pustaka.
- Nenobesi, W., Mella, W., & Soetedjo, P. (2017). Utilization of composted animal sludge to improve environmental capability and biomass of mung bean varieties. *Jurnal Bumi Lestari*, 17(1), 69–81.
- Palungkun, R. (1999). *Sukses beternak cacing tanah Lumbricus rubellus*. Penebar Swadaya.
- Purniasari, B., Atmaja, I. W. D., & Soniari, N. N. (2019). Characteristics differences of casting from organic and conventional vegetables field. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(3), 263–272.
- Purnomo, E. A., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). The effect of C/N ratio of compost production and potassium, phosphate contents from banana trunk. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1–15.
- Purnomo, M. A. J., & Ernasthan, B. P. R. (2020). Pemanfaatan limbah jerami sebagai souvenir bernilai artistik. *Jurnal Abdi Seni*, 11(1), 84–92.
- Rahmadanti, M. S., Okalia, D., Pramana, A., & Wahyudi. (2019). Uji karakteristik kompos pada kombinasi TKKS dan kotoran sapi menggunakan MOS. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 5(2), 105–115.
- Saraswati, R., & Praptana, R. H. (2017). Percepatan proses pengomposan aerobik menggunakan biodekomposer. *Perspektif*, 16(1), 44–57.

- Siagian, S. W., Yuriandala, Y., & Maziya, F. B. (2021). Analisis suhu, pH dan kuantitas kompos dari reaktor aerob termodifikasi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 166–176.
- Shobib, A. (2020). Pembuatan pupuk organik dari kotoran sapi dan jerami padi dengan bioaktivator M-Dec. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(1), 32–37.
- Sitompul, E., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2017). Studi identifikasi rasio C/N pengolahan sampah organik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1–12.
- Sung, C. T. (2016). *Availability, use, and removal of oil palm biomass in Indonesia* (Working paper). International Council on Clean Transportation.
- Trivana, L., Pradhana, A. Y., & Manambangtua, A. P. (2016). Optimalisasi waktu pengomposan pupuk kandang dari kotoran kambing. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 9(1), 16–24.
- Tumimbang, M., Tamod, Z. E., & Kumolontang, W. (2016). Uji kualitatif kandungan hara kompos campuran beberapa kotoran ternak. *Jurnal Eugenia*, 22(3), 123–133.
- Wahyudin, & Nurhidayatullah. (2018). Pengomposan sampah organik rumah tangga dengan MOL bonggol pisang. *Jurnal Agriovet*, 1(1), 19–36.
- Widarti, B. N., Wardhini, W. K., & Sarwono, E. (2015). Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2).

EKSPLORASI PARASITOID HAMA PENGGEREK BATANG PADI (*SCIRPOPHAGA* SPP.) PADA PERTANAMAN PADI DI KECAMATAN KETAPING, KABUPATEN PADANG PARIAMAN

(*Exploration Of Parasitoid Rice Stem Borer Pests (Scirpophaga Spp.) In Rice Plantations In Ketaping District, Padang Pariaman Regency*)

Novidita Marlina^{1*}, My Syahrawati²

¹Balai Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan Sumatera Barat, Program Studi Proteksi Tanaman,
Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang

²Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang
JL. Sutan Syahril No. 267, Mata Air – Padang 25216

*Email korespondensi: mnovidita@gmail.com

ABSTRACT

Rice stem borers (Scirpophaga spp.) are one of the major pests of rice plants that can cause significant yield losses. This study aims to identify and explore the presence of parasitoids on rice stem borers (Scirpophaga spp.) in Ketaping District, Padang Pariaman Regency, West Sumatra. The method used was a direct survey in rice fields. Rice stem borer eggs found were collected and taken to the laboratory for incubation until parasitoids emerged. Identification was carried out based on the morphology of the parasitoid adults that emerged. The results showed that three parasitoid species were found, namely Telenomus dignus, Eupelmus sp., and Cotesia flavipes. These findings can serve as a basis for sustainable biological control of rice stem borers.

Keywords: *biological control, Cotesia flavipes, Eupelmus sp., identification, Telenomus dignus*

PENDAHULUAN

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) adalah tanaman primadona bagi rakyat di Indonesia dan banyak orang di seluruh dunia. Tanaman padi dianggap sebagai penyedia pangan pokok di Indonesia sehingga budidayaanya sangat penting untuk diketahui dan dikembangkan (Jamilah, 2017). Upaya peningkatan produksi padi dihadapkan pada kendala dan masalah, diantaranya adanya serangan hama. Salah satu hama yang menyerang tanaman padi yaitu hama penggerek batang padi. Penggerek batang padi merupakan hama utama tanaman padi (Manueke et al., 2018; Kartohardjono, 2011).

Penggerek batang padi adalah spesies yang sering menyebabkan kehilangan hasil tanaman padi di Indonesia, wilayah Asia, dan Australia. Hama ini menyerang tanaman padi di semua stadia pertumbuhannya, dari persemaian hingga panen (Awaluddin, 2019). Serangan hama ini dapat menyebabkan gejala sundep pada tanaman padi sawah. Larva menyerang pangkal daun muda, yang kemudian menjadi layu dan mengering. Serangan pada batang menyebabkan gejala beluk, yaitu larva menyerang batang pada waktu awal pembungaan yang menyebabkan bulir menjadi hampa dan tangkai bulir dapat tercabut dengan mudah (Manueke et al., 2018).

Untuk mengendalikan hama ini biasanya petani menggunakan insektisida secara berlebihan yang dapat merusak bioekologi sawah. Penggunaan insektisida secara berlebihan dan terus menerus dapat membahayakan lingkungan, membuat hama menjadi lebih tahan, resistensi atau ledakan hama sekunder, membunuh organisme non target, dan adanya sisa/ residu dari insektisida. Oleh karena itu, disarankan teknik pengendalian secara terintegrasi dengan mengutamakan lingkungan yang sehat dan meningkatkan peran serangga bermanfaat seperti musuh alami (predator, parasitoid dan predator). Parasitoid adalah serangga kecil atau sama besar dengan inangnya yang dapat memarasit dan membunuh inang tersebut. Pengendalian dengan parasitoid telah diketahui sejak sebelum tahun 1945. Penggunaan parasitoid sebagai agens hayati membantu menurunkan populasi hama karena mereka memiliki daya kelangsungan hidup yang baik, hanya memerlukan satu atau sedikit individu inang untuk menyelesaikan daur hidupnya, memiliki kisaran inang yang sempit, dan populasi parasitoid dapat bertahan bahkan dalam aras yang rendah (Kartohardjono, 2011; Awaluddin, 2019).

Penelitian (Junaedi et al., 2016) menemukan tiga jenis parasitoid telur penggerek batang padi putih pada pertanaman padi di kabupaten Sigi yaitu *Tetrastichus* sp., *Telenomus* sp., dan *Trichogramma* sp. Selanjutnya (Awaluddin, 2019) menambahkan ditemukan *Trichogramma japonicum* Ashmead, *Tetrastichus schoenobii* Ferriere, *Telenomus rowani* Gahan pada berbagai fase pertumbuhan tanaman

padi. Sedangkan penelitian (Elfira, 2018) menemukan 5 spesies parasitoid telur penggerek batang padi pada pertanaman padi di kabupaten Pesisir Selatan yaitu *Telenomus dignus*, *Telenomus rowani*, *Tetrastichus schoenobii*, *Trichomalopsis apanteloctena* dan *Trichogramma japonicum*.

Kecamatan Ketaping, Kabupaten Padang Pariaman, merupakan salah satu sentra produksi padi utama di Sumatera Barat. Data mengenai parasitoid penggerek batang padi di wilayah ini masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis dari hama penggerek batang padi (*Scirpophaga spp.*) yang dapat digunakan sebagai dasar penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di beberapa lokasi pertanaman padi di Kecamatan Ketaping, Kabupaten Padang Pariaman pada bulan Mei 2025. Identifikasi parasitoid dilakukan di laboratorium serangga Karantina Tumbuhan, Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan Sumatera Barat.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu telur penggerek batang padi dan alkohol. Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu mikroskop stereo, toples plastik, botol kaca, karet gelang, kain kasa, kuas lukis, pinset dan alat tulis menulis.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan teknik purposive sampling yang bertujuan untuk memilih lokasi yang representatif. Telur penggerek batang padi yang ditemukan dikoleksi dan dibawa ke laboratorium untuk diinkubasi hingga parasitoid muncul dan dilakukan identifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan identifikasi yang dilakukan di Laboratorium didapatkan hasil bahwa terdapat beberapa parasitoid penggerek batang padi pada pertanaman padi di Kecamatan Ketaping, Kabupaten Padang Pariaman, yaitu *Telenomus dignus*, *Eupelmus sp.*, dan *Cotesia flavipes*. Ketiganya mewakili kelompok parasitoid telur dan larva yang memiliki peran penting dalam menekan populasi hama secara alami di lahan pertanian.

Telenomus dignus (Hymenoptera: Scelionidae) merupakan lebah kecil yang biasanya berwarna hitam dan parasitoid hanya pada telur serangga lain. Parasitisasi pada fase telur sangat penting karena dapat menghentikan siklus hidup hama sebelum mencapai tahap larva yang merupakan tahap destruktif (Kalshoven, 1981). Inang dari serangga ini banyak ordo Lepidoptera dan Hemiptera dan ada juga telur dari serangga ordo Diptera dan Neuroptera (Johnson, 1984). Panjang tubuh *Telenomus dignus* lebih kurang 1 mm (Kalshoven, 1981; Polaszek & Kimani, 1990). Keberadaan parasitoid menunjukkan bahwa sistem ekologi di pertanaman padi kelurahan ketaping masih dapat secara aktif mendukung aktivitas musuh alami.



Gambar 1. *Telenomus dignus*

Eupelmus sp. morfologi khas dengan tubuh kecil (1–6 mm), berwarna coklat kehitaman hingga metalik, mesonotum cekung, dan bentuk tubuh yang kaku saat mati. Klasifikasi: Ordo *Hymenoptera*, superfamili *Chalcidoidea*, famili *Eupelmidae*, subfamili *Eupelminae*, genus *Eupelmus* (van Noort, 2025). Beberapa bersifat hiperparasit, menyerang parasitoid lain di dalam tubuh inang. Beberapa *Eupelminae* dapat melompat secara cepat menggunakan kaki tengah gerak cepat dari energi resilin, mekanisme ini juga berperan saat mati (Callcid Collaborator, 2017). Betina memiliki ovipositor panjang dan fleksibel, memungkinkan penetrasi ke dalam gall atau serasah untuk mencapai inang .



Gambar 2. *Eupelmus* sp.

Cotesia flavipes adalah parasitoid dari kelompok endoparasit gregorius yang ditemukan pada larva lepidoptera. Persentasi kemampuan parasitoid *C. flavipes* dalam menekan perkembangan hama penggerek batang pada tanaman mencapai 32-55% (Murthy & Rajeshwari, 2011). Cara parasitoid betina meletakkan telur pada inangnya adalah dengan meletakkan di permukaan kulit inang atau dengan cara menusukan ovipositornya dan langsung memasukkan telur kedalam tubuh inangnya. Larva Sebagian besar bersifat endoparasitoid yaitu berkembang didalam tubuh inangnya dan ada juga yang bersifat ektoparasitoid yaitu mengisap cairan inangnya dan berkembang di luar tubuh inang (Hadi *et al.*, 2009).



Gambar 3. *Cotesia flavipes*

KESIMPULAN

Eksplorasi parasitoid pada pertanaman padi di Kecamatan Ketaping berhasil menemukan tiga jenis parasitoid hama penggerek batang padi (*Scirpophaga* spp.), yaitu *Telenomus dignus* (parasitoid telur), *Eupelmus* sp. (parasitoid generalis), dan *Cotesia flavipes* (parasitoid larva). Ketiga jenis parasitoid memiliki potensi dalam menekan populasi hama secara alami, serta dapat dikembangkan dalam strategi pengendalian hama terpadu (PHT) berbasis pengendalian hayati. Keberadaan parasitoid ini menunjukkan kondisi agroekosistem yang mendukung konservasi musuh alami, sehingga perlu dijaga melalui pengelolaan lingkungan pertanian yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Awaluddin. (2019). *Peranan Parasitoid Telur Penggerek Batang Padi Putih Scirpophaga innotata (Walker) Pada Berbagai Fase Pertumbuhan Padi*.
<http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng->

- 8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI.
- Chalcid Collaborators, C. (2017). *Family- Eupelmidae*.
https://outreach.chalcid.org/diversity/eupelmidae.html?utm_source=chatgpt.com
- Elfira, S. W. (2018). Keanekaragaman Dan Tingkat Parasititasi Parasitoid Pada Telur Penggerek Batang Padi Di Pertanaman Padi Kabupaten Pesisir Selatan (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Hadi, M., Tarwotjo, U., & Rahadian, R. (2009). Biologi insekta entomologi. *Yogyakarta: Graha Ilmu*, 7.
- Jamilah. (2017). Peluang Budidaya Tanaman Padi Sebagai Penyedia Beras dan Pakan Ternak Menunjang Kedaulatan Pangan. *Deepublish*, 1–122.
- Johnson NF. 1984. Systematics of nearctic Telenomus: Clasification and revision of the podisi and phymatae group. *Bull of the Ohio Biological and Survey* 6 (3): 1-113
- Junaedi, E., Yunus, M., & Hasriyanty. (2016). Jenis Dan Tingkat Parasitasi Parasitoid Telur Penggerek Batang Padi Putih (*Scirpophaga innotata* WALKER) Pada Pertanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Di Dua Ketinggian Tempat Berbeda di Kabupaten Sigi. *Jurnal Agrotekbis*, 4(3), 280–287.
<http://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/agrotekbis/article/view/20>
- Kalshoven LGE. 1981. The pests of crops in Indonesia. Revised and translated by PA van der Laan. Jakarta
- Kartohardjono, A. (2011). Komponen Pengendalian Hama Padi Berbasis Ekologi. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*, 4(1), 29–46.
- Manueke, J., Assa, B. H., & Pelealu, E. A. (2018). Hama-hama Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) di Kelurahan Makalonsow Kecamatan Tondano Timur Kabupaten Minahasa. *Eugenia*, 23(3), 120–127. <https://doi.org/10.35791/eug.23.3.2017.18964>.
- Murthy, K. S., Rajeshwari, R., Jalali, S. K., & Venkatesan, T. (2011). Host searching efficiency of *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) an important parasitoid of the Maize stem borer *Chilo Partellus* Swinhoe. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, *Rajasthan*, 1(3), 71-74.
- Polaszek A, Kimani SW. 1990. Telenomus species (Hymenoptera : Scelionidae) in Africa : a review and guide to identification. *Bull of Entomol Res* 80: 57-71
- van Noort, S. (2025). *Eupelmus pedatorius* - *WaspWeb*.
en.wikipedia.org+8waspweb.org+8waspweb.org+8

APLIKASI DOSIS PELET KOMPOS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L)

*(Application of Compost Pelet Dosage on the Growth and Yield of Shallots (*Allium ascalonicum* L.)*

Mokhamad Irfan^{1*}, Aulia Rani Annisava¹, Lutfiyah Salsabila¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, Indonesia

*E-mail Koresponden: mokhamad.irfan@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

A good fertilizer is a fertilizer that contains complete nutrients (macro and micro), contains organic materials, is sufficient for plant growth, is effective and efficient. Compost pelets added with 2% NPK will produce fertilizer that contains complete nutrients to support optimal plant growth so that the right dosage is needed. This study aims to determine the dosage compost pelets that have been added with 2% NPK fertilizer on the growth and yield of shallots. This research was conducted from January to March 2024 at the UARDS research field and the PEMTA laboratory of the Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University. The method used was a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of 6 treatments with 8 replicates. The treatment consists of 250 g compost pelets without NPK, 50 g, 100 g, 150 g, 200 g compost pelets added NPK 2% and 10 g NPK without compost pelets. The parameters observed were plant height, number of leaves clump, diameter of bulbs, number of bulbs clump, wet weight of bulbs clump, wind dry weight of bulbs clump, and leaf color. The results showed that the treatment of compost pelets dose of 150 g/polybag gave a real influence on the parameters of plant height, number of bulbs clump, wet weight of bulbs clump, and wind dry weight of bulbs clump. It is recommended to use dose of compost pelets 150 g/polybag because it can increase the growth and yield of shallot plants.

Keywords : NPK added, organic fertilizer

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang telah lama diusahakan oleh petani secara intensif. Bawang merah menjadi komoditas andalan dan sangat digemari oleh masyarakat Indonesia. Hal ini dikarenakan bawang merah memiliki banyak manfaat, selain sebagai bumbu dapur, bawang merah juga biasanya dikonsumsi dalam bentuk mentah dan sebagai obat tradisional (Sumarni, 2018). Berbagai cara dilakukan untuk mengoptimalkan budidaya bawang merah, salah satunya adalah pemupukan. Pemupukan dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk organik dan anorganik.

Penggunaan pupuk anorganik masih lebih sering digunakan petani berbanding pupuk organik. Hal ini disebabkan penggunaannya yang praktis, mudah didapat, harganya murah, serta pengaruhnya terhadap tanaman cepat terlihat, efektif dan efisien dalam aplikasinya. Namun, penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan dapat memberi dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Purbosari, 2021). Pemberian pupuk anorganik secara terus – menerus dalam waktu yang lama dengan dosis yang tidak tepat dapat mendegradasi kesuburan tanah, bahkan mengubah sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Maghfoer, 2018). Pencemaran yang dihasilkan dari penggunaan pupuk anorganik dapat mengubah keseimbangan unsur hara di dalam tanah yang membuat tanah menjadi tidak subur di masa mendatang (Puspawati dan Haryono, 2018). Di samping itu, residu dari penggunaan pupuk anorganik juga dapat menjadi ancaman bagi kesehatan konsumen hasil-hasil pertanian.

Untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik maka pemupukan dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik mampu menjaga keseimbangan lahan dan meningkatkan produktivitas lahan untuk meningkatkan hasil pertanian (Khasanah, 2018). Salah satunya ialah melalui penambahan kompos. Kompos sebagai pupuk organik berfungsi sebagai sumber hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Pupuk kompos dapat memperbaiki struktur tanah dengan

meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah.

Laboratorium Badan Tenaga Atom Nasional Serpong Tangerang (No.144/DAGST/AIR.4/96) meneliti kandungan nutrisi kompos kotoran ayam yaitu kandungan nitrogen 4,06%, kandungan fosfor 6,06%, dan kandungan kalium 2,30%. Pengolahan kotoran ayam menjadi kompos dapat mencegah terjadinya polusi air yang disebabkan oleh penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan yang dapat mematikan organisme air dan memicu tumbuhnya tumbuhan air yang dapat mempercepat terjadinya pendangkalan (Fradinata, 2021).

Kelebihan pupuk organik yaitu memiliki unsur hara lengkap baik makro maupun mikro, ramah lingkungan, kemampuan tanah dalam menahan air bertambah, melepas unsur hara secara perlahan (*slow release*), tidak akan mengalami over dosage dan tidak meninggalkan residu. Kelebihan lain yang tidak dimiliki pupuk kimia adalah kaya dengan mikroba fungsional sebagai decomposer, biofertilizer, biostimulan, bioprotectant (Dahlianah, 2015), namun pupuk organik mengandung unsur hara yang rendah, lambat tersedia bagi tanaman dan diperlukan dalam jumlah yang banyak.

Perubahan bentuk kompos menjadi pelet sebagai pupuk organik menjadi pelet kompos (pelkom) yang diberi pupuk NPK diharapkan dapat menutupi kelemahan dari kedua sumber pupuk tersebut yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik dalam bentuk pelet akan memudahkan dalam transportasi, pemasaran, tidak berdebu, tidak menjijikan, dan mudah diakses petani. Formulasi pupuk anorganik dan organik dalam bentuk pelet merupakan salah satu inovasi pupuk lengkap berbentuk padatan. Unsur hara yang terkandung dalam pelet tidak mudah tercuci oleh dan akan dilepaskan secara perlahan (*slow release*) dalam jangka waktu yang lama. Putro dkk., (2016) mengatakan kombinasi pupuk kandang ayam dengan pupuk NPK dapat mempertahankan keseimbangan unsur hara dan meningkatkan kesuburan tanah.

Membiasakan memberi input bahan organik di setiap pemupukan merupakan perilaku bertani yang bijak karena dalam jangka panjang akan memperbaiki sifat kimia, fisik dan biologi tanah. Di sisi lain, efektivitas dan efisiensi pemupukan dapat dicapai dengan mengacu kepada kaidah 5T, yaitu tepat jenis pupuk, tepat sasaran, tepat waktu, tepat cara, dan tepat dosis. Tanaman yang kekurangan pupuk tidak dapat tumbuh dengan maksimal dan sebaliknya pemberian pupuk secara berlebihan dinilai kurang efisien. Berdasarkan uraian di atas maka peneliti melakukan penelitian dengan judul "Aplikasi Dosis Pelet Kompos terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis pelkom pupuk kandang ayam dengan penambahan pupuk NPK sebanyak 2% yang terbaik pada pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di lahan UARDS dan Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi, dan Ilmu Tanah (PEMTA) Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Kelurahan Tuah Madani, Kecamatan Tuah Madani, Kota Pekanbaru. Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Januari 2024 sampai Maret 2024.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih umbi bawang merah Varietas Bima Brebes, pelkom, polybag, tanah dan pestisida berbahan aktif prefenofos. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat tulis, cangkul, gembor, parangtimbangan digital, meteran, jangka sorong digital, *Munsell Color Charts for Plant Tissue*.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan 8 kali ulangan. Adapun perlakuannya adalah sebagai berikut : K0 = 250 g pelkom/polibag tanpa pupuk NPK ; K1 = 50 g pelkom/polibag + 2% NPK ; K2 = 100 g pelkom/polibag + 2% NPK ; K3 = 150 g

pelkom/polibag + 2% NPK; K4 = 200 g pelkom/polibag + 2% NPK ; K5 = 10 g NPK tanpa pelkom (kontrol). Berdasarkan jumlah perlakuan tersebut, akan didapat 48 unit percobaan. Data hasil pengamatan dari masing-masing perlakuan diolah secara statistik dengan menggunakan Sidik Ragam RAL. Jika hasil sidik ragam RAL menunjukkan beda nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Lahan

Lahan yang digunakan pada penelitian ini ialah lahan yang datar, bersih dari gulma, dekat dengan sumber air, tidak terlindung oleh sinar matahari dan diberi atap plastic transparan setinggi 2 meter.

Pembuatan Pelkom

Bahan kompos terdiri dari pupuk kandang ayam + limbah ulat hongkong + tangkos kelapa sawit yang sudah matang dengan perbandingan v/v (1:1:2), ditambahkan dolomit 5% dari berat total bahan kompos. Semua bahan dimasukkan ke dalam wadah dan diaduk sampai homogen, dan setiap seminggu sekali dilakukan pengadukan. Inkubasi pengomposan berlangsung selama 1 bulan. Setelah selesai inkubasi, ditambahkan NPK 2%. Sebagai perekat, diberikan larutan kanji 6,25% secukupnya kemudian diaduk sampai jika dikepal tidak berderai. Selanjutnya kompos dicetak menggunakan pesin pelet sehingga berbentuk pelet kemudian dijemur di bawah sinar matahari sampai kadar air $\pm$ 14%. Kompos pelet siap digunakan.

Pemberian Perlakuan

Pelkom diberikan 2 hari sebelum tanam dengan cara mencampurkan ke dalam media tanam (tanah top soil) dan diberikan secara keseluruhan. Adapun pemberian perlakuan pupuk NPK 10 g diberikan dua kali yaitu 4 g diberikan pada 2 hari sebelum tanam dan 6 g diberikan pada tanaman berumur 30 hst.

Penanaman

Bibit yang digunakan Varietas Bima Brebes berasal dari Brebes, Jawa Tengah dengan diameter umbi kisaran 1,3-1,5 cm. Sebelum ditanam, sisa-sisa akar dibersihkan, lalu bagian atas umbi dipotong 1/3 bagian menggunakan pisau yang bersih. Tujuan dilakukan pemotongan agar umbi tumbuh secara merata dan merangsang tumbuhnya tunas. Sebelum umbi ditanam, luka bekas potongan dikeringkan agar tidak terjadi pembusukan.

Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman dan pengendalian OPT. Penyiraman tanaman dilakukan dua kali sehari (pagi dan sore) di awal tanam. Penyiraman berikutnya dilakukan secara kondisional dengan melihat keadaan kelembaban tanah. Penyiraman dihentikan seminggu menjelang panen. Adapun pengendalian OPT (gulma, serangga dan penyakit) dilakukan mekanik dan kondisional.

Panen

Pemanenan dilakukan ketika tanaman bawang merah sudah memenuhi kriteria panen yaitu ketika 70-80% daun telah rebah, berwarna kuning pucat dan umbi berwarna merah tua/merah keunguan, serta berbau khas.

Parameter Pengamatan

Parameter tinggi tanaman (cm), jumlah daun per rumpun (helai) dan bagan warna daun dilakukan pada tanaman berumur 42 HST. Bagan warna daun diukur dengan cara menempelkan daun pada padanan warna di *Munsell Color Charts for Plant Tissue*. Adapun parameter diameter umbi (mm), jumlah umbi, berat basah per rumpun (g) dan berat kering tanaman (g) dilakukan di akhir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman (cm)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pelkom + 2% pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah. Perlakuan pemberian pelkom pada dosis 200 g/polybag memberikan hasil tertinggi berbanding dengan perlakuan lainnya. Rerata tinggi tanaman bawang merah dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rerata tinggi tanaman (cm) bawang merah pada umur 42 HST

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
50 g pelkom	29.50 ^d
100 g pelkom	29.75 ^d
150 g pelkom	32.37 ^b
200 g pelkom	34.87 ^a
250 g pelkom tanpa NPK	30.50 ^{cd}
10 g NPK tanpa pelkom (kontrol)	31.50 ^{bc}

Keterangan : Nilai rata – rata yang diikuti oleh superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata uji DNMR pada taraf 5% .

Perlakuan pemberian pelkom pada dosis 250 g/polybag tanpa diberi pupuk NPK, tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemberian pupuk NPK 10 g/polibag tanpa pelkom (kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa pupuk anorganik bisa digantikan oleh pupuk organik tetapi diperlukan dalam jumlah yang besar. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik perlu dikombinasikan dengan pemberian pupuk organik agar pertumbuhan tanaman menjadi optimal dengan tidak merusak lingkungan.

Pemberian kompos dalam bentuk pelet dapat memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman bawang merah dalam satu musim tanam, karena tanaman bawang merah tetap dapat tumbuh dengan baik tanpa diberi pupuk susulan, karena sifat dari pupuk organik adalah unsur haranya dilepaskan dalam keadaan perlahan. Marta (2024) mengatakan, kandungan unsur hara pada formulasi pelkom yang dibuat dengan mengkombinasikan antara pupuk anorganik dan pupuk organik mampu memenuhi kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan tanaman tomat.

Hal ini dikarenakan pupuk kandang ayam yang terdapat pada pelkom, mengandung unsur hara yang lengkap (unsur hara makro N, P, K, Mg, Ca, dan S) dan unsur hara mikro (Cu, Fe, Zn dan Mn) yang ketersediaannya dapat memaksimalkan pertumbuhan bawang merah, memperbaiki sifat fisik, kimia, biologi tanah dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, sehingga dapat membantu struktur agregat tanah yang akhirnya dapat membantu tanaman bawang merah dalam pertumbuhan dan perkembangannya (Wijayantoko dkk., 2021). Sejalan dengan penelitian Syahputra dkk. (2022), pemberian pupuk kandang ayam memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik ZA.

Jumlah Daun per Rumpun (helai)

Hasil sidik ragam pada parameter jumlah daun per rumpun (helai) menunjukkan bahwa pemberian pelkom berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman bawang merah. Rerata jumlah daun bawang merah per rumpun dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rerata jumlah daun bawang merah (helai) per rumpun pada umur 42 HST

Perlakuan	Jumlah Daun per Rumpun (helai)
50 g pelkom	26.50
100 g pelkom	26.25
150 g pelkom	27.37
200 g pelkom	27.87
250 g pelkom tanpa NPK	26.00
10 g NPK tanpa pelkom (kontrol)	26.75

Keterangan : Nilai rata – rata yang diikuti oleh superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata uji DNMRT pada taraf 5%

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa pemberian pelkom dengan dosis berbeda berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun tanaman bawang merah. Merujuk pada deskripsi yang dikeluarkan KEMENTAN tahun (1984) Varietas Bima Brebes, jumlah daun ialah 14-50 helai. Meskipun data menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata tetapi jumlah daun telah mencapai rerata 26-27 helai. Hal ini berarti parameter jumlah daun telah mencapai pertumbuhan sesuai deskripsi. Diduga karena hara pada pelkom yang tersedia dalam jumlah yang cukup memberikan dampak positif bagi pertumbuhan vegetatif tanaman bawang merah. Penelitian Pramudita, (2024) menunjukan bahwa aplikasi kompos pelet 100 g yang mengandung 5% NPK per polybag/tanaman, memberikan pengaruh yang nyata dengan perlakuan pemberian hanya pupuk NPK 10 g/polybag/tanaman pada parameter diameter umbi, berat basah umbi dan berat kering umbi bawang merah. Hal ini menunjukan bahwa pemberian kompel memberikan kesan positif untuk mendukung terealisasi system pertanian organik. Tanpa penambahan pupuk anorganik, maka kandungan unsur hara belum mencukupi kebutuhan hara tanaman. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Latarang dan Syakur (2018) yang mengatakan bahwa pemberian pupuk kandang ayam ke dalam tanah akan meningkatkan kandungan unsur hara N, P, dan K. Unsur N dibutuhkan tanaman pada fase vegetatif dalam pembentukan jaringan-jaringan tanaman.

Warna Daun

Hasil pengamatan warna daun pada umur 42 HST menggunakan *munsell color chart for plant tissues* dapat dilihat pada Tabel 4.3. Semua perlakuan menunjukkan warna daun yang sama yaitu dengan Value 4 dan Chroma 4 pada Hue 7,5 GY yang berarti semua daun berwarna hijau tua.

Tabel 3. Pengamatan warna daun bawang merah pada umur 42 HST

Perlakuan	Ulangan							
	1	2	3	4	5	6	7	8
50 g pelkom	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
100 g pelkom	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
150 g pelkom	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
200 g pelkom	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
250 g pelkom tanpa NPK	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
10 g NPK tanpa pelkom (kontrol)	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4

Keterangan : kuning (Y), hijau (G), hijau kekuningan (GY).

Warna daun tanaman bawang merah didominasi oleh warna hijau yang dihasilkan oleh pigmen klorofil. *Munsell Plant Tissue Color Charts* adalah alat bantu visual yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengkomunikasikan warna jaringan tanaman secara objektif dan konsisten. *Munsell Plant Tissue Color Charts* tidak dapat mengukur kandungan unsur hara pada tanaman bawang merah, dengan menggunakan Munsell mengamati apabila warna daun bawang merah mengalami perubahan dapat menjadi indikasi adanya masalah seperti kekurangan hara, serangan hama/penyakit, atau stres lingkungan. Sejalan dengan pendapat Armita dkk. (2022) menyatakan bahwa, warna daun juga dapat mengindikasikan tumbuhan tersebut kekurangan unsur hara. Berikut adalah foto pengamatan warna daun.



Gambar 1 : Cara pengukuran bagan warna daun

Sejalan dengan pendapat Armita dkk. (2022) menyatakan bahwa, warna daun juga dapat mengindikasikan tumbuhan tersebut kekurangan unsur hara.

Tabel 3 menunjukkan tidak adanya perbedaan warna daun pada 42 HST, hal ini dapat diindikasikan bahwa kebutuhan unsur hara dalam masa pertumbuhan tanaman bawang merah tercukupi. Pada umumnya warna daun dipengaruhi oleh zat hijau daun (klorofil) yang menyebabkan warna daun menjadi hijau. Distribusi klorofil pada daun berbeda-beda. Klorofil di pangkal daun akan berbeda dengan klorofil di bagian ujung, tengah, dan tepi daun. Perbedaan jumlah klorofil ini akan menunjukkan perbedaan warna daun. Daun dengan umur muda akan berubah warna menjadi daun yang lebih hijau. Hal ini terkait dengan jumlah nutrisi yang didistribusikan ke daun (Tyas dkk., 2015).

Diameter Umbi (mm)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis pelkom berpengaruh tidak nyata antar perlakuan pelkom namun berbeda nyata dengan pemberian pupuk NPK saja terhadap pembentukan diameter umbi tanaman bawang merah. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian beberapa dosis pelkom yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan diameter umbi bawang merah. Pemberian dosis 10 g NPK tanpa pelkom (kontrol) memiliki diameter umbi terkecil dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pemberian dosis 200 g pelkom memberikan hasil terbaik dengan diameter umbi 16,80 mm dan tidak berbeda nyata dengan diameter umbi pada dosis 50 g pelkom, 100 g pelkom, 150 g pelkom serta 250 pelkom tanpa NPK. Hal ini menunjukan bahwa pentingnya penambahan bahan organik di setiap pemupukan untuk lebih meningkatkan pertumbuhan tanaman. Rerata hasil pertumbuhan diameter umbi bawang merah dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Rerata hasil pembentukan diameter umbi bawang merah (mm).

Perlakuan	Diameter Umbi (mm)
50 g pelkom	16.17 ^a
100 g pelkom	16.43 ^a
150 g pelkom	16.82 ^a
200 g pelkom	16.80 ^a
250 g pelkom tanpa NPK	16.82 ^a
10 g NPK tanpa pelkom (kontrol)	12.65 ^b

Keterangan : Nilai rata – rata yang diikuti oleh superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata uji DNMR pada taraf 5%

Pemberian pelkom pada dosis tersebut telah dapat memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman bawang merah yang tersedia dalam keadaan seimbang, terpenuhinya unsur hara diduga karena pelkom memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang lengkap. N merupakan salah satu unsur hara

yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, keunggulan N yaitu mampu menyediakan natrium yang mudah diserap oleh tanaman, proses penguraian nya pun cukup mudah sehingga baik untuk pertumbuhan tanaman. Unsur P berfungsi sebagai penyusun komponen membran sel dan pembentukan ATP sebagai pembawa energi dalam proses pembentangan dan pembesaran umbi. Unsur K dapat meningkatkan proses sintesis klorofil yang dapat membantu tanaman dalam proses fotosintesis, pembentukan bunga, meningkatkan pembentukan karbohidrat dan meningkatkan besarnya umbi serta dapat meningkatkan daya serap air (Kitri dkk., 2023).

Winanda dkk. (2019), menyatakan bahwa pemberian pupuk yang mengandung N, P, K dengan dosis yang sesuai akan berpengaruh dalam mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman sedangkan pemberian dosis terlalu tinggi akan memperlambat pertumbuhan tanaman begitu pula dengan pemberian terlalu rendah akan menyebabkan defisiensi hara yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sehingga menjadi kerdil. Oleh karenanya, formulasi antara pupuk organik dan pupuk anorganik perlu ditingkatkan guna mencukupi kebutuhan unsur hara makro dan mikro.

Di dalam pupuk organik terdapat hara makro dan mikro secara lengkap meskipun dalam jumlah yang relatif kecil (Erkwan dkk., 2017). Nitrogen merupakan salah satu unsur hara yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Keunggulan nitrogen yaitu mampu menyediakan natrium yang mudah diserap oleh tanaman, proses penguraiannya juga cukup mudah sehingga baik untuk pertumbuhan tanaman. Unsur P berfungsi sebagai penyusun komponen membran sel dan pembentukan ATP sebagai pembawa energi dalam proses pembentangan dan pembesaran umbi. Unsur K dapat meningkatkan proses sintesis klorofil yang dapat membantu tanaman dalam proses fotosintesis, pembentukan bunga, meningkatkan pembentukan karbohidrat, meningkatkan daya serap air dan meningkatkan besarnya umbi. (Kitri dkk., 2023)

Jumlah Umbi per Rumpun

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pelkom berpengaruh nyata terhadap pembentukan jumlah umbi tanaman bawang merah per rumpun. Pada dosis 10 g NPK tanpa pelkom (kontrol) berbeda tidak nyata dengan dosis 200 g pelkom, 150 g pelkom, dan 250 g pelkom tanpa NPK, tetapi berbeda nyata dengan dosis 50 g pelkom dan dosis 100 g pelkom. Pada Tabel 4.5. juga menunjukkan bahwa penggunaan NPK bisa dikurangi dengan menggunakan 150 g pelkom yang mengandung 2% NPK karena memiliki hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol.

Tabel 5. Rerata jumlah umbi bawang merah per rumpun

Perlakuan	Jumlah Umbi per Rumpun (umbi)
50 g pelkom	6.12 ^b
100 g pelkom	6.20 ^b
150 g pelkom	7.75 ^{ab}
200 g pelkom	7.87 ^{ab}
250 g pelkom tanpa NPK	7.37 ^{ab}
10 g NPK tanpa pelkom (kontrol)	8.50 ^a

Keterangan : Nilai rata – rata yang diikuti oleh superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata uji DNMR pada taraf 5%

Unsur yang terkandung dalam pelkom diantaranya unsur N, P, dan K yang memiliki peran penting dalam pembentukan umbi tanaman. Kandungan unsur N yang tinggi membuat tanaman lebih hijau sehingga proses fotosintesis dapat berjalan sempurna yang berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas hasil akhir panen dengan kandungan unsur N yang lebih banyak maka akan merangsang tumbuhnya anakan sehingga akan diperoleh hasil panen dengan jumlah berat umbi yang lebih banyak. Unsur P yang merangsang pertumbuhan akar, sehingga mempercepat pertumbuhan umbi dan merangsang pertambahan jumlah umbi, serta unsur K yang berfungsi untuk pembentukan pati dan translokasi hasil-hasil fotosintesis (Yusmalinda dan Ardian, 2019). Menurut Susanto (2022) bahwa unsur N, P dan K merupakan unsur hara makro yang diperlukan dalam pertumbuhan daun dan pertumbuhan umbi atau anakan.

Jumlah daun yang dihasilkan oleh suatu tanaman bawang merah dapat menjadi indikator jumlah umbi yang dihasilkan, semakin banyak daun yang dihasilkan oleh suatu tanaman bawang merah maka

semakin banyak jumlah umbi yang dihasilkan tanaman bawang merah tersebut (Kharolina dkk., 2023). Beja (2020) menambahkan, semakin lebat daun, semakin banyak fotosintesis, semakin banyak cadangan makanan yang disimpan, dan semakin banyak energi yang bisa dimanfaatkan untuk membantu perkembangan generatif tanaman. Dengan demikian, produksi tanaman dapat ditingkatkan. Pertumbuhan tanaman yang baik dapat tercapai apabila unsur hara yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan berada dalam bentuk seimbang dan dalam konsentrasi yang optimum serta didukung oleh faktor lingkungannya.

Berat Basah Umbi per Rumpun (g)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pelkom berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman bawang merah umbi per rumpun. Pemberian dosis 10 g NPK tanpa pelkom berbeda nyata dengan dosis lainnya dan memiliki berat basah umbi per rumpun terendah. Pemberian pelkom pada dosis 200 g pelkom dan 150 g pelkom tidak berbeda nyata dengan dosis 250 g pelkom tanpa NPK, tetapi berbeda nyata dengan dosis 50 g pelkom dan dosis 100 g pelkom. Rerata berat basah umbi bawang merah per rumpun dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Rerata berat basah umbi bawang merah per rumpun (g)

Perlakuan	Berat Basah Umbi per Rumpun (g)
50 g pelkom	37.50 ^b
100 g pelkom	39.00 ^b
150 g pelkom	48.62 ^a
200 g pelkom	49.37 ^a
250 g pelkom tanpa NPK	44.75 ^{ab}
10 g NPK tanpa pelkom (kontrol)	23.50 ^c

Keterangan : Nilai rata – rata yang diikuti oleh superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata uji DNMRT pada taraf 5%

Tabel 6 di atas menunjukan bahwa pemberian bahan organik dalam bentuk pelkom dapat meningkatkan berat basah umbi bawang berbanding tanpa pemberian pelkom. Perlakuan 200 pelkom menunjukkan rata-rata berat basah tanaman tanaman bawang merah tertinggi (49,37 g). Pemberian pupuk NPK saja memberikan pengaruh yang rendah terhadap berat basah tanaman bawang merah, hal ini diduga karena tanaman bawang merah dapat tumbuh optimal apabila pupuk yang diberikan mengandung unsur hara yang lengkap. Marianah (2018) mengatakan untuk mencapai pertumbuhan optimal, seluruh unsur hara harus dalam keadaan seimbang, artinya tidak boleh ada satu unsur hara pun yang menjadi faktor pembatas.

Pemberian pelkom pada dosis 200 g yang mengandung 2% NPK diduga telah mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam keadaan seimbang sehingga tanaman dapat melakukan proses fisiologisnya dengan baik serta memacu dan mendorong pembentukan generatif tanaman terutama proses pembentukan umbi. Sejalan dengan penelitian Harbing dkk. (2022) menyatakan bahwa, pemberian berbagai dosis pupuk kandang ayam dan pupuk NPK pengaruh nyata terhadap berat per rumpun tanaman bawang merah dan bobot tertinggi didapat pada perlakuan dosis 100 kg/ha pupuk NPK + 10 ton/ha pupuk kandang ayam.

Berat Kering Angin Umbi per Rumpun

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pelkom berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman bawang merah. Tabel 4.7 menunjukkan bahwa pemberian pelkom berpengaruh nyata terhadap berat kering angin umbi per rumpun tanaman bawang merah. Pemberian dosis 10 g NPK tanpa pelkom sebagai kontrol berbeda nyata dengan dosis lainnya dan memiliki berat kering angin umbi per rumpun terendah. Pemberian pelkom pada dosis 150 g pelkom memberikan hasil berat kering angin umbi per rumpun terbaik dan tidak berbeda nyata dengan dosis 200 g pelkom. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelkom pada dosis 150 g telah mampu mencukupi kebutuhan tanaman hingga masa

generatif. Rerata berat kering angin umbi bawang merah per rumpun dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Rerata berat kering angin umbi bawang merah per rumpun

Perlakuan	Berat Kering Angin Umbi per Rumpun (g)
50 g pelkom	31.25 ^c
100 g pelkom	34.12 ^c
150 g pelkom	46.12 ^a
200 g pelkom	44.87 ^{ab}
250 g pelkom tanpa NPK	38.25 ^{bc}
10 g NPK tanpa pelkom (kontrol)	21.12 ^d

Keterangan : Nilai rata – rata yang diikuti oleh superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata uji DNMR pada taraf 5%

Kebutuhan unsur hara tanaman yang cukup dan berimbang dapat mendorong aktivitas biologi tanah menjadi lebih baik. Jika dosis terlalu rendah berdampak pada bobot umbi akan menurun (Lubis dkk., 2022). Tingkat pertumbuhan dipercepat dengan memberikan formulasi pelkom yang mengandung pupuk kandang ayam untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman, di mana proses fisiologis pada jaringan tanaman akan berjalan dengan baik sehingga hasil fotosintesis ditransfer ke umbi (Wuriesyiane dkk., 2021). Selain menambah unsur hara, pemberian pupuk kandang ayam dalam formulasi pelkom juga membantu menetralkan pH tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas tanah secara langsung, meningkatkan ketersediaan air tanah, dan membantu penyerapan unsur hara yang pada akhirnya akan menciptakan kondisi ideal bagi pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman (Alfalah dkk., 2024).

Pupuk kandang ayam mengandung unsur hara P dan K, berperan dalam pembentukan buah. Proses fotosintesis erat kaitannya dengan penyerapan unsur hara, di mana hasil dari fotosintesis akan disalurkan dari daun menuju ke seluruh bagian tanaman. Semakin tersedia unsur hara dan penyerapan unsur hara bagus maka proses fisiologis akan semakin baik. Proses fisiologis yang baik akan mempengaruhi berat tanaman secara keseluruhan (Indra dkk., 2022). Astuti dkk. (2022) menambahkan, bila jumlah unsur hara yang tersedia bagi tanaman semakin banyak akan mendorong produksi fotosintat yang disimpan di dalam umbi sehingga akan menambah berat umbi.

KESIMPULAN

Aplikasi formulasi pelet kompos terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) didapat pada perlakuan pelkom dosis 200 g dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, diameter umbi, jumlah umbi, diameter umbi, berat basah umbi per rumpun, dan berat kering angin per rumpun walaupun tidak berpengaruh terhadap jumlah daun dan warna daun di umur 42 hst.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfalah, M., Sulardi, dan S. Maimunah. 2024. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Akibat Pemberian Pupuk Kotoran Ayam dan Eco Enzyme. Jurnal Pertanian Agros, 26(1): 5238-5244. DOI: <http://dx.doi.org/10.37159/jpa.v26i1>
- Armita, D., Wahdaniyah, Hafsan, dan H. A. Amanah. 2022. Diagnosis Visual Masalah Unsur Hara Esensial pada Berbagai Jenis Tanaman. Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi, 16(1): 139-150.
- Astuti, A. A. R., Y. Nuraini, dan B. Baswarsiaty. 2022. Pemanfaatan Trichokompos dan Pupuk Kandang Sapi untuk Perbaikan Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan, dan Produksi Tanaman Bawang Putih (*Allium sativum* L.). Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, 9(2): 243-253.
- BALITSA. 2018. Deskripsi Varietas Bima Brebes. www.balitsa.litbang.pertanian.go.id. Diakses Tanggal 10 Oktober 2023.
- Beja, H. D. 2020. Pengaruh Berbagai Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Bima. Mediagro, 16(2): 16-25.

- Dahlianah I. 2015. Pemanfaatan Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Pupuk Kompos dan Pengaruhnya terhadap Tanaman dan Tanah. Klorofil : Jurnal Ilmu-Ilmu Agroteknologi. 10(1) : 10 – 13. DOI: <https://doi.org/10.32502/jk.v10i1.190>.
- Erkwan, M., H. Hanum dan A. Lubis. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kerbau dan Dosis Pupuk Anorganik terhadap Hara N, P, K Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). Jurnal Agroteknologi. 5 (2) : 265-270. DOI: <https://doi.org/10.32734/ja.v5i2.2528>
- Harbing, Saida, dan Suriyanti. 2022. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk NPK pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). Jurnal AGrotekMAS, 3(3): 44-51. DOI: <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v3i3.265>
- Indra, I. Sari, dan Y. Riono. 2022. Pengaruh Pemberian Abu Janjang Kelapa Sawit terhadap Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Tanah Gambut. Jurnal Agro Indragiri, 7(1): 8-21. DOI: <https://doi.org/10.32520/jai.v9i1.1846>
- Kementan 1984. Surat Keputusan Menteri Pertanian, Nomor: 594/Kpts/TP.240/8/1984. Tanggal 11 Agustus 1984. Diakses Tanggal 10 Oktober 2023.
- Kitri, A., Maulidi, M., dan A. Listiawati. 2023. Pengaruh Bokasi Batang Pisang dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah pada Tanah Podsolik Merah Kuning. Jurnal Sains Pertanian Equator, 12(3): 400-408. DOI : <http://dx.doi.org/10.26418/jspe.v12i3.62091>
- Kharolina, Mustikarini E.D dan D. Pratama. 2023. Potensi Hasil Berbagai Varietas Unggul Bawang Merah di Lahan Ultisol Kabupaten Bangka. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 10(2): 215-222.. doi: 10.21776/ub.jtsl.2023.010.2.04
- Lubis, N., M. Wasito, L. Marlina, R. Girsang, dan H. Wahyudi. 2022. Respon Pemberian Ekoenzim dan Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). Jurnal Agrium, 25(2): 107-115. DOI: <https://doi.org/10.30596/agrium.v25i2.10354>
- Maghfoer, M. D. 2018. Teknik Pemupukan Terung Ramah Lingkungan. Malang: Universitas Brawijaya Press. 56 hal.
- Marianah, L. 2018. Pengaruh Aplikasi Rhizobakteri dan Dosis Pupuk terhadap Produksi Bawang Merah. Jurnal AgroSain, 2 (2) : 236-241.
- Marta C. 2024. Aplikasi Penambahan Npk pada Pelet Kompos terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). Skripsi. Prodi Agroteknologi Fak. Pertanian dan Peternakan Univ. Islam Negeri Sultan Sarif Kasim Riau.
- Purbosari, P. P., H. Sasongko, Z. Salamah, dan N. P. Utami. 2021. Peningkatan Kesadaran Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat Desa Somongari melalui Edukasi Dampak Pupuk dan Pestisida Anorganik. Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat, 7(2): 131-137. DOI: <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.7.2.131-137>
- Puspawati, C. dan P. Haryono. 2018. Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan Penyehatan Tanah. Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Edisi Tahun 2018. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Putro, B.P., G. Samudro dan W.D. Nugraha. 2016. Pengaruh Penambahan Pupuk NPK dalam Pengomposan Sampah Organik Secara Aerobik Menjadi Kompos Matang dan Stabil. Jurnal Teknik Lingkungan, 5 (2) : 1–10.
- Reza P. 2024. Pemberian Dosis Pelet Kompos Berformulasi pada Budi Daya Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). Skripsi. Prodi Agroteknologi Fak. Pertanian dan Peternakan Univ. Islam Negeri Sultan Sarif Kasim Riau.
- Rahman, A.S., Agung N dan R Soelistyono. 2016. Kajian Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Lahan dan Polybag dengan Pemberian Berbagai Macam dan Dosis Pupuk Organik. Jurnal Produksi Tanaman, 4(7): 538-546. DOI: 10.21176/protan.v4i7.326
- Syahputra, B., I. A. Putra, dan D. Kurniawan. 2022. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis Pupuk Kandang dan Pupuk ZA terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah. Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan, 5(2): 28-35. DOI:10.36490/agri.v5i2.567
- Tyas, P. S., D. Setyati, dan Umiyah. 2015. Perkembangan Pembungaan Lengkeng (*Dimocarpus longan* Lour) 'Diamond river'. Jurnal Ilmu Dasar, 16(2): 110-120.
- Winanda, A., E. Efendi, dan Safruddin. 2019. Respon Pemberian Pupuk NPK Grower dan Pupuk Feses Ayam terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah. Agricultural Research Journal, 15(1): 42-53.
- Wuriesyilane, W., E. Hawayanti, dan D. T. Astuti. 2021. Aplikasi Pupuk Kotoran Ayam dengan Takaran Berbeda terhadap Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Pertanian, 16(2): 90-93. DOI: <https://doi.org/10.32502/jk.v16i2.4107>

Yusmalinda dan Ardian. 2017. Respon Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan Pemberian Beberapa Dosis Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)". JOM Faperta, 4(1): 1-10.

HUBUNGAN BOBOT BADAN DAN VOLUME AMBING TERHADAP PRODUKSI SUSU PADA KAMBING PERAH SAANEN DI BALAI BESAR PELATIHAN PETERNAKAN BATU

(Body Weight And Udder Volume To Milk Production In Saanen Dairy Goats At The Batu Animal Husbandry Training Center)

Prima Puji Raharjo^{1*}, Lidiana Dosantos²

¹Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) Batu, Kementerian Pertanian

²Universitas Pertahanan Republik Indonesia

*E-mail korespondensi: primaraharjo98@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this study is to know the weight and udder volume on milk production in Saanen dairy goats at the Batu Animal Husbandry Training Center. Saanen goats are known for their high milk production potential, but this study found that neither body weight nor udder volume significantly influenced milk production. The method used included a quantitative approach with statistical analysis to test hypotheses regarding the influence of these factors. Data were collected from 15 lactating Saanen goats, with measurements including body weight and udder volume, and milk production recorded. While udder volume theoretically has the potential to influence milk yield, the analysis did not show a strong correlation, suggesting that many other factors, including genetics and nutrition, may be more influential. These results emphasize the importance of further research to understand the more complex dynamics behind goat milk production and provide valuable information for livestock farming practices in Indonesia.

Keywords : saanen, milk, udder

PENDAHULUAN

Kambing perah merupakan ternak ruminansia yang memiliki potensi untuk menjadi penghasil susu segar untuk memenuhi kebutuhan susu di Indonesia. Potensi tersebut salah satunya disebabkan karena nilai gizi dan daya serap susu kambing dapat bersaing dengan susu sapi. Salah satu jenis kambing perah yang ada di Indonesia adalah kambing Saanen yang berasal dari lembah Saanen di Swiss. Kambing Saanen memiliki ukuran tubuh yang medium namun memiliki kapasitas ambung yang besar sehingga mampu memproduksi susu tinggi. Kambing Saanen merupakan kambing unggul dunia yang dapat memproduksi susu 322 liter/ekor/laktasi, di daerah tropis kambing Saanen dapat menghasilkan susu 1,0-3,0 liter/hari dengan periode laktasi sekitar 209 hari.

Susu kambing mempunyai kandungan gizi yang sangat lengkap dan baik untuk kesehatan. Selain itu susu kambing memiliki kandungan laktosa yang rendah, sehingga tidak menimbulkan diare. Keunggulan lainnya dari susu kambing adalah tidak mengandung beta-lactoglobulin atau senyawa yang dapat memicu reaksi alergi seperti asma, gangguan saluran pernapasan, infeksi radang telinga, efek merah pada kulit, serta gangguan pencernaan. Kandungan protein yang tinggi dalam susu kambing sangat baik untuk pertumbuhan dan pembentukan jaringan tubuh.

Salah satu cara untuk memilih kambing perah laktasi yang baik adalah dengan cara melihat catatan produksi susu harian (production record) yang ada. Pada umumnya sukar untuk mendapatkan catatan tersebut karena banyak peternak yang tidak melakukannya, maka di dalam memilih kambing perah saanen dilakukan dengan cara lain yaitu memperhatikan bentuk dan bagian-bagian tubuh luar (eksterior) yaitu Sedapat mungkin yang mempunyai tipe perah (Puspitaningrum, 2020).

Produksi susu yang maksimal merupakan tujuan membudidayakan kambing perah. Pengetahuan mengenai sifat produksi dan estimasi dari seekor ternak menjadi salah satu hal yang mutlak untuk meningkatkan daya produksi ternak. Menurut (Saputra, Ari dan Sri, 2013) bahwa ukuran tubuh yang dimiliki tidak semua mempunyai tingkat keeratan yang tinggi terhadap produksi susu. Tingkat keeratan hubungan yang tinggi hanya ditunjukkan pada volume ambung, lingkaran dada, lebar dada, dalam dada, dan lingkaran ambung.

Terdapat hubungan antara produksi susu dengan bagian ambung serta terdapat keeratan hubungan juga antara produksi susu dengan volume ambung dan dengan panjang puting (Krismanto, 2011). Hal ini juga didukung oleh Buckley, Dillion, Mee, Evans and Veerkamp, 2000 yang menyatakan bahwa ukuran ambung merupakan bagian tubuh ternak yang memiliki hubungan erat dengan produksi susu dan memiliki nilai korelasi yang positif. Hasil tersebut dapat diartikan bahwa setiap peningkatan volume ambung dan ukuran puting akan diikuti dengan peningkatan produksi susu.

Volume ambing merupakan faktor yang menentukan jumlah susu yang dihasilkan, karena di dalam ambing terdapat sel sekretori, sel sekretori tersebut berfungsi untuk memproduksi susu. Hal ini sesuai dengan pendapat Febriana et al. (2018) yang menyatakan bahwa semakin besar volume ambing maka dapat mengindikasikan peningkatan jumlah produksi susu.

Pada umumnya peternak kambing perah menggunakan standar bobot tubuh dalam memilih ternak untuk berpotensi penghasil susu, sementara pengamatan terhadap organ penghasil susu seperti ambing memiliki pengaruh terhadap jumlah produksi susu yang dihasilkan (Saputra, 2013). Besar kecilnya ambing dianggap penting untuk diseleksi, karena ambing merupakan salah satu organ tubuh yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur kemampuan ternak dalam memproduksi susu dan akan terus mengalami perkembangan sampai masa laktasi selesai (Hardjosoebroto, 1994). Berdasarkan latar belakang tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan bobot badan dan volume ambing terhadap produksi susu kambing perah saanen di BBPP Batu.

BAHAN DAN METODE

Metode dan Desain Penelitian

Desain yang digunakan dalam Kerja Praktek Akhir (KPA) ini adalah menggunakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif menggunakan data berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik. Pendekatan kuantitatif ini juga dilengkapi dengan observasi dan dokumen. Metode pendekatan kuantitatif digunakan untuk meneliti pada populasi dan sampel tertentu, teknik pengambilan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2015).

Bahan dan Alat

Ternak yang digunakan adalah 15 ekor kambing saanen yang sedang laktasi, Frekuensi pemerahan 1 kali sehari Pemerahan dilakukan pada siang hari. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pita ukur, gelas ukur 1.000 ml, Eartag (sebagai identitas ternak), timbangan berkapasitas 120 kg ketelitian 0,5 kg, timbangan digital dengan satuan gram

Prosedur Penelitian

Pra-Penelitian

Pemilihan ternak yang dijadikan sebagai sampel ditentukan berdasarkan kriteria sebagai berikut: ternak sedang laktasi atau diperah, kondisi sehat tidak terjangkit mastitis dan tidak cacat, memiliki ambing dan puting normal. Pemasangan identitas ternak menggunakan Eartag di bagian telinga ternak kambing. Pengambilan data selama pelaksanaan kerja praktek akhir terdiri dari berbagai sumber data yang digunakan yaitu: interview yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan wawancara responden, untuk mengetahui recording ternak. Observasi yaitu Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melaksanakan magang di tempat KPA agar dapat mengambil data secara langsung terhadap objek yang diamati selama 30 hari. Adapun objek yang diamati adalah hubungan bobot badan, volume ambing dan paritas induk terhadap produksi susu kambing perah saanen.

Rancangan Penelitian

Penelitian adalah penelitian observasi dengan melakukan pengukuran dan pencatatan terhadap variabel-variabel penelitian. Peubah yang diamati yaitu peubah terikat dan peubah bebas. peubah terikat yang diukur yaitu: Volume susu, berat susu dan produksi susu kemudian dianalisis menggunakan *korelasi* berdasarkan peubah bebas yang diduga berpengaruh yaitu: Bobot badan dan volume ambing Terhadap produksi susu.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri dari peubah bebas dan peubah terikat. Adapun peubah bebas yang diamati yaitu:

Bobot badan

Pengukuran Bobot badan (kg), diukur dengan menimbang kambing sampel menggunakan timbangan kapasitas 120 kg, dengan ketelitian 0,5 kg.

Volume ambing (Kuczaj, 2003).

Pengukuran Volume ambing yaitu dengan metode pengukuran Panjang x Lebar x Tinggi ambing. Panjang, lebar dan tinggi ambing diukur dengan menggunakan pita ukur dengan satuan senti meter

(cm), kemudian setelah dihitung menjadi volume ambing dikonversikan kedalam dm^3 / liter. Pengukuran Volume ambing dilakukan pada siang hari pukul 13.00 sebelum pemerahan.

Peubah terikatnya yaitu: volume susu, dihitung menggunakan gelas ukur dengan satuan ml. Produksi susu, diperoleh dengan cara mencatat hasil pemerahan dengan satuan L/ekor/hari menggunakan gelas ukur berskala.

Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian ditabulasi dan dianalisis menggunakan metode *korelasi*. Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Analisis data menggunakan bantuan program statistik SPSS *version* 2020.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pencatatan Rekording

Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) memelihara kambing perah berjenis Saanen dengan maksud susu yang di hasilkan dapat di kenal kepada masyarakat luar dan dapat dijual dipasaran seperti susu sapi pada umumnya, selain itu, sebagai lembaga pelatihan, diharapkan sistem pemeliharaan yang ada di BBPP dapat dijadikan acuan oleh peternakan dan para peserta pelatihan. Oleh karena itu, diperlukan adanya penanganan kesehatan kambing yang baik agar produktivitas ternak kambing dapat terjaga dan kambing dalam performa yang baik. Jumlah kambing di BBPP Batu seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Populasi Kambing Saanen Di BBPP Batu

No	Jenis Kambing	Jumlah
1	Saanen jantan	6
2	Saanen betina	17
4	Saanen laktasi	6
5	Cempe	12
	Total	41

Tabel 2. Pengukuran Bobot badan, Volume Ambing dan Produksi susu

No	Kambing	Bobot badan	Volume ambing	Produksi susu
1	1	56	236,6	154,3
2	2	61	171,6	388,3
3	3	70	268,8	160,0
4	4	53	187,2	486,6
5	5	48	184,8	490,0
6	6	42	99,0	334,3
7	7	51	200,2	857,6
8	8	63	172,8	177,0
9	9	47	171,6	501,6
10	10	40	184,8	315,3
11	11	184	171,6	137,7
12	12	50	184,8	315,4
13	13	54	171,6	341,3
14	14	42	218,4	228,3
15	15	42	171,6	300,3

Manajemen Pemeliharaan kambing perah di BBPP Batu

Pemeliharaan kambing perah di Balai Besar Pelatihan Peternakan menggunakan jenis kandang semi intensif. Kandang yang digunakan merupakan kandang panggung. Ditengah tengah kandang terdapat lantai jalan untuk jalan lewatnya petugas agar mudah untuk mengakses dan mengawasi tiap-

tiap kandang, serta mempermudah dalam mendistribusikan pakan disamping kanan kiri sepanjang jalan dapat parit untuk lewatnya kotoran kambing yang dibersihkan setiap harinya.



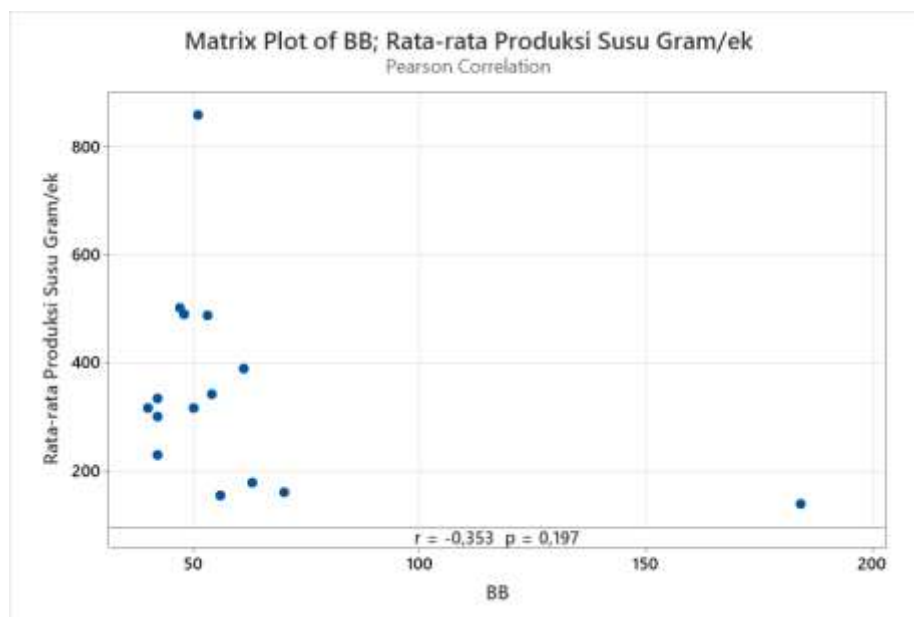
Gambar 1. Kandang kambing perah

Sanitasi kandang

Pembersihan lantai kandang di BBPP Batu dilakukan setiap hari pagi dan sore. Kotoran yang ada di lantai kandang disapu ke arah parit disamping kanan kiri jalan tengah kandang. Kotoran kambing yang di atas panggungan disapu sehingga jatuh dibawah panggungan dan baru dikeluarkan oleh divisi limbah untuk selanjutnya diolah menjadi pupuk. Jalan tengah kandang dibersihkan setiap harinya menggunakan cairan sabun.



Gambar 2. Sanitasi kandang perah



Gambar 3. Korelasi Bobot Badan; Rata-rata Produksi Susu Gram/ekor

Bobot Badan dan Produksi susu

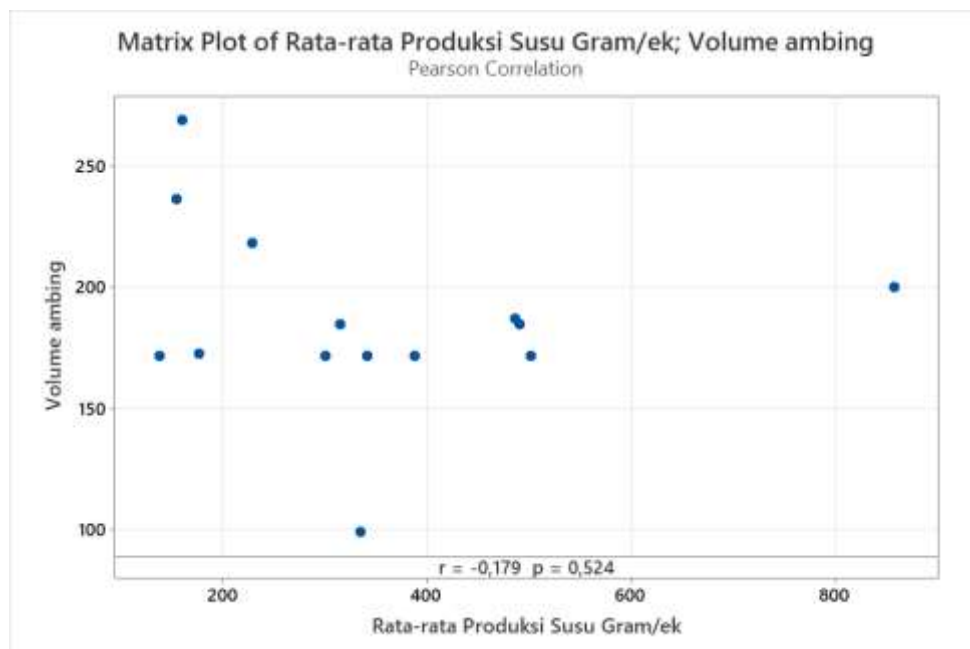
Produksi susu kambing perah saanen yang diamati berdasarkan bobot badan dapat dilihat pada Matrix Plot. Berdasarkan Hasil analisis korelasi bobot badan terhadap produksi susu dapat di lihat pada Gambar garis korelasi diatas bahwa tidak menunjukan adanya hubungan yang signifikan ($p>0,05$) antara Bobot badan dan produksi susu. Hasil penelitian tidak menunjukan adanya korelasi Dapat dilihat pada Matrix Plot of di atas nilai correlation pearson bobot badan 0,353 hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan korelasi yang kuat antara bobot badan dan produksi susu.

Hasil yang didapatkan sesuai dengan Judkins (1951) menyatakan bahwa pada mamalia yang berbadan besar tidak semuanya mempunyai produksi susu tinggi, tetapi pada umumnya produksi susu yang tinggi dipengaruhi oleh besarnya ukuran tubuh atau bobot badan. Bobot badan mempunyai hubungan dengan produksi susu diduga hal ini menunjukkan bahwa bobot badan tidak berpengaruh secara nyata dalam proses sekresi susu.

Menurut Phalepi (2004) yang menyatakan bahwa produksi susu dipengaruhi mutu genetik, umur induk, ukuran dimensi ambing, bobot hidup, lama laktasi, tata laksana yang diberlakukan pada ternak (perkandangan, pakan, dan kesehatan), kondisi iklim setempat, daya adaptasi ternak, dan aktivitas pemerahan. Menurut Cannas, 2004 ternak yang memiliki bobot badan tinggi, proporsi penggunaan energi untuk hidup pokok menjadi lebih sedikit dan kelebihan energi bisa digunakan untuk produksi susu.

Volume Ambing dan Produksi susu

Produksi susu kambing perah saanen yang diamati berdasarkan Volume ambing dapat dilihat pada Matrix Plot of.



Gambar 4. Korelasi Rata-rata Produksi Susu Gram/ek; Volume ambing

Berdasarkan hasil analisis korelasi tidak menunjukan adanya hubungan yang signifikan ($p>0,05$) antara volume ambing dengan produksi susu. Hasil penelitian Dapat dilihat pada Matrix Plot of di atas nilai pearson correlation volume ambing 0,179 hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan korelasi yang kuat antara volume ambing dan produksi susu.

Menurut (Habib et al., 2014). Ambing memiliki sel alveoli yang berfungsi untuk memproduksi susu, ukuran ambing yang bertambah besar maka sel yang dimiliki juga lebih banyak sehingga produksi susu semakin melimpah, hal ini sejalan dengan (Santoso et al., 2020) Produksi susu dapat diprediksi dari volume ambing kambing perah, semakin besar volume ambing maka semakin meningkat produksi susunya karena jumlah sel sekretori lebih banyak Volume ambing yang bertambah besar maka

produksi susu akan meningkat, sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa volume ambing bermanfaat untuk menduga produksi susu kambing perah.

Bentuk ambing pada ternak di pengaruhi oleh faktor genetic, umur, dan lama laktasi (Ginting ddk., 2018). Faktor lain yang menyebabkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara bentuk ambing dengan produksi susu karena banyak faktor lain yang lebih berpengaruh terhadap produksi susu antara lain proporsi suplai nutrisi, body condition score (BCS), dan volume ambing (Filian ddk., 2016; Susilorini et al., 2014; Febriana ddk., 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil KPA di BBPP Batu dapat diperoleh kesimpulan bahwa Tidak ada pengaruh hubungan bobot badan dan volume ambing Terhadap produksi susu. Hasil penelitian tidak menunjukkan adanya hubungan korelasi yang kuat antara produksi susu dengan volume ambing.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, E. A., Suranindyah, Y. Y., Maharani, D., & Darmawan, M. A. (2022). Korelasi Antara Ukuran Tubuh dan Karakteristik Ambing Terhadap Produksi Susu Kambing Saanen di Daerah Tropis. *Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology*, 1(1).
- Damayanti, R. L., Hartanto, R., & Sambodho, P. (2020). Hubungan Volume Ambing Dan Ukuran Puting Dengan Produksi Susu Sapi Perah Friesian Holstein Di PT. Naksatra Kejora, Kabupaten Temanggung. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(1), 75-83.
- Febriana, D. N., Harjanti, D. W., & Sambodho, P. (2018). Korelasi Ukuran Badan, Volume Ambing Dan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawah (PE) Di Kecamatan Turi Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 28(2), 134.
- Laya, N. K. (2018). Hubungan Bobot Badan Dan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawa (PE). *Jambura Journal Of Animal Science*, 1(1), 13-18.
- Nur, D. M. (2015). Performans Produksi Susu Kambing Peranakan Etawah (PE) Berdasarkan Paritas, Umur, Bobot Badan, Dan Status Kebuntingan Di Madukara Farm, Kota Batu (Doctoral Dissertation, Universitas Brawijaya).
- Akramullah, Muh, Et Al. Pengaruh Lingkar Ambing Dan Jumlah Anak Sekelahiran Terhadap Produksi Susu Kambing Perah. *Jurnal Ketahanan Pangan Protein Hewani*, 2023, 1.1: 1-11.
- Prastyo, E., Sarwanto, D., & Rahardjo, S. (2021). Pengaruh waktu pemerahan terhadap kualitas susu kambing Saanen di BBPTU-HPT Baturraden Jawa Tengah. *Media Peternakan*, 23(1).
- Pribadiningtyas, P. A., Suprayogi, T. H., & Sambodo, P. (2012). Hubungan Antara Bobot Badan, Volume Ambing Terhadap Produksi Susu Kambing Perah Laktasi Peranakan Ettawa. *Animal Agriculture Journal*, 1(1), 115-121.
- Puspitaningrum, D. A., Pratiwi, L. F. L., & Istiani, A. (2020). Potensi Pengembangan Agribisnis Peternakan Kambing Peranakan Ettawa Di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta
- Palayukan, J., Murthadho, A., Putra, N. D., Furqon, A., Ridhowi, A., Susilorini, T. E., & Suyadi, S. (2020). Interaksi Antara Bentuk Ambing dan Paritas Terhadap Produksi Susu Kambing Senduro. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 21(1), 57-62.
- Rusdiana, S., Praharani, L., & Sumanto, S. (2015). Kualitas dan produktivitas susu kambing perah persilangan di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 34(2), 79-86.
- Rabia, L., Rahman, R., & Tiya, N. A. D. (2023). Performa Anak Kambing Peranakan Etawah Berdasarkan Bobot Badan Induk Yang Berbeda. *Jurnal Ketahanan Pangan Protein Hewani*, 1(1), 19-26.
- Saputra, A. (2019). Korelasi Dan Regresi Antara Ukuran-Ukuran Tubuh Dengan Bobot Badan Kambing Peranakan Ettawa Betina Di Unit Pelaksana Teknis Daerah Balai Pembibitan Ternak Kambing Negerisakti, Pesawaran.
- Supeni, C. I. S. (2018). Korelasi Lingkar Ambing Dan Panjang Puting Terhadap Produksi Susu Pada Berbagai Paritas Kambing Peranakan Etawah (Doctoral Dissertation, Universitas Brawijaya).
- Suryandari, Y., Sodiq, A., Santosa, S. A., & Hindratiningrum, N. (2023, July). Korelasi Ukuran Linier Tubuh dan Volume Ambing Terhadap Produksi Susu Kambing Anglo Nubian Di Peternakan Lurisae. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (STAP)* (Vol. 10, pp. 1-7).
- Victori, A., Purbowati, E., & Lestari, C. M. (2016). Hubungan Antara Ukuran-Ukuran Tubuh Dengan Bobot Badan Kambing Peranakan Etawah Jantan Di Kabupaten Klaten (Doctoral Dissertation, Fakultas Peternakan & Pertanian).

TEKNIK BUDI DAYA PINANG DAN DINAMIKA INTERAKSI SOSIAL KELOMPOK TANINYA DI KECAMATAN RANGSANG KABUPATEN KEPULAUAN MERANTI

*(Areca Nut Cultivation Techniques and the Dynamics of Social Interactions of Farmer Groups in
Rangsang District, Meranti Islands Regency)*

Dini Agustina¹, Elfi Rahmadani^{1*}, Irwan Taslapratama¹, Penti Suryani¹, Riska Dian Oktari¹, Bakhendri
Solfan¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, Indonesia

*Email Korespondensi: Elfi.rahmadani@uin-suska.ac.id.

ABSTRACT

The productivity of areca nut plants is not only influenced by the cultivation techniques applied by the members of the farmer group, but it is also influenced by the dynamics of social interactions between the members. This study aims to describe the cultivation techniques of areca nut farmers and analyze the social interactions of areca nut farmers in their farmer groups (both aspects of communication, social norms, and cooperation) in Repan Village, Rangsang District, Meranti Islands Regency, and to determine the relationship between the application of cultivation techniques and social interactions for areca nut farmer groups. This study was located in Repan Village (the location was chosen because the area is a center for areca nut production). The study was conducted for 3 months (November 2025-January 2025). The research method used was descriptive quantitative, the number of respondents was 40 people (respondents were taken through a census). The data used: primary and secondary data. Analysis of social interactions related to aspects of communication, social norms, individual cooperation in groups. The results of the study indicate that the implementation of areca nut cultivation techniques by members of the Usaha Bersama and Mekar Jaya farmer groups is classified as poor, with an average score of 37.85% (farmer members have not implemented cultivation techniques in accordance with the standard operating procedures established by the Ministry of Agriculture). Meanwhile, member interactions within the Usaha Bersama and Mekar Jaya farmer groups, in terms of communication, social norms, and cooperation, are classified as quite good (scoring 42.16%, 45.87%, and 46.25%, respectively). Furthermore, there is a positive and significant correlation between cultivation techniques and social interaction within the Usaha Bersama and Mekar Jaya farmer groups.

Keywords: *Productivity, Census, Farming*

PENDAHULUAN

Pinang (*Areca catechu L*) merupakan salah satu komoditas perkebunan nasional dan tumbuhan palem ini tumbuh di daerah Asia, Afrika dan bagian timur, Pasifik. Di Indonesia, tanaman ini banyak terdapat di Pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Pinang biasanya digunakan untuk salah satu kebiasaan dalam pengobatan tradisional di Indonesia (Silalahi, 2020). Pinang juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi, obat, komoditas ekonomi, dan bahan kerajinan. Pinang juga bisa digunakan sebagai pembatas lahan maupun pembatas pekarangan karena pinang memiliki batang pohon lurus, tidak bercabang dan kokoh. Pinang merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di beberapa daerah di Indonesia, salah satunya adalah Provinsi Riau yang mempunyai luas lahan perkebunan pinang sebanyak 22.604 ha pada tahun 2025, dengan produksi yang mencapai 11.425 ton (Badan Statistik Riau, 2025). Kabupaten Kepulauan Meranti, Kecamatan Rangsang, Desa Repan merupakan salah satu bagian kawasan di daerah Provinsi Riau. Wilayah ini memiliki kondisi geografis yang cocok dalam pertumbuhan pinang. Kecamatan Rangsang memiliki luas areal perkebunan pinang dari 2022, 2023, 2024 seluas 130, 130, 130 ha dengan produksi buah pinang dari tahun 2022, 2023, 2024 mencapai 50, 50, 39 ton (Badan Pusat Statistik Meranti, 2025).

Selama ini produksi buah pinang di Kecamatan Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti memiliki tantangan yang terletak pada budidaya yang diterapkan petani. Sebagian besar para petani masih menerapkan budidaya yang bersifat tradisional. Pemilihan bibit, penanaman, pemeliharaan baik penyiraman, pengendalian hama dan penyakit, pemupukan yang kurang tepat berakibat terhadap fluktuasinya hasil panen atau kualitas buah yang dihasilkan sehingga mempengaruhi tingkat kesejahteraan atau pendapatan petani. Disisi lain, teknik budidaya pinang ini dapat dipermudah penerapannya dengan lembaga dan interaksi sosialnya. Kelompok tani memiliki peran dalam pertukaran informasi, inovasi yang berkaitan dengan teknik budidaya.

Dinamika interaksi sosial para petani pinang dalam kelompok tani di Kecamatan Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti menjadi fenomena yang sangat menarik untuk diteliti. Selama ini belum ada yang mengkaji interaksi dalam kelompok taninya. Menurut Effendi dan Rezki (2020), optimalisasi pemberdayaan kelompok tani menjadi permasalahan penting dalam mengatasi teknik budidaya pada tanaman. Menurut Kusumawati (2018), pada sebuah kelompok tani yang solid, anggotanya cenderung saling membantu satu sama lain dengan menyediakan akses ke sumber daya seperti alat-alat pertanian, bibit unggul, pupuk organik, atau modal usaha. Penelitian Yulianita dkk (2025) memperlihatkan hasil interaksi sosial antar anggota pada kelompok taninya Amara Jaya dan Karya Mandiri memiliki skor yang buruk terhadap aspek komunikasi yaitu sebesar 39,37%, indikator dari aspek norma sosial menunjukkan rerata skor 45,75%, sedangkan indikator dari aspek kerja sama memiliki rerata skor 46,4% Seluruh indikator norma sosial dan kerja sama masing-masing memiliki nilai cukup baik, kecuali komunikasi bernilai buruk, Selanjutnya terdapat kolerasi positif dan signifikan antara teknik budi daya semangka terhadap interaksi sosial kelompok tani Amara Jaya dan Karya Mandiri di Kelurahan Bina Widya. Oleh karena itu, penelitian berjudul: "Teknik budi daya pinang dan dinamika interaksi sosial kelompok taninya di Kecamatan Rangsang Kabupaten Kepulauan Meranti" ini sangat perlu dilakukan. Hal ini untuk mengetahui permasalahan bagaimana teknik budidaya dan bentuk interaksi sosial dalam kelompok petani pinang di Desa Repan, Kecamatan Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti pada aspek komunikasi, norma sosial, dan kerja sama dan bagaimana korelasi antara teknik budi daya dan interaksi sosial bagi kelompok petani pinang. Berdasarkan permasalahan diatas maka tujuan penelitian ini adalah: menggambarkan teknik budi daya petani pinang dan menganalisis interaksi sosial dalam kelompok petani pinang di Desa Repan, Kecamatan Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti pada aspek komunikasi, norma sosial, dan kerja sama dan mengetahui korelasi antara teknik budi daya dan interaksi sosial bagi kelompok petani pinang

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Repan, Kecamatan Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti. Pemilihan lokasi didasarkan atas pertimbangan bahwa daerah tersebut merupakan salah satu sentra produksi pinang rakyat. Penelitian dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2024.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah *mixed methods* dan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Adapun data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer meliputi karakteristik sosial petani yaitu: pengalaman usaha tani, luas lahan, dan interaksi sosial responden penelitian. Sedangkan data sekunder terdiri dari profil daerah, informasi perkebunan, profil desa dan kelompok tani pinang serta buku-buku/artikel yang terkait objek dan tujuan penelitian. Penentuan sampel dilakukan dengan sengaja (*purposive sampling*) yaitu petani yang bermata pencaharian pokoknya berkebun pinang, dan telah menjadi anggota tetap pada Kelompok Tani Usaha Bersama dan Kelompok Tani Mekar Jaya masing-masing sebanyak 20 orang (merujuk Bailey dalam Nadia et al., 2022) yang menyatakan bahwa untuk penelitian sosial yang menggunakan analisis data statistik, ukuran sampel paling minimum adalah 30 sampel. Tipe penelitian ini adalah penelitian yang bersifat *mixed method* (mengabungkan metode penelitian kualitatif dan kuantitatif). Peneliti bermaksud mengumpulkan data kualitatif dan kuantitatif untuk mengabungkannya menjadi satu informasi dalam interpretasi hasil keseluruhan (Rahmadani, 2020). Sementara metode penelitian adalah survei dan menggunakan kuesioner sebagai instrumen penelitian.

Analisis data

Analisis data yang digunakan pada penelitian adalah deskriptif kuantitatif. Menurut Sugiarto dalam Fatmah dkk (2022), pada analisis deskriptif kuantitatif adalah mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi pada saat penelitian. Data yang dikumpulkan mula-mula disusun, dijelaskan kemudian dianalisis atau sering disebut dengan metode analitik. Untuk analisis deskriptif kuantitatif menyangkut interaksi sosial petani pinang dilihat dari indikator aspek komunikasi, norma sosial, dan kerja sama yang dikaitkan dengan kegiatan petani dalam menerapkan teknik budidaya pinang (komunikasi dilihat dari perilaku komunikasi kelompok tani, topik pembicaraan, frekuensi kontak antar petani dengan penyuluh, keikutsertaan rapat dan perkumpulan serta mencari informasinya, selanjutnya norma sosial dilihat pengetahuan aturan kelompok dari pemerintah atau

Instansi, keikutsertaan dalam kegiatan kelompok tani, aturan antar kelompok tani serta sikap menerapkan aturan, dan aspek kerja sama diukur dari indikator keikutsertaan gotong royong dalam budidaya pinang, kontribusi dalam kelompok tani, menyalurkan ide/gagasan dalam teknik budidaya, diskusi pengetahuan antar kelompok tani dan sikap kalaborasi/membantu antar anggota/kelompok tani. Semua aspek interaksi baik komunikasi, norma sosial dan kerjasama diukur dengan skala 1-5. Sementara, untuk mengetahui hubungan budidaya semangka dengan interaksi sosial dalam kelompok petani semangka dilakukan analisis inferensial uji korelasi Rank Spearman. Kriteria dalam penilaian hasil penelitian teknik budidaya dan interaksi sosial di Kelurahan Bina Widya, terdiri atas 5 kriteria penilaian yaitu sangat baik, baik, cukup baik, buruk dan sangat buruk. Adapun kriteria persentase tersebut menurut Sugiyono (2018) yaitu: 0-20%=sangat buruk, 21%-40%=buruk, 41%-60% = cukup baik, 61%-80% = baik, dan 81%-100% = sangat baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden Kelompok Tani

Adapun karakteristik responden dapat dilihat dari Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Responden Penelitian

Karakteristik	Kelompok Usaha Tani Bersama		Kelompok Tani Mekar Jaya	
	Jumlah (orang)	Persentase (%)	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Tingkat Pendidikan				
Tidak sekolah	3	15	1	5
Tamat SD	8	40	11	55
Tamat SMP	7	35	4	20
Tamat SMA	1	5	4	20
Usia Petani (Tahun)				
29-39	7	35	5	25
40-49	10	50	13	65
>50	3	15	2	10
Pengalaman Berusaha Tani (Tahun)				
1- 5	14	70	13	65
6-10	3	15	5	23
11-15	3	15	2	10
Luas Lahan (M ²)				
1-3	8	40	7	35
4-6	11	55	10	50
7-9	1	5	3	15

Sumber: Olahan Data Primer (2025)

Pada Tabel 1 dapat dilihat tingkat pendidikan responden petani pada Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya yang tertinggi berada pada tamatan SD (40 dan 55%). Sementara responden dengan tingkat pendidikan SMA pada Kelompok Tani Usaha Bersama memiliki jumlah terendah sebanyak 1 orang atau 5 %, sedangkan pada Kelompok Tani Mekar Jaya, responden yang memiliki tingkat pendidikan terendah berada pada tingkatan tidak sekolah yaitu sebanyak 1 orang atau 5%. Nur (2020) mengatakan tingkat pendidikan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dalam pola pikir seseorang. Petani dengan dengan tingkatan pendidikan yang tinggi akan mudah untuk menerima inovasi terbaru dalam pertanian. Sebaliknya Triguna dkk (2020) menyatakan pendidikan yang rendah membuat petani sulit memahami teknologi dan inovasi pertanian, sehingga berdampak pada rendahnya produktivitas tanaman. Disisi lainnya, jumlah tertinggi untuk usia responden pada Kelompok Tani Usaha Bersama berada pada 40-49 tahun dengan jumlah 10 orang atau 50%, dan jumlah terendah pada usia >50 tahun dengan jumlah responden 1 orang (5%). Pada Kelompok Tani Mekar Jaya memiliki jumlah responden tertinggi pada usia 40-49 tahun yaitu 13 orang dengan nilai presentase 65%, dan jumlah terendah terdapat pada responden dengan usia >50 tahun yaitu 2 orang(10%). Hasil penelitian ini menunjukkan usia anggota Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya rata-rata berusia produktif, menurut penelitian Zarliani (2023), petani yang memiliki usia produktif memiliki kemampuan berkeja yang optimal dan berpikir lebih maju sehingga mendukung produksi yang maksimal.

Berdasarkan Tabel 1 juga terlihat bahwa tingkat pengalaman usaha tani pada Kelompok Tani Usaha Bersama memiliki jumlah responden tertinggi pada 1-5 tahun yaitu 14 orang atau 70%, sedangkan jumlah responden terendah pada responden dengan pengalaman usaha tani berkisar 6-10 tahun dan 11-15 tahun, masing-masing memiliki jumlah responden sebanyak 3 orang atau 15%.

Sebaliknya, pada Kelompok Tani Mekar Jaya memiliki pengalaman berusaha tani yang tertinggi pada 1-5 tahun dengan jumlah responden 13 orang dengan nilai presentase 65%, selanjutnya responden dengan pengalaman usaha tani terendah pada 11-15 tahun dengan jumlah responden 2 orang atau 10%. Dari hasil penelitian dapat dilihat pengalaman usaha tani Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya masih belum memiliki pengalaman yang lama dalam membudidayakan pinang sehingga pengetahuan serta pemahaman petani tentang kondisi lahan atau tanah, pemeliharaan termasuk pengendalian OPT dan panen belum optimal. Sebagaimana Tampubolon dan Saputra (2024) menyatakan pengalaman usaha tani petani secara parsial berpengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas usaha taninya.

Selanjutnya, pada Tabel 1 juga terlihat Kelompok Tani Usaha Bersama memiliki luas lahan dengan ukuran 5.000-15.000 M₂ memiliki jumlah responden tertinggi atau sebanyak 11 orang (55%), dan jumlah responden terendah pada ukuran lahan > 15.000 M₂ dengan jumlah 1 orang atau 5%. Pada Kelompok Tani Mekar Jaya, luas lahan 5000 – 15000 M₂ memiliki jumlah responden tertinggi yaitu 10 orang atau 50% dan yang paling rendah pada luas lahan >15.000 M₂ dengan jumlah responden 3 orang atau 15%. Lismawati dkk (2020) menyatakan luas lahan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat produktivitas usaha tani karena lahan yang luas memungkinkan optimalisasi sumber daya dan efisien dalam pengelolaan pertanian

Perbedaan Teknik Budi Daya Tanaman Pinang di Lokasi Penelitian Dengan Pedoman Teknis Budidaya Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Perkebunan

Secara keseluruhan, teknik budi daya tanaman pinang antara Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya di Desa Repan dapat dibedakan dengan Pedoman Teknis Budidaya Pinang oleh Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Perkebunan (2025) dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan terdapatnya perbedaan teknik budi daya pinang yang dilakukan oleh kelompok tani di Desa Repan dengan pedoman teknis budidaya pinang Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. Adapun perbedaan dalam teknik budi daya tersebut yaitu pengolahan lahan, pembibitan dan penanaman bibit tanaman pinang, pemeliharaan dan panen serta pasca panen

Tabel 2. Perbedaan Teknik Budi Daya Tanaman Pinang

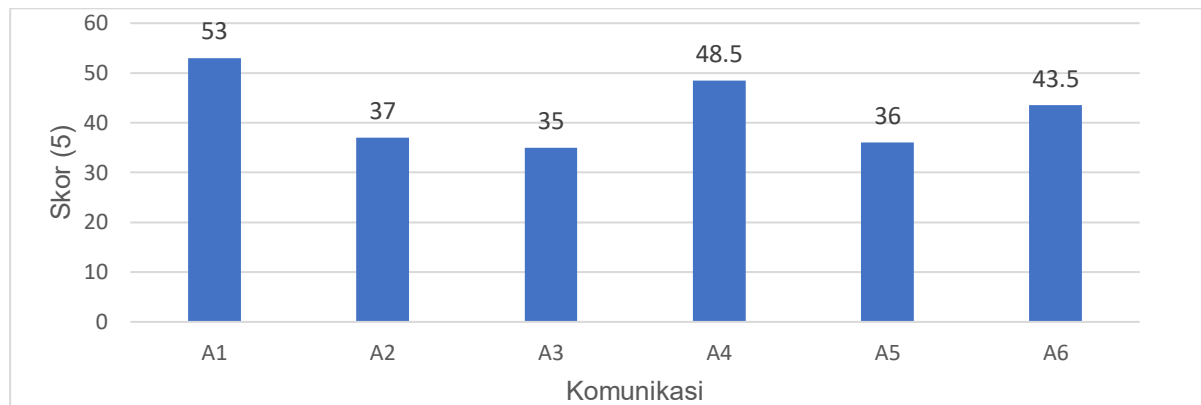
Kegiatan Budidaya	Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya	Kementrian Pertanian
Pengolahan Tanah	Pembersihan lahan dan pemasangan ajir serta pembuatan lubang tanam ukuran 40 cm x 40 cm x 30 cm dengan jarak antar tanaman 2 x 2 meter. Sebelum tanam diberi pupuk dasar berupa 2 kg dolomit pada lubang tanam.	Pembersihan dan pengolahan lahan, penyemprotan herbisida, pemasangan ajir dan pembuatan lubang tanam ukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm dengan jarak antar tanaman 2,7 m x 2,7 m. Sebelum tanam diberikan pupuk dasar berupa pupuk kandang sapi sebanyak 1 kg atau di campur NPK sebanyak 50-75 gram per lubang tanam
Pembibitan dan Penanaman Tanaman Pinang	Benih berasal dari kebun sendiri dan ditanam dipolibag ukuran 15 x 20 cm sampai berumur 3-4 bulan dan setelah itu bibit ditanam ke lubang tanam	Pembibitan dilakukan 2 tahap. sebelum penanaman bibit pinang ke lahan. Tahap 1, benih wajib berasal dari benih unggul dan bersertifikasi dan ditanam dipolibag ukuran 15 x 20 cm (sebelumnya polibag diberi NPK 4 g/polibag atau Urea 2 g/polibag pada usia 1,5 bulan. Tahap 2, bibit usia 3 bulan dipindahkan ke polibag ukuran 20 x 25 cm dan media tanam diberi 20 g/polibag NPK sampai usia 1 tahun. Tahap penanaman, bibit ditanam dilahan setelah berumur 1 tahun. Untuk tanaman yang berumur 4 tahun ke atas saat tanaman mulai berbunga diberikan sebanyak 100 gram N, 40 gram P ₂ O ₅ dan 140 gram K ₂ O.
Pemeliharaan	Penyiangan rumput secara manual dan pengendalian OPT secara kimia menggunakan Decis dosis 10 ml/tanaman	Penyiangan secara manual dan secara fisik melakukan pembersihan drainase serta pengendalian OPT secara kimia dengan borax 2 g/l
Panen dan Pasca Panen	Panen dilakukan dengan manual dan menjemur buah dibawah cahaya matahari selama 2 hari	Panen dilakukan dengan manual dan menjemur buah dibawah cahaya matahari selama 4 hari

Tabel 2 memperlihatkan terdapatnya perbedaan teknik budi daya pinang yang dilakukan oleh kelompok tani di Desa Repan dengan pedoman teknis budidaya pinang Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. Adapun perbedaan dalam teknik budi daya tersebut yaitu pengolahan lahan, pembibitan dan penanaman bibit tanaman pinang, pemeliharaan dan panen serta pasca panen

Dinamika Interaksi Sosial pada Petani Pinang Dalam Kelompok Tani

Aspek Komunikasi

Aspek komunikasi yang dilakukan Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya, mencakup bentuk komunikasi, saling berbagi informasi, mengajak, dan mengingatkan terkait berbagai kegiatan kelompok. Informasi lebih rinci mengenai jawaban dari 40 responden terhadap kuesioner dapat dilihat pada Gambar 1.

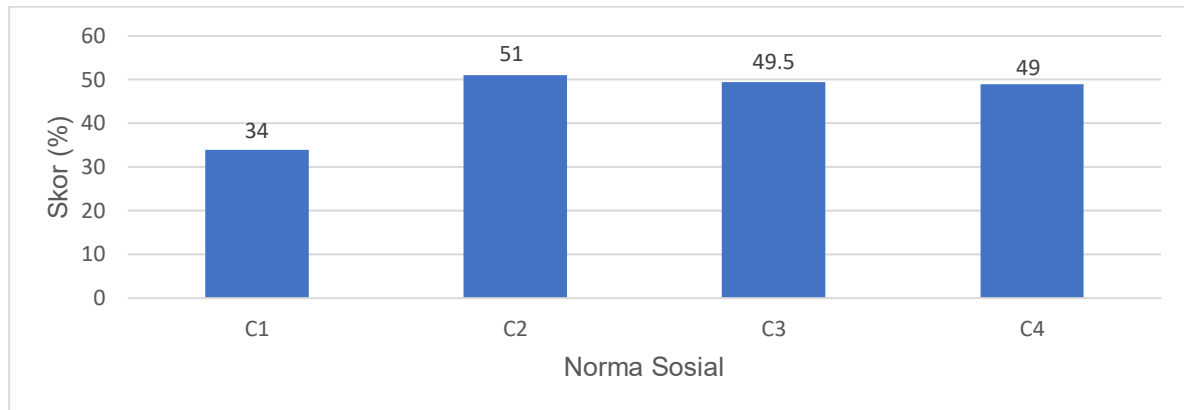


Gambar 1. Interaksi anggota kelompok tani dengan ketua kelompok tani dari indikator aspek komunikasi

Pada Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa interaksi anggota Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya dengan ketua kelompoknya memiliki nilai yang buruk, kemudian pada indikator anggota kelompok tani selalu membicarakan budidaya tanaman pinang dengan ketua kelompok atau A2 dengan skor 37%, anggota selalu berpartisipasi dalam kegiatan yang diselenggarakan ketua bersama penyulanduih pertanian atau A3 dengan skor 35% dan anggota selalu melakukan rapat dengan ketua kelompok tani atau A5 dengan skor 36%. Namun, pada indikator A1 atau anggota bertanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaan secara bersama dan memiliki hubungan komunikasi yang baik dengan ketua kelompok tani dan A4 (anggota dari kelompok tani ikut serta rapat sesuai jadwalnya) serta X6 (anggota kelompok tani saling bertukar informasi dengan konsumen pinang menggunakan selular) masing-masing memiliki nilai baik dengan skor berturut-turut adalah: 53, 48,5 dan 43,5 %. Cahyono (2020) berpendapat bahwa lingkungan sosial adalah media masyarakat untuk dapat saling mempererat komunikasi dan saling bertukar pendapat maupun informasi.

Aspek Norma Sosial

Norma sosial dalam penelitian ini merujuk pada serangkaian aturan yang diterima dan harus dipatuhi oleh seluruh anggota dalam Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya di Desa Repan, Kecamatan Rangsang, Kabupaten Kepulauan Meranti. Aturan-aturan ini berfungsi untuk menjaga keharmonisan dan kelancaran kegiatan dalam kelompok, serta menciptakan kesepakatan bersama yang mengatur interaksi antar anggota. Setiap petani yang menjadi bagian dari kelompok tersebut diwajibkan untuk mematuhi norma-norma yang telah disepakati demi tercapainya tujuan Bersama (lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2).

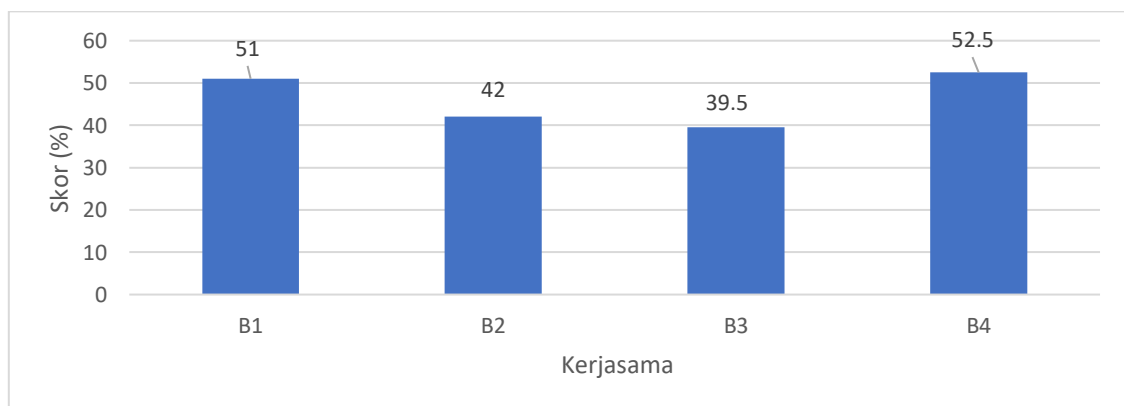


Gambar 2. Interaksi anggota kelompok tani dengan ketua kelompok tani dari indikator aspek norma sosial

Gambar 2. menunjukkan bahwa norma sosial yang memiliki nilai cukup baik pada indikator anggota kelompok tani berperan pada kegiatan-kegiatan budidaya pinang ketika diselenggarakan ketua kelompok (C2) dengan skor 51%, anggota kelompok tani mengetahui kesepakatan yang dibuat bersama dengan ketua kelompok terkait budidaya pinang (C3) dengan skor 49,5% serta anggota kelompok tani mematuhi aturan yang telah dibuat Bersama dengan ketua kelompok terkait budidaya pisang (C4) dengan skor 49%. Namun anggota kelompok tani pinang yang mengetahui aturan pembinaan kelompok tani oleh pemerintah atau lembaga memiliki nilai buruk (skor hanya 34%). Hal ini dikarenakan hanya sedikit anggota yang mengetahui peraturan pembinaan kelembagaan/kelompok tani yang ditetapkan oleh pemerintah melalui Permentan Nomor 273/Kpts/OT.160/4/2007 . Oleh karena itu, petani belum memahami dan menerapkan pedoman tersebut dalam upaya pembinaan kelembagaan petani.

Aspek Kerja Sama

Kerja sama dalam penelitian ini diartikan sebagai kegiatan yang dilakukan secara bersama-sama, saling membantu, dan berbagi pengetahuan terkait teknik budi daya pinang. Gambar 3 menunjukkan bahwa pada aspek kerjasama yang memiliki nilai cukup baik adalah indikator anggota kelompok tani pinang selalu bergotong royong dalam menyelesaikan pekerjaan budidayanya (B1) dengan skor 51%, anggota kelompok tani pinang saling memberi masukan/kontribusi dalam setiap persoalan demi kemajuan kelompok (B2) dengan skor 42% serta kelompok tani pinang saling membantu satu sama lain yang dilakukan secara bergiliran sesama kelompok tani (B4) dengan skor 52,5%.



Gambar 3. Interaksi anggota kelompok tani dengan ketua kelompok tani dari indikator aspek kerjasama

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada aspek kerjasama yang memiliki nilai cukup baik adalah indikator anggota kelompok tani pinang selalu bergotong royong dalam menyelesaikan pekerjaan budidayanya (B1) dengan skor 51%, anggota kelompok tani pinang saling memberi masukan/kontribusi dalam setiap persoalan demi kemajuan kelompok (B2) dengan skor 42% serta kelompok tani pinang saling membantu satu sama lain yang dilakukan secara bergiliran sesama

kelompok tani (B4) dengan skor 52,5%. Sementara itu, pada indikator anggota kelompok tani berbagi ilmu pengetahuan mengenai teknik budi daya pinang memiliki nilai buruk (B3) dengan skor 39,5%. Astari dkk (2024) menyatakan kegiatan yang dilakukan secara bersama-sama dan juga saling tolong menolong dalam pengolahan lahan hingga panen dapat meningkatkan terjalannya kekerabatan satu sama lain antara anggota kelompok dan juga meringankan beban pekerjaan pengolahan lahan pertanian hingga panen tiba.

Hubungan Teknik Budi daya dan Interaksi Sosial pada Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya

Penelitian ini menerapkan uji korelasi untuk menganalisis hubungan antara teknik budi daya dengan interaksi sosial pada kelompok tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya di Desa Repan. Penjelasan lebih terinci mengenai hubungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3 terlihat hasil uji *Rank Spearman* melalui data kuesioner petani pinang Kelompok Tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya memiliki korelasi positif dan signifikan antar teknik budi daya pinang dengan interaksi sosial anggota dengan kelompok tani pinang yang bernilai 0,499 dan nilai ini berada pada rentang 0,40-0,599. Sugiyono (2015) menyatakan pedoman interpretasi koefesien korelasi yaitu 0,00-0,199 sangat tidak kuat, 0,20-0,399 tidak kuat, 0,40- 0,599 cukup kuat, 0,60-0,799 kuat, 0,80-1,000 sangat kuat dan berdasarkan penelitian ini, interaksi sosial yang terjadi dalam kelompok tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya harus ditingkatkan karena aspek komunikasi, norma sosial, dan kerja sama antar petani pinang belum berjalan secara optimal seperti anggota kurang fokus dalam diskusi tentang teknik budidaya tanaman pinang serta minimnya partisipasi dalam kegiatan penyuluhan dan rapat kelompok tani mengakibatkan terbatasnya pertukaran informasi.

Tabel 3 Hasil Uji Korelasi Rank Spearman Data Kuesioner Petani Pinang Kelompok Tani Usaha Besama dan Mekar jaya

			Teknik Budi Daya	Interaksi Sosial
Spear man's Rho	Teknik Budi Daya	Correlation Coefficient	1.000	0.499**
		Sig. (2-tailed)	.	<,001
		N	40	40
	Interaksi Sosial	Correlation Coefficient	0.499**	1.000
		Sig. (2-tailed)	<,001	.
		N	40	40

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Sumber: Olahan Data Pribadi (2025)

Dalam hal norma sosial, petani cenderung kurang menjalankan peraturan yang telah ditetapkan oleh pemerintah atau lembaga terkait. Selain itu, kerja sama dalam teknik budi daya pinang juga kurang optimal, karena para petani jarang berkolaborasi dan berbagi pengetahuan terkait metode yang lebih efektif dan akibatnya, wawasan petani tetap terbatas, sehingga penerapan teknik budi daya pinang belum berjalan dengan maksimal dan belum sepenuhnya sesuai dengan yang tepat (termasuk dalam kategori buruk).

KESIMPULAN

Penerapan teknik budi daya pinang yang dilakukan oleh kelompok tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya tergolong kategori buruk dengan nilai rata-rata 37.85 %. Hal ini disebabkan banyak anggota tani yang belum menerapkan teknik budi daya sesuai prosedur standar operasional yang diterapkan Kementerian Pertanian. Interaksi dalam kelompok tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya pada aspek komunikasi, norma sosial, kerja sama rata-rata memiliki nilai cukup baik (persentase berturut-turut 42,16%, 45,87%, dan 46,25%). Terdapat korelasi positif dan signifikan antar teknik budi daya terhadap

interaksi sosial kelompok tani Usaha Bersama dan Mekar Jaya di Desa Repan, Kecamatan Rangsang, Kabupaten kepulauan Meranti

DAFTAR PUSTAKA

- Astin Riski Astari, Joko Winarno, Sugihardjo. 2024. Penguatan Modal Sosial Dalam Pengembangan Pertanian Organik (Studi Kasus Pada Kelompok Tani Mulyo 1 Desa Gentungan Kecamatan Mojogedang Kabupaten Karanganyar). *Journal of Integrated Agricultural Socio Economics and Entrepreneurial Research*, 3(1): 54–64. <https://doi.org/10.26714/jiasee.3.2.2025.65-69>
- Badan Pusat Statistik. 2025. *Statistik Perkebunan Riau: Komoditi Pinang 2023- 2025*. Badan Pusat Statistik. Pekanbaru.
- Badan Pusat Statistik Meranti. 2025. *Statistik Perkebunan Meranti: Komoditas Pinang 2022-2024*. Badan Pusat Statistik Meranti. Kepulauan Riau.
- Cahyono, Anang Sugeng. 2020. Pengaruh Media Sosial Terhadap Perubahan Sosial Masyarakat di Indonesia. *Jurnal: Publiciana*, 1 (5): 10-157. <https://doi.org/10.36563.V1/i5>.
- Fatmah, Salawati dan Rahmi. 2022. Analisis Faktor yang Mempengaruhi Produksi Usaha Tani Padi Sawah di Desa Tinggi Kecamatan Galang Kabupaten Tolitoli. *Jurnal Agrokompleks Tolis*, 2(3): 67-74. <https://doi.org/10.56630/jago.v2i3.242>
- Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. 2025. *Budidaya Tanaman Pinang (Areca catechu Linn)*. Diakses pada <https://ppid.pertanian.go.id/doc/1/Budidaya%20Pinang.pdf> tanggal 30 Oktober 2025.
- Kusumawati, D. 2018. Dampak Interaksi Sosial Kelompok Tani terhadap Produktivitas Pertanian. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*, 6(1): 1-10.
- Lismawati, Insan, T. N., Yuniawan, A. I. 2020. Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Produktivitas Usahatani Padi di Lahan Sawah Irigasi Pedesaan (Suatu Kasus di Desa Gunungsari Kecamatan Sadananya Kabupaten Ciamis). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 7(3): 676-683
- Nadia, S., Umar, M., & Juardi. 2022. Dampak Jumlah Anggota Keluarga dan Pendidikan Terhadap Pola Konsumsi Rumah Tangga Miskin. *Bulletin of Economics (BEST)*, 2(1), 35–43. <https://doi.org/10.24252/best.30522>
- Nur, A., L., TS. 2020. Tingkat Pengetahuan Petani Terhadap Pemanfaatan Tanaman Refugia di Desa Bandung Kecamatan Prambon Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Agriscience*, 1(11) :353–366
- Rahmadani, Elfi, Rudi Febriamansyah, Ira Wahyuni S., dan Yonariza. 2020. The Effect of Conflict on the Relationship Between Elements for The Progress of Rubber Cooperatives in Riau Province, Indonesia *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(6): 237-245. <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12I6/S20201026>.
- Silalahi, M. 2020. Manfaat dan Toksisitas Pinang (*Areca catechu*) dalam Kesehatan Manusia. *Bina Generasi;Jurnal Kesehatan*, 11 (2): 26-31.
- Aminah, Siti. 2023. Interaksi Sosial Antara Masyarakat Pendatang Dengan Masyarakat Lokal (Studi Kasus Pada Masyarakat Kelurahan Alam Jaya Jatiuwung Tangerang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia (JPMI)*. 1(1):17-22
- Sugiyono. 2015. Analisis Pengaruh Kualitas Produk terhadap Kepuasan Konsumen Menggunakan Metode Kuantitatif pada CV. Meubele Berkah Tangerang. Indonesian. *Jurnal On Software Engineering*, 5(1): 19-28.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Pt. Alfabeta. Bandung.
- Tampubolon, C. Dan H. Saputra. 2024. Pengaruh Tenaga Kerja, Pelatihan dan Pengalaman Terhadap Produktivitas Usaha Tani Padi pada Kelompok Tani Mekar Bangun Setia, Desa Amplas. *Jurnal Arastirma Universitas Pamulang*, 4(2): 518-531
- Triguna, R., Suharno, & Kilat, A. A. 2022. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Partisipasi Petani pada Program Upaya Khusus Jagung di Kabupaten Pandegelang. *Jurnal Agribisnis indonnesia*, 10(1): 142-151
- Zarliani, W. O. 2023. Analisis Faktor Produksi Terhadap Produktivitas dan Kelayakan Usaha dari Petani Kopi di Buton. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 23(2): 479-490.

KARAKTERISTIK BIOFISIK VERMIKOMPOS DARI CAMPURAN DAUN KELAPA SAWIT DAN KOTORAN KAMBING MENGGUNAKAN CACING TANAH *AFRICAN NIGHT CRAWLER*

(Biophysical Characteristics of Vermicompost from a Mixture of Oil Palm Leaves and Goat Manure Using African Night Crawler Earthworms)

Muhammad Harun Atillah¹, Ervina Aryanti^{1*}, Novita Hera¹

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Jl. HR Soebrantas Km. 15 Pekanbaru Riau

*E-mail korespondensi: ervina.aryanti@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

*Oil palm leaves and goat manure are common organic wastes that can be effectively utilized as raw materials for vermicomposting. This study aimed to identify the optimal combination of oil palm leaves and goat manure in producing vermicompost with desirable biophysical characteristics in accordance with the Indonesian National Standard (SNI 7763:2024). The research was conducted from October to December 2024 at the Composting Facility, Faculty of Agriculture and Animal Science, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. A Completely Randomized Design (CRD) with a single factor was employed, consisting of five treatments: 1000 g oil palm leaves, 1000 g goat manure, 500 g oil palm leaves + 500 g goat manure, 750 g oil palm leaves + 250 g goat manure, and 250 g oil palm leaves + 750 g goat manure. The parameters observed included temperature, color, odor, moisture content, particle size, particle density and *Escherichia coli* content. Analysis of variance (ANOVA) revealed that the combination of oil palm leaves and goat manure had a significant effect on several biophysical properties of the vermicompost, particularly on particle size and particle density. Moreover, the vermicompost was found to contain *E. coli* bacteria at levels that still complied with the SNI standard. The treatment using 1000 g of goat manure produced vermicompost with the most favorable characteristics in terms of odor, texture, temperature, color, and particle size, meeting the quality requirements specified in SNI 7763:2024.*

Keywords : *vermicompost, oil palm leaves, goat manure, biophysical properties, SNI 7763:2024*

PENDAHULUAN

Pertanian memegang peranan penting dalam meningkatkan perekonomian nasional. Pemerintah Indonesia telah mengarahkan transformasi dari sistem pertanian tradisional menuju pertanian modern (Sulaiman, 2025). Dalam sistem pertanian modern, penggunaan pupuk menjadi aspek yang sangat krusial. Berdasarkan data Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia (2021), selama periode 2017–2021 konsumsi pupuk nasional mencapai 10–11 juta ton per tahun, terutama didominasi pupuk urea, SP-36, ZA, dan NPK. Pupuk organik hanya menyumbang sekitar lima persen dari total penggunaan, padahal penggunaan pupuk anorganik berlebihan dapat menurunkan kualitas tanah. Oleh sebab itu, perlu alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, salah satunya dengan meningkatkan pemanfaatan pupuk organik yang berasal dari limbah pertanian maupun peternakan. Pemanfaatan limbah tersebut tidak hanya meningkatkan produksi tanaman, tetapi juga membantu menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan.

Sektor pertanian yang sangat besar perannya di Indonesia adalah kelapa sawit (Ngadi & Noveria, 2017). Data BPS Provinsi Riau tahun 2022 menunjukkan bahwa luas lahan sawit di daerah tersebut mencapai 1.732.748 ha, terbesar di Indonesia. Luasnya areal sawit menghasilkan limbah tanaman dalam jumlah besar, termasuk daun yang relatif lebih mudah terurai dibandingkan bagian tanaman lainnya. Dengan populasi 130-140 pohon per hektar dan produksi 22 pelepah per tahun dengan berat 7 kg serta daun 0,5 kg per pelepah, total limbah daun dapat mencapai 1.430 kg per hektar dalam setahun (Mathius, 2017). Limbah daun ini sering dibiarkan menumpuk sehingga berpotensi menjadi sarang hama. Padahal daun sawit memiliki kandungan unsur hara yang cukup baik, yakni N 2,6-2,9%, P 0,16-0,19%, K 1,1-1,3%, Ca 0,5-0,7%, Mg 0,3-0,45%, S 0,25-0,40%, Cl 0,5-0,7%, B 15-25 µg/l, Cu 5-8 µg/l, dan Zn 12-18 µg/l (Srisook et al., 2022). Namun, untuk meningkatkan nilai nutrisinya, daun sawit perlu dikombinasikan dengan bahan organik lain, seperti limbah peternakan.

Penggunaan limbah peternakan, misalnya kotoran kambing, dapat meningkatkan kandungan hara kompos. Menurut Maarif (2022), 100 ekor kambing dapat menghasilkan sekitar 280 kg kotoran per

minggu, dan tanpa penanganan yang tepat dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Kotoran kambing memiliki kandungan hara yang cukup tinggi, yaitu C-organik 15,39%, N 1,9%, P 1,48%, dan K 2,9% (Suarmaprasetya & Soemarno, 2021). Namun rasio C/N-nya masih tinggi (>30), sehingga proses pengomposannya membutuhkan waktu lebih lama dan memerlukan bantuan dekomposer.

Salah satu dekomposer yang efektif adalah cacing tanah jenis African Night Crawler (ANC). Produk dekomposisi cacing ini dikenal sebagai kascing. Cacing ANC termasuk jenis epigeik dan sangat efisien dalam pengomposan di daerah tropis (Hazra et al., 2018). Ukurannya lebih besar dibandingkan cacing tanah biasa sehingga mampu mengonsumsi pakan hingga 150% dari bobot tubuhnya per hari (Kyle & Jen, 2018). Reproduksiya cepat dan mampu mempercepat penguraian bahan organik. Kartini et al. (2015) melaporkan bahwa penggunaan media cacing dalam pengomposan dapat memengaruhi C-organik, N-total, populasi mikroorganisme, serta rasio C/N.

Selain kandungan hara, kualitas fisik kascing juga penting. Kascing yang baik memiliki ciri: warna coklat kehitaman, tidak berbau, tekstur remah, dan rasio C/N < 20 . Bulan et al. (2016) menemukan bahwa kombinasi 1 kg daun sawit, 1 kg cacing, dan 4 kg kotoran sapi menghasilkan kascing dengan kandungan N 0,94%, P 1,29%, K 0,31%, dan C/N 12,21, yang sesuai standar SNI kompos. Aspek biologis kompos juga perlu diperhatikan. Keberadaan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* dalam limbah kotoran hewan dapat menurunkan kualitas kompos (Harvianti et al., 202). Produk pupuk organik harus memenuhi standar SNI 19-7030-2004, yaitu kandungan *E. coli* tidak lebih dari 1000 MPN/g total solid. Dengan latar belakang tersebut, penelitian diperlukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah pertanian dan peternakan sebagai kompos yang aman, berkualitas, dan bermanfaat bagi tanah serta tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Rumah Kompos Fakultas Pertanian dan Peternakan. Analisis kadar air, rasio C/N, serta kandungan bakteri *E. coli* dilaksanakan di Laboratorium Wiwiadi Bintang Sains yang beralamat di Jalan Lubuk Indah Kubu Dalam Parak Karakah No. 47, Kecamatan Padang Timur, Kota Padang. Kegiatan penelitian berlangsung pada periode Oktober hingga Desember 2024.

Bahan yang digunakan meliputi baglog, cacing African Night Crawler, kotoran kambing, dan daun kelapa sawit. Alat-alat yang digunakan antara lain kain hitam, paranet, kawat, handsprayer, sarung tangan, gunting, timbangan analitik, oven, thermohyrometer, ayakan, pH meter, keranjang buah, soil meter, serta buku *Munsell Soil Color Chart*.

Penelitian ini menggunakan percobaan satu faktor, yaitu variasi komposisi limbah daun kelapa sawit dan kotoran kambing yang dikombinasikan dengan cacing African Night Crawler dalam proses vermikomposting. Unit percobaan berupa keranjang plastik berbentuk tabung yang diisi campuran bahan kompos, disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan sebagai berikut: P1 = 1000 g daun kelapa sawit + 500 g cacing ANC, P2 = 1000 g kotoran kambing + 500 g cacing ANC, P3 = 500 g kotoran kambing + 500 g daun kelapa sawit + 500 g cacing ANC, P4 = 750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit + 500 g cacing ANC, P5 = 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit + 500 g cacing ANC. Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga total diperoleh 20 unit percobaan. Media cacing yang digunakan berupa baglog bekas jamur tiram sebanyak 1000 g untuk setiap unit percobaan.

Pembuatan Kascing

Proses pembuatan kascing berlangsung selama kurang lebih empat minggu. Media hidup cacing disiapkan dengan menempatkan 1000 g baglog jamur ke dalam keranjang plastik yang telah dilapisi kain hitam, kemudian ditambahkan 500 g cacing. Setelah cacing dimasukkan, dilakukan pemantauan setiap dua jam selama 12 jam untuk memastikan cacing tidak keluar dan telah beradaptasi dengan media. Selanjutnya, daun kelapa sawit dan kotoran kambing dimasukkan ke dalam setiap keranjang sesuai perlakuan. Pemberian pakan dilakukan satu kali setiap minggu, atau setelah pakan sebelumnya benar-benar terurai. Pada minggu terakhir, pakan tidak diberikan untuk mencegah adanya bahan yang belum terdekomposisi sehingga tidak mengganggu kematangan kascing. Perlakuan diberikan pada sore hari karena cacing bersifat nokturnal dan lebih aktif pada malam hari.

Pemeliharaan Kascing

Setelah seluruh bahan organik dimasukkan ke setiap unit percobaan, dilakukan tahapan pemeliharaan media cacing, yang meliputi pembalikan media, pengecekan kelembapan, serta pemantauan suhu. Pengadukan media dilakukan secara rutin pada saat pemberian perlakuan guna menjaga sirkulasi udara di dalam media sehingga suplai oksigen tetap tersedia bagi cacing.

Pengadukan dilakukan secara manual menggunakan tangan yang telah dilapisi sarung tangan plastik. Kelembapan media diukur menggunakan soil meter. Jika media terlalu kering, dilakukan penyemprotan air dengan handsprayer, sedangkan media yang terlalu basah perlu ditambahkan bahan kering untuk menurunkan kelembapannya. Kebutuhan kelembapan ideal bagi cacing berada pada kisaran 60–80%. Pemantauan suhu juga dilakukan menggunakan soil meter yang memiliki fitur pengukuran suhu. Wadah budidaya dibiarkan terbuka pada siang hari agar sirkulasi udara tetap baik, dan kembali ditutup pada sore hari untuk mencegah cacing keluar dari media. Suhu ruangan kemudian dicatat menggunakan Thermohygrometer.

Parameter Kompos

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah karakteristik dari fisik kascing yang meliputi aroma, ukuran dan kerapatan butiran, suhu, warna, kadar air, serta karakteristik biologi kascing yaitu kandungan bakteri *E. coli*.

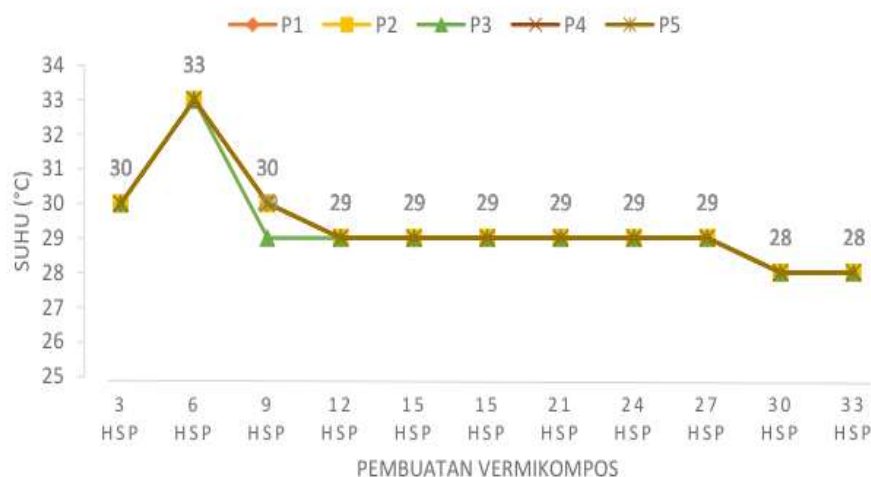
Analisis data

Data dari hasil pengamatan yang merupakan data kuantitatif seperti ukuran dan kerapatan butiran, kadar air, suhu dan jumlah *E. Coli* selain dianalisis menggunakan SAS 9.0 juga dibandingkan dengan standar SNI 7763:2024. Sementara itu, data kualitatif seperti aroma dan warna dievaluasi dengan merujuk pada ketentuan SNI 7763:2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Vermikompos

Selama proses vermikompos berlangsung, telah terjadi perubahan suhu. Perubahan suhu tersebut ditampilkan pada grafik yang terdapat pada gambar 1 yang menunjukkan dinamika suhu kascing selama proses pengomposan.



Keterangan: P1= 1 kg daun kelapa sawit, P2= 1 kg kotoran kambing, P3= 500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing, P4= 750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit, P5= 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit

Gambar 1. Grafik perubahan suhu kascing (°C).

Pada proses pengomposan campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing menggunakan cacing African Night Crawler, terjadi perubahan suhu sepanjang tahapan vermikompos. Setiap perlakuan menunjukkan pola fluktuasi suhu yang serupa. Pada hari ke-3, suhu seluruh perlakuan berada di kisaran 30 °C, kemudian meningkat cukup tajam menjadi 33 °C pada hari ke-6. Kenaikan suhu ini berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme yang juga dipengaruhi oleh meningkatnya aktivitas cacing dalam mendekomposisi bahan organik serta isolasi panas oleh material kompos. Domínguez (2018) menjelaskan bahwa peningkatan suhu dipengaruhi oleh metabolisme cacing yang bersinergi dengan mikroorganisme. Kondisi ini sejalan dengan Arthawidya et al. (2017), yang menyebutkan bahwa peningkatan temperatur merupakan ciri fase mesofilik (15-45 °C).

Memasuki hari ke-9, suhu kembali turun ke kisaran 29-30 °C, lalu stabil pada sekitar 29 °C mulai hari ke-12 hingga hari ke-27. Stabilitasnya suhu menunjukkan bahwa aktivitas cacing dalam

menguraikan bahan mulai berkurang. Temuan ini sesuai dengan Farida (2022), yang melaporkan bahwa suhu pada vermikompos cenderung konstan ketika cacing mengonsumsi bahan organik secara bertahap. Nyame et al. (2021) menyebutkan bahwa cacing tidak dapat bertahan pada suhu di bawah 9 °C, dengan suhu ideal untuk pertumbuhan berada di sekitar 25 °C.

Pada hari ke-30 hingga 33, suhu turun menjadi 28 °C. Menurut Subula et al. (2022), penurunan suhu ini menandakan bahwa sebagian besar karbon telah terdegradasi. Secara keseluruhan, suhu kascing saat pemanenan berada pada 28 °C, yang telah memenuhi standar SNI. Temuan ini juga sejalan dengan Putro et al. (2016), bahwa pada fase pematangan suhu kompos stabil dan berada di bawah 30 °C sesuai ketentuan SNI.

Warna Kascing

Hasil penelitian menunjukkan bahwa warna kascing mengalami perubahan selama proses pengomposan, yang diamati setiap minggu. Perubahan tersebut disajikan pada Tabel 1. Kombinasi daun kelapa sawit dan kotoran kambing yang diolah dengan bantuan cacing *African Night Crawler* memperlihatkan dinamika perubahan warna sepanjang proses dekomposisi. Setiap perlakuan menunjukkan pola perubahan warna yang berbeda dari minggu ke minggu. Pada minggu pertama, warna kascing berkisar antara coklat hingga coklat kekuningan. Memasuki minggu kedua, warna berubah menjadi abu-abu gelap. Pada minggu ketiga hingga minggu keempat, warna kascing tampak menjadi coklat sangat gelap keabu-abuan. Hingga hari ke-33, seluruh perlakuan menunjukkan perubahan warna akhir dari coklat sangat gelap keabu-abuan menjadi coklat sangat gelap hingga mendekati hitam.

Tabel 1. Perubahan Warna Kascing

Perlakuan	7 HSV	14 HSV	21 HSV	28 HSV	33 HSV
1 kg daun kelapa sawit	10 YR 4/4 Drak Yelowish brown	10 YR 4.1 Dark gray	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 2/2 Very dark brown
1 kg kotoran kambing	10 YR 4/2 Drak grayis brown	10 YR 4/1 Dark gray	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 2/2 Very dark Brown
500 g daun kelapa sawit + 500 gram kotoran kambing	10 YR 4/4 Dark Yelowis brown	10 YR 4/1 Drak gray	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 2/1 Black
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	10 YR 4/3 Brown	10 YR 4/1 Drak gray	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 2/1 Black
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	10 YR 4/3 Brown	10 YR 4/1 Dark gray	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 3/2 Very dark Grayish brown	10 YR 2/1 Black

HSV: Hari Setelah Vermikompos

Perubahan warna selama proses vermikomposting terjadi akibat transformasi bahan organik. Saat bahan organik melewati saluran pencernaan cacing, bahan tersebut digiling oleh ampela cacing sehingga terpecah menjadi partikel sangat kecil. Partikel ini kemudian mengalami proses mineralisasi yang menghasilkan perubahan warna kotoran cacing menjadi coklat atau hitam (Chaoui, 2022). Menurut Kusmiyarti (2013), warna kompos umumnya berkembang secara bertahap menjadi coklat kehitaman seiring terjadinya transformasi bahan organik dan pembentukan senyawa humus. Perubahan warna ini tidak hanya dipengaruhi oleh kelembapan material, tetapi juga oleh kandungan CO₂ dan asam-asam organik volatil yang terbentuk selama proses dekomposisi.

Berdasarkan standar SNI, warna kascing yang dihasilkan pada penelitian ini sudah sesuai karena menunjukkan warna coklat sangat gelap hingga hitam. Kombinasi daun kelapa sawit dan kotoran kambing mampu menghasilkan kascing dengan karakteristik warna yang baik sesuai standar kompos. Hasil ini sejalan dengan penelitian Afsyah (2021), yang menemukan bahwa kascing dari campuran kotoran sapi, daun kelapa sawit, dan limbah sayur menghasilkan kompos berwarna hitam pekat, tidak berbau, dan bertekstur seperti butiran tanah halus.

Bau Kascing

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, proses pengomposan campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing dengan metode vermikomposting menunjukkan adanya perubahan bau yang diamati setiap interval tujuh hari.

Tabel 2. Pengamatan Bau Kascing

Perlakuan	Hari ke-1	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21	Hari ke-28	Hari ke-33
1 kg daun kelapa sawit	+	++	++	++	+++	+++
1 kg kotoran kambing	+	++	++	++	+++	+++
500 g daun kelapa sawit + 500 gram kotoran kambing	+	++	++	++	+++	+++
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	+	++	++	+++	+++	+++
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	+	++	++	+++	+++	+++

Keterangan = (+) Bau bahan aslinya, (++) Bau menyengat, (+++) Bau seperti tanah

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa terjadi perubahan bau selama proses pengomposan. Semua perlakuan menunjukkan pola perubahan bau yang serupa. Pada hari ke-7, 14, dan 21, seluruh perlakuan menghasilkan bau menyengat, menandakan aktivitas vermikompos sedang berlangsung. Pada perlakuan dengan 1 kg kotoran kambing, bau yang muncul lebih kuat, kemungkinan karena kandungan amonia yang tinggi. Amonia merupakan komponen utama gas yang dilepaskan selama pengomposan bahan organik ber-nitrogen tinggi dan menjadi penyebab utama bau tidak sedap (Sanches, 2016).

Perubahan bau selama proses menunjukkan bahwa dekomposisi berjalan aktif. Pada hari ke-28 dan 33, bau kascing berubah menjadi mirip bau tanah, yang menunjukkan bahwa kompos telah matang. Rahmadanti et al. (2019) menyatakan bahwa pengamatan bau perlu dilakukan setiap tujuh hari untuk memastikan kematangan kompos. Seluruh perlakuan dalam penelitian ini akhirnya menghasilkan bau menyerupai tanah, menunjukkan kematangan kompos. Hasil ini konsisten dengan temuan Amalia & Widyaningrum (2016), bahwa bau bahan organik akan hilang dan berubah menjadi bau tanah saat kompos telah terdegradasi sempurna. Secara keseluruhan, bau kompos yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI, karena aroma tanah saat akhir pengomposan menandakan kompos sudah matang dan siap digunakan (Ariny, 2024).

Kadar Air Kascing

Berdasarkan hasil sidik ragam, kadar air pada vermikompos dari campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing menunjukkan perbedaan yang signifikan antarperlakuan, namun seluruh perlakuan belum memenuhi standar SNI.

Tabel 3. Kadar Air Kascing (%)

Perlakuan	Kadar Air (%)
1 kg daun kelapa sawit	56,60 ^a
1 kg kotoran kambing	60,05 ^{ab}
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	64,50 ^{ab}
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	64,70 ^{ab}
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	67,40 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,05%.

Kascing yang dihasilkan dari campuran daun kelapa sawit dan kotoran kambing dengan bantuan cacing African Night Crawler menunjukkan variasi kadar air pada setiap perlakuan, yaitu antara 56,60% hingga 67,40%. Perlakuan dengan 1 kg daun kelapa sawit menghasilkan kadar air paling rendah, namun tetap belum memenuhi standar SNI. Sementara itu, kadar air tertinggi terdapat pada kombinasi 250 g kotoran kambing dan 750 g daun kelapa sawit. Variasi bahan yang digunakan dapat memengaruhi kadar air kascing. Natsir et al. (2022) menyatakan bahwa kombinasi bahan dalam pengomposan akan menentukan kadar air akhir, terutama jika salah satu bahan memiliki kandungan air yang tinggi.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa seluruh perlakuan menghasilkan kadar air yang tidak sesuai dengan SNI. Selama proses vermikompos, kelembaban media dijaga melalui penyemprotan pada siang dan sore hari, yang kemungkinan menyebabkan tingginya kadar air kascing. Hal ini sejalan dengan temuan Andriawan et al. (2022) bahwa perawatan dengan menjaga kelembaban dapat meningkatkan kadar air dan membuat kompos tidak memenuhi standar SNI. Maulida (2015) juga menegaskan bahwa cacing tanah membutuhkan kelembaban tinggi, sekitar 30-50%, untuk mendukung respirasi dan kesehatannya.

Pada penelitian ini, kadar air diukur langsung setelah proses vermikompos sehingga nilainya masih tinggi dan belum sesuai SNI. Kadar air yang terlalu besar dapat menurunkan kualitas kompos, sehingga kompos yang akan dikemas atau dipasarkan perlu melalui proses pengeringan terlebih

dahulu. Widarti et al. (2015) menekankan bahwa kadar air sesuai standar akan menurunkan aktivitas mikroba, sedangkan kadar air di atas 50% dapat menyebabkan pencucian hara, berkurangnya udara dalam media, meningkatnya aktivitas mikroba, dan terjadinya fermentasi anaerob yang menimbulkan bau tidak sedap.

Ukuran Butiran Kascing

Berdasarkan sidik ragam, kombinasi daun kelapa sawit dan kotoran kambing yang diolah dengan metode vermikompos menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan terhadap ukuran butiran kascing yang dihasilkan.

Tabel 4. Persentase Ukuran Butiran (%)

Perlakuan	Ukuran Butiran (Saringan 2,55 mm)	Kriteria SNI (Minimal 60%)
1 kg daun kelapa sawit	89,06 ^b	Sesuai
1 kg kotoran kambing	93,49 ^a	Sesuai
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	88,59 ^b	Sesuai
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	87,56 ^{cb}	Sesuai
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	85,93 ^c	Sesuai

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,05%.

Kascing yang dihasilkan dari kombinasi daun kelapa sawit dan kotoran kambing menggunakan cacing *African Night Crawler* menunjukkan ukuran butiran antara 85,93% hingga 93,49%. Perlakuan dengan 1 kg kotoran kambing memberikan hasil terbaik, yaitu ukuran butiran hingga 93,49%. Hal ini disebabkan karena kotoran kambing pada penelitian ini telah dihaluskan terlebih dahulu, sehingga memudahkan cacing dalam mendegradasi bahan organik dan menghasilkan kascing yang lebih halus dibanding perlakuan lainnya. Hapsari (2018) menjelaskan bahwa bahan yang dihaluskan memiliki luas permukaan lebih besar sehingga mikroba dekomposer dapat lebih cepat memecahnya, dan semakin kecil ukuran bahan awal maka semakin cepat proses penguraian.

Persentase ukuran butiran terendah terdapat pada perlakuan 250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit sebesar 85,93%. Kondisi ini dipengaruhi oleh kombinasi bahan yang membuat cacing membutuhkan waktu lebih lama untuk menghancurkan pakan menjadi ukuran yang lebih halus. Ukuran butiran merupakan salah satu indikator penting kematangan kompos, di mana kompos matang ditandai dengan partikel yang semakin kecil akibat bahan organik terurai secara optimal. Jika dibandingkan dengan standar SNI, seluruh perlakuan pada penelitian ini telah memenuhi kriteria karena menghasilkan kascing dengan ukuran butiran lebih dari 60% dari bentuk awal.

Selain itu, ukuran butiran kascing juga dipengaruhi oleh jenis bahan organik yang digunakan. Cacing *African Night Crawler* dikenal memiliki kapasitas makan yang tinggi sehingga dapat menghasilkan kascing lebih banyak. Kyle dan Jen (2018) menyatakan bahwa jenis cacing ini mampu mengolah bahan organik hingga 150% dari bobot tubuhnya per hari jika diberikan pakan yang sesuai seperti ampas, kotoran ternak, dan daun. Hal ini menunjukkan bahwa cacing ANC sangat efektif dalam mendaur ulang bahan organik yang digunakan dalam penelitian ini.

Kerapatan Butiran Kascing

Berdasarkan sidik ragam, kombinasi daun kelapa sawit dan kotoran kambing dalam proses vermikompos menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan terhadap nilai kerapatan butiran kascing yang dihasilkan.

Kombinasi daun kelapa sawit dan kotoran kambing dengan bantuan cacing *African Night Crawler* menghasilkan variasi kerapatan butiran kascing, yaitu antara 0,39-0,52 g/ml. Pada penelitian ini terlihat bahwa kerapatan tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan 1 kg kotoran kambing. Perlakuan tersebut juga memperlihatkan tekstur kompos yang lebih padat dan halus sehingga bobot kascing menjadi lebih tinggi, sejalan dengan temuan pada parameter ukuran partikel yang menunjukkan persentase terbesar pada perlakuan yang sama. Hal ini disebabkan cacing *African Night Crawler* mampu menguraikan bahan organik dari 1 kg kotoran kambing dengan lebih efisien. Menurut Dayanti (2017), jenis cacing ini memiliki keunggulan dalam proses vermikompos karena tingkat reproduksinya tinggi, cepat mengolah bahan organik bila diberi pakan yang sesuai, serta mampu hidup pada populasi yang padat dan kondisi lingkungan yang bervariasi.

Tabel 5. Kerapatan Butiran Kascing (g/ml)

Perlakuan	Kerapatan Butiran (g/ml)	Kriteria SNI (0,7-0,9)

1 kg daun kelapa sawit	0,39 ^d	Tidak Sesuai
1 kg kotoran kambing	0,52 ^a	Tidak Sesuai
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	0,43 ^{cb}	Tidak Sesuai
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	0,46 ^b	Tidak Sesuai
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	0,41 ^{cd}	Tidak Sesuai

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,05%.

Kerapatan butiran terendah pada penelitian ini ditemukan pada perlakuan 1 kg daun kelapa sawit. Kondisi ini sesuai karena perlakuan tersebut menghasilkan kascing dengan tekstur lebih remah. Hal tersebut dipengaruhi oleh komposisi bahan organik yang digunakan. Sahwan (2016) menjelaskan bahwa keberhasilan pembuatan pupuk organik ditentukan oleh komposisi bahan dasar, dimana semakin kecil ukuran partikel bahan kompos maka semakin cepat proses pematangannya karena luas permukaan yang tersedia bagi bakteri pembusuk semakin besar.

Jika dibandingkan dengan standar SNI, seluruh perlakuan pada penelitian ini belum memenuhi ketentuan kerapatan butiran. Ketidaksesuaian tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti bahan organik yang belum terurai sempurna dan waktu pengomposan yang kurang optimal. Hal ini sejalan dengan Budi (2015) yang menyatakan bahwa proses pengomposan dipengaruhi oleh rasio C/N, ukuran partikel, aktivitas mikroorganisme, aerasi, porositas, kelembapan, suhu, pH, serta kandungan hara.

Bakteri *Escherichia coli* Kascing

Berdasarkan hasil penelitian, analisis *Escherichia coli* pada kombinasi daun kelapa sawit dan kotoran kambing selama proses vermikompos menunjukkan variasi kandungan bakteri pada setiap perlakuan. Jumlah *E. coli* yang terdeteksi dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Dari tabel tersebut tampak bahwa seluruh perlakuan menghasilkan kascing yang masih mengandung bakteri *E. coli*, dengan populasi berkisar antara $11,2 \times 10^{-3}$ hingga 77×10^{-2} . Kandungan tertinggi ditemukan pada perlakuan 1 kg kotoran kambing, yakni sebesar 77×10^{-2} , sedangkan kandungan terendah terdapat pada kombinasi 500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing.

Kemunculan bakteri *E. coli* pada vermikompos ini kemungkinan berasal dari penggunaan kotoran kambing serta potensi kontaminasi lingkungan, termasuk air yang digunakan selama perawatan. *E. coli* sendiri merupakan bakteri yang secara alami hidup dalam saluran pencernaan manusia dan hewan, seperti sapi, kambing, dan unggas (Hainil et al., 2021), dan dapat menyebar melalui feses ke lingkungan. Menurut Afrisetiawati (2016), *E. coli* merupakan bakteri koliform yang sering dijadikan indikator adanya pencemaran feses melalui air.

Tabel 6. Jumlah Bakteri *E. coli*

Perlakuan	Populasi	Kriteria SNI (102)
1 kg daun kelapa sawit	69×10^{-2}	Sesuai
1 kg kotoran kambing	77×10^{-2}	Sesuai
500 g daun kelapa sawit + 500 g kotoran kambing	$11,2 \times 10^{-3}$	Sesuai
750 g kotoran kambing + 250 g daun kelapa sawit	$16,4 \times 10^{-3}$	Sesuai
250 g kotoran kambing + 750 g daun kelapa sawit	$22,9 \times 10^{-3}$	Sesuai

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,05%.

Kehadiran bakteri *E. coli* pada kompos merupakan hal yang umum karena berkaitan dengan jenis bahan organik yang digunakan. Pirmasari et al. (2021) menyatakan bahwa *E. coli* dapat ditemukan pada proses pengomposan yang memakai bahan seperti isi rumen maupun kotoran ternak. Jiang & Wang (2024) melaporkan bahwa variasi kadar air dan kelembaban turut memengaruhi jumlah *E. coli*, di mana kadar air rendah (20%) menyebabkan penurunan populasi bakteri secara signifikan dibandingkan kadar air lebih tinggi (30%-40%). Temuan ini menunjukkan bahwa kadar air yang tinggi cenderung meningkatkan jumlah *E. coli* dalam kompos. Berdasarkan hasil penelitian ini, populasi *E. coli* yang terdeteksi masih berada dalam batas aman menurut SNI, sehingga kompos yang dihasilkan layak digunakan sebagai bahan penyubur tanah dan tidak menimbulkan risiko penularan kepada manusia.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi terbaik terdapat pada perlakuan P1 (1 kg kotoran kambing), karena memenuhi standar SNI 7763:2024 untuk parameter suhu, warna, bau, ukuran partikel, dan jumlah *E. Coli*. Namun, parameter kerapatan partikel dan kadar air pada seluruh perlakuan masih tergolong tinggi sehingga belum sesuai dengan ketentuan SNI 7763:2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrisetiawati. (2016). *Identifikasi bakteri Escherichia coli pada air minum isi ulang yang diproduksi DAMIU di Kelurahan Lubuk Buaya Kota Padang*. Jurnal Kesehatan Andalas, 570–574.
- Afsyah, S., Walida, H., Dorliana, K., & Sepriani, Y. (2021). *Analisis kualitas kascing dari campuran kotoran sapi, pelepah kelapa sawit dan limbah sayuran*. Jurnal Ilmu Pertanian, 10–12.
- Amalia, D., & Widyaningrum, P. (2016). *Penggunaan EM4 dan MOL limbah tomat sebagai bioaktivator pada pembuatan kompos*. Life Science, 5(1), 18–24.
- Andriawan, F., Walida, H., Harahap, F. S., & Sepriani, Y. (2022). *Analisis kualitas pupuk kascing dari campuran kotoran ayam, bonggol pisang dan ampas tahu*. Jurnal Pertanian Agros, 24(2), 423–428.
- Ariny, M. (2024). *Tinjauan terhadap parameter dan kualitas kompos organik perusahaan galangan kapal dengan penggunaan aktivator PROMI dan ecoenzymes*. Jurnal Publikasi Ilmu Tanaman dan Agribisnis (Botani), 15–27.
- Arthawidya, S. S. (2017). *Analisis komposisi terbaik dari variasi C/N rasio menggunakan limbah kulit pisang, sayuran dan kotoran sapi dengan metode vermikomposting*. Jurnal Teknik Lingkungan, 6.
- Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia. (2023). *Data distribusi penggunaan pupuk organik Indonesia*. Antara Kabar Berita.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik kelapa sawit Provinsi Riau*. <https://riau.bps.go.id/publication/2024/01/22/ceb97f2ba19041360c6279f5/statistik-kelapa-sawit-provinsi-riau-2022.html>
- Badan Sertifikasi Nasional. (2024). *Rancangan Standar Nasional Indonesia 37763:2024*.
- Budi, W. (2015). *Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang*. Jurnal Integrasi Proses, 77.
- Bulan, R., Tineke, H., & Desrial. (2016). *Pemanfaatan limbah daun kelapa sawit sebagai bahan baku pupuk kompos*. Jurnal Rona Teknik Pertanian, 135–141.
- Chaoui, H. (2022). *Vermicasting or vermicomposting*. Onotario, France.
- Dayanti, I. P. (2017). *Pengelolaan pupuk organik dengan metode cacing ANC di Desa Dlanggu Kabupaten Mojokerto*. Jurnal Pengabdian Masyarakat, 243–251.
- Domínguez, J. (2018). *Earthworms and vermicomposting*. In *Earthworms – The ecological engineers of soil*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76088>
- Farida, A. (2022). *Pengomposan sampah daun angkana menggunakan cacing Eisenia fetida dengan penambahan MOL nasi basi*. Conference Proceeding on Waste Treatment Technology, 97–108.
- Hainil, S., Yuni, E., & Intan. (2021). *Identification of Escherichia coli in pure soy milk at the Market of Jodoh Batam City*. Jurnal Surya Medika, 25–30.
- Harvianti, Y., Permatasari, A., & Yulianti, N. (2025). *Analysis of the presence of pathogenic bacteria Escherichia coli and Salmonella sp. in organic fertilizer*. Jurnal Biologi Tropis, 25(4), 5693–5700.
- Hapsari, U. (2018). *Pengaruh aerasi dan kadar air awal terhadap kinerja pengomposan kotoran sapi sistem windrow*. Agrotechnology Innovation (Agrinova), 1(1), 8–14.
- Hazra, N. R. (2018). *Kualitas dan produksi vermikompos menggunakan cacing African Night Crawler (Eudrilus eugeniae)*. Jurnal Tanah dan Lingkungan, 77–81.
- Jiang, X., & Wang, J. (2024). *Biological control of Escherichia coli O157:H7 in dairy manure-based compost using competitive exclusion microorganisms*. Pathogens, 13(5), 361.
- Kartini, N. L., Sinda, & Atmaja, I. (2015). *Pengaruh dosis pupuk kascing terhadap hasil tanaman sawi, sifat kimia dan biologi tanah Inceptisol Klungkung*. Jurnal Agroteknologi Tropika, 4(3).
- Kusmiyarti, T. B. (2013). *Kualitas kompos dari berbagai kombinasi bahan baku limbah organik*. Jurnal Agrotrop, 83–95.
- Kyle, J. S. (2018). *The amazing African Night Crawler*. Midwest Worm, USA.
- Ma'arif, A. (2022). *Pemanfaatan limbah kotoran kambing sebagai pendapatan tambahan di Mulia Farm*. Jurnal Politeknik, 34–40.
- Mathius, I. W. (2017). *Akselerasi pengembangan sapi potong melalui sistem integrasi tanaman-ternak sawit-sapi*. IPB Press.
- Maulida. (2015). *Budidaya cacing tanah unggul ala Adam Cacing*. PT AgroMedia Pustaka.
- Natsir, H. S., & Fazrudin. (2022). *Analisis kualitas kompos limbah organik rumah tangga berdasarkan variasi dosis mol tomat*. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 155–165.
- Ngadi, & Noveria. (2017). *Keberlanjutan perkebunan kelapa sawit di Indonesia dan prospek pengembangan di kawasan perbatasan*. Jurnal Masyarakat Indonesia, 95–111.
- Nyame, H. S. (2021). *Degradation and accumulation rates of human excreta during vermicomposting by Eisenia fetida and Eudrilus eugeniae*. Journal of Environmental Management, 1–8.

- Pirmasari, R., & Nada, D. (2021). Pengaruh perbedaan tinggi tumpukan kompos terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada kompos limbah pasar dan limbah padat RPH. *Jurnal Engineering*, 45–55.
- Putro, G. S., & Bagaskoro. (2016). Pengaruh penambahan pupuk NPK dalam pengomposan sampah organik secara aerobik menjadi kompos matang dan stabil. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8.
- Rahmadanti, D. O. (2019). Uji karakteristik kompos pada berbagai kombinasi tandan kosong kelapa sawit dan kotoran sapi menggunakan mikroorganisme selulolitik. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 105–112.
- Sahwan, F. L. (2016). Potensi sampah kota sebagai bahan baku kompos untuk mendukung kebutuhan pupuk organik dalam rangka memperkuat kemandirian pangan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(2), 193.
- Sanches, A. (2016). Emisi amonia dari pengomposan berbagai limbah organik: Ketergantungan pada suhu proses. *Jurnal Kemosfer*, 1534–1542.
- Srisook, N., Oramon, P., & Joe, P. (2022). Convolutional neural network–based nutrient deficiency classification in leaves of *Elaeis guineensis* Jacq. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, 19–27.
- Suarmaprasetya, & Soemarno. (2021). Pengaruh kompos kotoran kambing terhadap kandungan karbon dan fosfor tanah kebun kopi Bangelan. *Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan*, 505–514.
- Subula, R., Uno, W. D., & Abdul, A. (2022). Kualitas kompos menggunakan bioaktivator EM4 dan MOL keong mas. *Jambura Edu Biosfer Journal*, 4(2), 54–64.
- Sulaiman, A. A. (2025). *Transformasi pertanian tradisional ke modern mutlak dilakukan*. Antara Kantor Berita Indonesia.
- Widarti, W. (2015). Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang. *Jurnal Integrasi Proses*, 75–80.

MANAGEMENT SYSTEM OF BREEDING BULLS AT THE SINGOSARI NATIONAL ARTIFICIAL INSEMINATION CENTER (BBIB SINGOSARI), INDONESIA

Dian Eka Wati¹, Yendraliza^{1*}

¹Departemen of Animal Science, Faculty of Agriculture and Animal Science, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Jl. H.R Soebrantas No 155 KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*E-mail korespondensi: yendraliza@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

The Field Work Practice at the Singosari National Artificial Insemination Center (BBIB Singosari) was conducted to examine the management system of health, reproduction, and semen quality control of breeding bulls to support production efficiency and genetic improvement. This study aimed to evaluate the implementation of livestock management at BBIB Singosari, including animal health, barn sanitation, disease prevention, and waste and environmental management. The methods used involved direct observation, interviews with technical staff, document analysis, and assessment of the management system applied in the field. Data were analyzed descriptively and compared with national and international standards for breeding bull management. The results indicated that BBIB Singosari has implemented regular health examinations, quarantine systems, sanitation control, and reproductive monitoring technologies to maintain bull performance. Waste management was generally well-executed, although improvements in drainage systems and organic waste utilization are still required. Overall, livestock management at BBIB Singosari is considered effective in supporting the success of artificial insemination programs and improving cattle genetic quality, with potential development toward more sustainable livestock management practices.

Keywords: *livestock management, breeding bull, artificial insemination, reproductive health, BBIB Singosari*

INTRODUCTION

Artificial insemination (AI) has become a pivotal biotechnology in improving the productivity and genetic quality of cattle, particularly in Indonesia. Successful AI programmes are highly dependent on the availability of superior breeding bulls with high semen quality and optimal reproductive performance. For example, a study at the Singosari National Artificial Insemination Center (BBIB Singosari) found that for 50 Bali bulls, semen quality parameters such as volume, motility and concentration were significantly influenced by the age of bulls ($r = 0.386, 0.134, 0.086$ respectively; $P < 0.05$). In addition, another investigation of fresh semen quality in the local breed Pasundan cattle at UPTD BPPIBTSP Ciamis revealed that breed, age, body weight, feed, season, exercise and frequency of semen collection were determining factors for semen volume, consistency and sperm concentration. Moreover, an evaluation of semen quality and repeatability value of semen production from local Madura bulls at the Lembang AI centre (data from 2014–2020, $n = 1,402$ ejaculates) showed that mean semen volume was 5.32 ± 1.50 ml; motility 68.10 ± 7.07 %; concentration $1,044.27 \pm 277.63$ million/ml. Repeatability estimates for volume, motility and concentration were 0.30 (high), 0.08 (low) and 0.24 (medium), respectively. These findings highlight that both genetic and management/environmental factors critically influence semen production and quality. Yet, despite these studies, there remains a gap in the literature regarding a comprehensive system-wide evaluation of breeding bull management—covering health, sanitation, reproduction, waste management and environmental controls—in a national AI centre context. The Breeding Center Artificial Insemination Singosari (BBIB Singosari) plays a strategic role in Indonesia's cattle breeding programme, as it produces, stores and distributes semen nationally. Effective management at this centre is thus essential to sustain high semen quality, ensure biosafety and support national genetic improvement programmes.

Therefore, the present study was conducted to analyse the management system implemented at BBIB Singosari with respect to animal health, barn sanitation and environment, reproductive monitoring and waste handling. The results are expected to provide actionable insights for enhancing institutional livestock management practices and promoting a more sustainable livestock production system within Indonesia.

MATERI AND METHOD

The study employed a descriptive qualitative approach through field observation, document review, and in-depth interviews with BBIB Singosari staff members, including veterinarians, animal health officers, and technical personnel. Data collection focused on several management aspects: Animal Health Management – covering vaccination, disease prevention, and routine health examination procedures, reproductive Management – including semen collection schedules, libido evaluation, and reproductive performance monitoring, and Sanitation and Environmental Management – including hygiene practices, biosecurity measures, and waste management systems.

Analisis Data

Data were analyzed descriptively and compared against the Indonesian National Standard (SNI) and international guidelines for breeding bull management. The triangulation method was used to validate data accuracy and consistency.

RESULTS AND DISCUSSION

Feed Management

Feed management at BBIB Singosari is carried out using a standardized feeding system adjusted to the nutritional requirements of breeding bulls. The daily feed consists of a mixture of high-quality forages such as *Pennisetum purpureum* (elephant grass) and *Brachiaria decumbens*, combined with concentrates containing bran, corn, soybean meal, and mineral premix. Each bull receives approximately 10% of its body weight in total fresh feed per day, distributed twice daily (morning and afternoon). Clean drinking water is provided *ad libitum*. This feeding management system aligns with the recommendations of [Hafez & Hafez \(2013\)](#), which emphasize balanced nutrition to maintain libido, semen volume, and sperm motility. According to [Indriastuti et al. \(2020\)](#), optimal feed energy and protein levels are critical in improving semen quality in breeding bulls. The consistent availability of fresh forage and concentrate at BBIB Singosari supports stable body condition scores (BCS 3–3.5), essential for optimal reproductive performance.

Housing Management

The housing system at BBIB Singosari is designed for individual bull management, using individual pen stalls separated by concrete partitions to ensure safety and prevent direct physical interaction between bulls. Each stall measures approximately 3 × 4 m, equipped with a concrete floor, proper drainage, feeding trough, and water access. Ventilation and lighting are optimized to maintain indoor air quality and prevent heat stress. Daily cleaning is conducted every morning using water and disinfectant, and manure is collected in covered waste channels leading to the biogas unit. This routine sanitation supports a biosecure environment and reduces the risk of pathogen transmission. According to [Fadli et al. \(2021\)](#), proper stall design, lighting, and hygiene directly influence the health and reproductive efficiency of bulls in AI centers. Similarly, [Prasetyo et al. \(2022\)](#) emphasized that inadequate housing conditions can lower semen motility and fertility rates due to thermal discomfort and stress.

Health Management

Health management at BBIB Singosari follows a comprehensive veterinary protocol covering routine health checks, vaccination programs, and disease surveillance. Bulls undergo monthly clinical examinations, including body temperature, respiratory rate, and reproductive organ health assessments. Routine vaccinations are administered against Anthrax, Jembrana disease, Septicemia epizootica, and Foot-and-Mouth Disease (FMD). Preventive deworming is carried out quarterly. Newly arrived bulls are placed under quarantine for 30 days for observation and laboratory testing before being introduced into the main herd. This practice aligns with international standards outlined by the World Organisation for Animal Health (OIE, 2023), emphasizing quarantine and health certification as key components of disease control in AI centers. The application of such biosecurity measures has been proven effective in maintaining disease-free status and ensuring semen safety for distribution across Indonesia. The overall health status of bulls at BBIB Singosari remains excellent, as reflected in low morbidity and absence of major infectious disease outbreaks. This outcome supports findings by [Wigiyanti et al. \(2024\)](#), who reported that consistent veterinary supervision and biosecurity measures significantly

improve reproductive longevity and semen quality in Madura and Bali bulls maintained under controlled conditions.

CONCLUSION

The livestock management system at BBIB Singosari is well-structured and effectively supports the success of artificial insemination programs and genetic improvement in cattle. The integration of health management, reproductive control, sanitation, and waste management ensures sustainable and high-quality semen production. Further improvement in waste handling technology and drainage optimization will enhance environmental sustainability and operational efficiency. The findings from this study can serve as a model for improving breeding bull management practices at other artificial insemination centers in Indonesia.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to express sincere gratitude to the Singosari National Artificial Insemination Center (BBIB Singosari) for providing access, technical assistance, and valuable information throughout the study.

REFERENCE

- Fadli, M., Nugraha, C., & Herwijanti, E. (2021). Evaluation of housing sanitation and environmental impact on bull semen quality in Indonesian AI centers. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 24(2), 130–135. <https://jurnal.unpad.ac.id/jurnalilmuternak/article/view/53308>
- Hafez, E. S. E., & Hafez, B. (2013). *Reproduction in Farm Animals* (7th ed.). Wiley-Blackwell. <https://www.wiley.com/en-us/Reproduction+in+Farm+Animals%2C+7th+Edition-p-9780813825094>
- Indriastuti, R., Suyadi, & Susandani, O. (2020). The influence of nutrition balance on semen production and fertility rate of breeding bulls. *Acta Veterinaria Indonesia*, 8(2), 45–52. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/actavetindones/article/view/35595>
- OIE. (2023). *Terrestrial Animal Health Code – Artificial Insemination in Cattle*. World Organisation for Animal Health. <https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/>
- Prasetyo, D., Nugraha, C., & Suyadi, S. (2022). Housing and environmental effects on semen quality of Bali bulls at Singosari AI Center. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 44(3), 258–265. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jitaa/article/view/24244>
- Wigiyanti, E. T., Indrijani, H., Darodjah, S., & Kurnia, A. (2024). Evaluation of semen quality and repeatability value of Madura bulls at Lembang Artificial Insemination Center. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 24(2), 130–135. <https://jurnal.unpad.ac.id/jurnalilmuternak/article/view/53308>
- Nugraha, C., Herwijanti, E., Novianti, I., Furqon, A., Septian, W., Busono, W., & Suyadi, S. (2019). Correlations between age of Bali bull and semen production at National Artificial Insemination Center, Singosari – Indonesia. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 44(3), 258–265. <https://doi.org/10.14710/jitaa.44.3.258-265>

AKTIVITAS ANTAGONIS ISOLAT BAKTERI DARI RIZOSFER JERUK SIAM (CITRUS NOBILIS LOUR.) TERHADAP FUSARIUM OXYSPORUM

(Potential of Bacterial Isolates from the Rhizosphere of *Citrus nobilis* Lour.as Antagonistic Agents against *Fusarium oxysporum*)

Syukria Ikhsan Zam^{1*}, Miranda Aulia¹, Tiara Septirosya¹, Mokhamad Irfan¹, Raudhatu Shofiah¹

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim
JL. H. R. Soebrantas KM.15 No. 155 Kota Pekanbaru

*Email korespondensi: syukria.ikhsan.zam@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Fusarium oxysporum is a phytopathogenic fungus that causes *Fusarium* wilt in *Citrus nobilis*. One environmentally friendly alternative to control this disease is the use of rhizosphere bacteria, which are known to suppress plant pathogens. This study aimed to identify the antagonistic activity of rhizosphere bacteria from *C. nobilis* against *F. oxysporum*. Rhizosphere soil samples were collected from *C. nobilis* plantations in Bagun Purba Timur Jaya Village, Bangun Purba District, Rokan Hulu Regency, Riau Province. Bacterial isolation was conducted using nutrient agar medium, followed by characterization based on colony morphology, Gram reaction, cell shape, catalase activity, and the ability to inhibit *F. oxysporum* growth. Five bacterial isolates (RJS1, RJS2, RJS3, RJS4, and RJS5) were obtained, with cell counts ranging from 0.41×10^8 to 1.41×10^8 . The isolates exhibited diverse colony morphologies; all belonged to Gram-negative groups, with rod-shaped cells (RJS1, RJS4, and RJS5) and coccoid-shaped cells (RJS2 and RJS3). All isolates showed catalase activity and inhibited the growth of *F. oxysporum* by 14.20–57.14%. However, all of the isolates demonstrated antagonistic activity against *F. oxysporum*.

Keywords : bioactivity, biological pesticide, colony, *Fusarium* wilt

PENDAHULUAN

Jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta berperan dalam pemenuhan kebutuhan buah masyarakat. Permintaan terhadap jeruk siam terus meningkat seiring dengan kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi buah sebagai sumber vitamin dan mineral (Maulana & Irawati, 2024). Namun demikian, produktivitas jeruk siam seringkali terkendala oleh berbagai faktor biotik, khususnya serangan penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme patogen. Salah satu penyakit utama yang menimbulkan kerugian signifikan adalah busuk fusarium (Anisah & Utari, 2025).

Busuk fusarium disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*, yaitu jamur tular tanah yang bersifat patogenik pada berbagai tanaman inang. Patogen ini menyerang jaringan pembuluh tanaman sehingga mengganggu sistem transportasi air dan hara, yang pada akhirnya menyebabkan layu, nekrosis, hingga kematian tanaman (Al-Bedak *et al.*, 2019). Kerugian akibat serangan *F. oxysporum* dilaporkan cukup tinggi karena menurunkan hasil panen dan kualitas buah (Sarnaik *et al.*, 2025). Upaya pengendalian yang mengandalkan fungisida kimia sering dilakukan, namun penggunaan berlebih menimbulkan dampak negatif seperti resistensi patogen, pencemaran lingkungan, serta risiko bagi kesehatan manusia (Leiva-Mora, 2023).

Pertanian berkelanjutan memerlukan strategi pengendalian yang lebih ramah lingkungan dan efektif. Salah satu pendekatan yang mendapat perhatian luas adalah pemanfaatan mikroorganisme antagonis yang berasal dari lingkungan sekitar tanaman, khususnya daerah perakaran atau rizosfer (Danesh *et al.*, 2024). Rizosfer dikenal sebagai habitat yang kaya akan mikroba dengan interaksi kompleks yang dapat memengaruhi kesehatan tanaman. Di antara mikroba tersebut, bakteri rizosfer memiliki peranan penting karena mampu menghasilkan senyawa metabolit dan enzim yang dapat menekan pertumbuhan patogen tanaman (Galani *et al.*, 2024; Jayanti *et al.*, 2024).

Sejumlah penelitian sebelumnya melaporkan bahwa bakteri rizosfer dari berbagai tanaman memiliki kemampuan antagonistik terhadap *Fusarium* spp. melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi, produksi antibiotik, siderofor, maupun induksi ketahanan tanaman (Bhargavi *et al.*, 2024; Boulahouat *et al.*, 2023). Keberhasilan pemanfaatan bakteri rizosfer sebagai agen hayati telah membuka peluang pengembangan biokontrol untuk mengurangi ketergantungan terhadap fungisida sintetis. Namun, efektivitas agen hayati sangat dipengaruhi oleh jenis isolat, karakter fisiologis, serta kesesuaian dengan lingkungan tumbuh tanaman inangnya (Cahyani *et al.*, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada identifikasi aktivitas antagonis isolat bakteri yang berasal dari rizosfer jeruk siam terhadap *Fusarium oxysporum*. Isolasi dan karakterisasi bakteri dilakukan untuk mengevaluasi sifat morfologi, fisiologis, serta kemampuan menghambat pertumbuhan patogen. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah sebagai dasar pengembangan strategi pengendalian hayati penyakit busuk fusarium pada jeruk siam, sekaligus mendukung penerapan pertanian berkelanjutan yang lebih ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Pengambilan sampel dilakukan pada lahan pertanaman jeruk siam di Desa Bangun Purba Timur Jaya, Kecamatan Bangun Purba, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau. Isolasi, karakterisasi dan uji aktivitas antagonis isolat dilakukan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah (PEMTA), Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2025.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu sampel tanah rizosfer, media agar nutrisi (Merck®), media agar kentang dekstrosa (Merck®), NaCl (Merck®) 0,85%, alkohol 70% (Bratachem®), kapas lemak, set pewarnaan Gram (Merck®) dan isolat *Fusarium oxysporum*. Alat yang digunakan yaitu ring sampel tanah, jarum Ose, lampu Bunsen, gelas Beaker, cawan Petri, pipet ukur, mikropipet, labu Erlenmeyer, tabung reaksi, batang L, plastik klip steril, timbangan analitik, autoklaf, vortex, inkubator, mikroskop, *laminar air flow*, *colony counter*, *hot plate with magnetic stirrer*, sarung tangan dan *cool box*.

Prosedur Penelitian

1. Pengambilan sampel

Sampel tanah diambil dengan menggunakan *purposive sampling technique* (Zhu *et al.*, 2008). Tanah rizosfer jeruk siam diambil pada lima titik sampel dengan kedalaman 0 – 20 cm. Sampel tanah disimpan dalam plastik klip steril dan disimpan di dalam *cool box* (Yurnaliza *et al.*, 2024), selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk isolasi bakteri.

2. Pembuatan media

Agar nutrisi sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan ditambahkan akuades hingga volume 500 mL, selanjutnya dididihkan dan dihomogenkan dengan menggunakan *hot plate with magnetic stirrer*. Mulut labu Erlenmeyer yang berisi media agar nutrisi tersebut selanjutnya ditutup dengan kapas lemak hingga kedap udara.

Agar kentang dekstrosa sebanyak 19,5 g dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan ditambahkan akuades hingga volume 500 mL, selanjutnya dididihkan dan dihomogenkan dengan menggunakan *hot plate with magnetic stirrer*. Mulut labu Erlenmeyer yang berisi media agar nutrisi tersebut selanjutnya ditutup dengan kapas lemak hingga kedap udara.

3. Sterilisasi alat dan bahan

Semua alat dan bahan yang tahan panas disterilisasi dengan menggunakan autoklaf. Sterilisasi dilakukan pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi dan ditahan selama 15 menit (Stanbury *et al.*, 2016). Jarum Ose disterilisasi dengan pemijaran pada api lampu Bunsen.

4. Isolasi dan pemurnian

Isolasi dilakukan dengan metode cawan sebar. Metode ini dilakukan dengan cara mensuspensi tanah rizosfer sebanyak 10 g ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi NaCl 0,85% sebanyak 90 mL, selanjutnya dilakukan pengenceran hingga 10^{-7} . Setiap tahap pengenceran dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Sebanyak 0,1 mL suspensi pada pengenceran 10^{-5} – 10^{-7} ditetaskan ke dalam cawan Petri yang berisi agar nutrisi steril dan diratakan dengan menggunakan batang L (Cappuccino & Welsh, 2018; Willey *et al.*, 2008). Cawan Petri tersebut kemudian diinkubasikan pada suhu 27°C selama 24 jam. Bakteri yang tumbuh diamati morfologi koloninya. Koloni yang memiliki morfologi yang berbeda dinyatakan sebagai isolat yang berbeda. Isolat tersebut

kemudian dimurnikan dengan *four-way streaking method*. Isolat yang telah murni disubkultur pada tabung reaksi yang berisi agar nutrisi miring steril dan disimpan untuk kultur stok.

Parameter Penelitian

Parameter yang diamati meliputi morfologi koloni, jumlah sel, bentuk sel, kelompok Gram dan aktivitas katalase dengan merujuk kepada Cappuccino & Welsh (2018) dan Willey et al. (2008), sedangkan aktivitas antagonis diamati melalui daya hambat pertumbuhan terhadap *F. oxysporum* dengan merujuk kepada (Girish & Bindu, 2019).

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk table dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diperoleh lima isolat bakteri dari rizosfer jeruk siam. Seluruh isolat memperlihatkan morfologi koloni yang berbeda dengan jumlah sel berkisar antara $0,41 \times 10^8$ – $1,41 \times 10^8$ CFU.g⁻¹. Isolat RJS1, RJS4 dan RJS5 memiliki bentuk sel batang, sedangkan isolat RJS2 dan RJS3 memiliki bentuk sel bulat. Kelima isolat adalah Gram negatif, memiliki aktivitas katalase dan aktivitas antagonis terhadap *F. oxysporum* dengan daya hambat berkisar antara 14,20 – 57,14%. Data lengkap hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah sel, morfologi isolat dan daya hambat isolat terhadap *F. oxysporum*

Parameter	Isolat				
	RJS1	RJS2	RJS3	RJS4	RJS5
Morfologi Koloni					
- Bentuk	<i>Circular</i>	<i>Irregular</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Irregular</i>	<i>Circular</i>
- Tepian	<i>Undulate</i>	<i>Lobate</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Lobate</i>	<i>Entire</i>
- Elevasi	<i>Flat</i>	<i>Convex</i>	<i>Flat</i>	<i>Flat</i>	<i>Pulvinate</i>
- Warna Koloni	Krem	Putih Susu	Krem	Krem	Putih Susu
Jumlah Sel (CFU.g ⁻¹)	$0,41 \times 10^8$	$0,87 \times 10^8$	$1,28 \times 10^8$	$1,00 \times 10^8$	$1,41 \times 10^8$
Bentuk Sel	Batang	Bulat	Bulat	Batang	Batang
Gram	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
Aktivitas Katalase	+	+	+	+	+
Daya Hambat (%)	14,20	50,00	42,80	27,70	57,14

Variasi bentuk koloni bakteri mencerminkan adanya perbedaan fisiologis antar isolat, yang umumnya dipengaruhi oleh komposisi genetik serta kondisi lingkungan tempat isolat tersebut tumbuh (Čepl et al., 2016). Warna koloni yang bervariasi antara krem dan putih susu menunjukkan adanya perbedaan pigmen, yang sering kali berkaitan dengan kandungan metabolit sekunder seperti karotenoid atau flavonoid yang berperan dalam perlindungan terhadap stres oksidatif (Qureshi et al., 2018).

Hasil pewarnaan Gram menunjukkan bahwa seluruh isolat termasuk dalam kelompok **bakteri Gram negatif**, yang ditandai dengan dinding sel tipis dan keberadaan lapisan lipopolisakarida pada membran luarnya. Ciri ini memungkinkan sel memiliki permeabilitas yang lebih tinggi terhadap senyawa tertentu, termasuk antibiotik dan metabolit sekunder (Nikaido, 2009). Pengamatan morfologi sel menunjukkan bahwa isolat RJS1, RJS4, dan RJS5 berbentuk batang, sementara RJS2 dan RJS3 berbentuk bulat. Variasi bentuk ini menunjukkan kemungkinan bahwa kelima isolat berasal dari genus yang berbeda (Vaara, 2020), meskipun sama-sama tergolong Gram negatif.

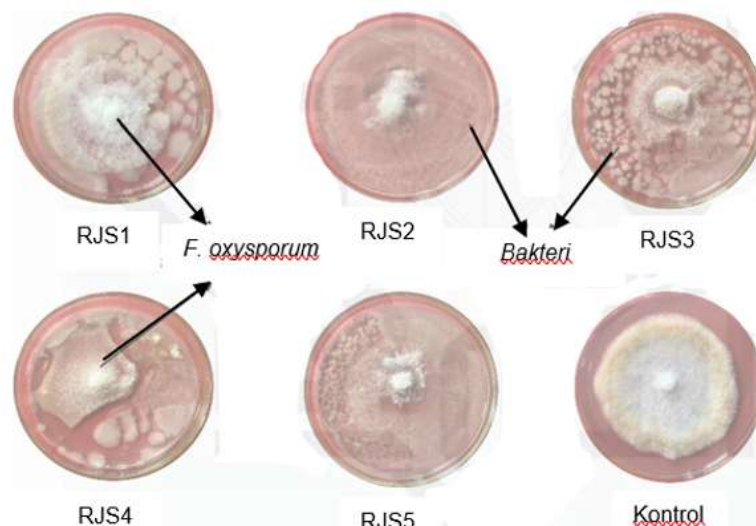
Isolat RJS5 menunjukkan jumlah sel tertinggi, diikuti oleh RJS3, RJS4, RJS2, dan RJS1. Tingginya jumlah sel pada RJS5 mengindikasikan kemampuan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan isolat lainnya. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan ini meliputi kemampuan adaptasi terhadap media tumbuh, efisiensi metabolisme, dan kecepatan pembelahan sel (Sen et al., 2010). Perbedaan laju pertumbuhan antar isolat bakteri sering kali dikaitkan dengan perbedaan dalam penggunaan substrat karbon dan nitrogen pada medium pertumbuhannya (Wahyuningsih & Zulaika, 2019).

Seluruh isolat menunjukkan hasil positif pada uji katalase, yang ditandai dengan munculnya gelembung oksigen ketika ditetesi larutan hidrogen peroksida. Aktivitas enzim katalase mencerminkan kemampuan bakteri dalam menetralkan radikal bebas dan melindungi diri dari stres oksidatif (Susanti et al., 2024). Karakter ini umum dijumpai pada bakteri aerob dan fakultatif anaerob (Yumoto et al., 1999).

Hasil ini menunjukkan bahwa kelima isolat memiliki sistem pertahanan enzimatis yang baik terhadap senyawa oksidatif, yang berpotensi mendukung kelangsungan hidupnya pada lingkungan kaya oksigen atau dalam proses fermentatif.

Uji daya hambat (Tabel 1 dan Gambar 1) menunjukkan bahwa kelima isolat memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme uji dengan tingkat efektivitas yang bervariasi. Nilai daya hambat berkisar antara **14,20% hingga 57,14%**, dengan aktivitas tertinggi ditunjukkan oleh **RJS5 (57,14%)**, diikuti oleh **RJS2 (50,00%)**, **RJS3 (42,80%)**, **RJS4 (27,70%)**, dan **RJS1 (14,20%)**. Perbedaan aktivitas antagonistik ini kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan masing-masing isolat dalam menghasilkan metabolit sekunder antimikroba, seperti asam organik, siderofor, atau senyawa biosurfaktan (Kai *et al.*, 2007). Bakteri Gram negatif tertentu, khususnya dari genus *Pseudomonas* dan *Enterobacter*, diketahui mampu menghasilkan senyawa antibakteri seperti fenazin, pirrolnitrin, dan asam hidrosianik yang berperan penting dalam penghambatan mikroba patogen (Rani *et al.*, 2025).

Hasil ini menunjukkan bahwa **RJS5** memiliki potensi terbesar untuk dikembangkan sebagai agen biokontrol atau probiotik karena kemampuannya menghasilkan jumlah sel tinggi dan aktivitas antagonistik yang kuat. Sementara itu, **RJS1** menunjukkan aktivitas terendah, yang dapat disebabkan oleh produksi metabolit antimikroba yang lebih sedikit atau mekanisme kompetisi yang kurang efisien. Secara keseluruhan, kombinasi karakteristik fisiologis dan aktivitas antagonistik yang dimiliki oleh isolat-isolat ini menunjukkan bahwa beberapa di antaranya, terutama RJS5 dan RJS2, berpotensi digunakan dalam pengembangan agen biokontrol alami yang ramah lingkungan. Identifikasi molekuler lebih lanjut melalui analisis gen 16S rRNA diperlukan untuk menentukan spesies masing-masing isolat secara pasti, serta mengonfirmasi hubungan antara sifat morfologis dan kemampuan antagonistik yang dimilikinya.



Gambar 1. Aktivitas antagonis isolat-isolat yang diperoleh terhadap *F. oxysporum*

KESIMPULAN

Seluruh isolat memiliki aktivitas antagonis terhadap *F. oxysporum*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kepala Laboratorium PEMTA dan seluruh asisten yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bedak, O. A., Mohamed, R., & Elsalahy, H. (2019). Rapid histochemical staining method visualizing the role of *Fusarium oxysporum* catalase in xylem embolism formation and lupine wilt. *Journal of Microbiology & Experimentation*, 7(4). <https://doi.org/10.15406/jmen.2019.07.00259>
- Qureshi, M. A. A., Sankaran, S., & Subbaiah, S. (2018). Effect of certain compounds on the pigmentation characteristics of some bacterial isolates. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(1), 2464–2483. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.701.297>
- Anggit Cahyani, Hamidson, H., Suwandi, S., & Umayah, A. (2024). Selection of antagonistic rhizobacteria potential for biological control of *Fusarium oxysporum*. *BIOVALENTIA: Biological Research Journal*, 9(2), 176–181. <https://doi.org/10.24233/biov.9.2.2023.416>
- Anisah, S. N., & Nofi Utari. (2025). Exploration and identification of siamese orange (*Citrus nobilis* Lour.) plant diversity in Banyuwangi Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 1812–1820. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8925>
- Bhargavi, G., Arya, M., Jambhulkar, P. P., Singh, A., Rout, A. K., Behera, B. K., Chaturvedi, S. K., & Singh, A. K. (2024). Evaluation of biocontrol efficacy of rhizosphere dwelling bacteria for management of *Fusarium* wilt and *Botrytis* gray mold of chickpea. *BMC Genomic Data*, 25(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s12863-023-01178-7>
- Boulahouat, S., Cherif-Silini, H., Silini, A., Bouket, A. C., Luptakova, L., Alenezi, F. N., & Belbahri, L. (2023). Biocontrol efficiency of rhizospheric *Bacillus* against the plant pathogen *Fusarium oxysporum*: A promising approach for sustainable agriculture. *Microbiology Research*, 14(3), 892–908. <https://doi.org/10.3390/microbiolres14030062>
- Cappuccino, J. G., & Welsh, C. (2018). *Microbiology a Laboratory Manual* (Eleventh). Pearson.
- Čepl, J., Blahůšková, A., Neubauer, Z., & Markoš, A. (2016). Variations and heredity in bacterial colonies. *Communicative & Integrative Biology*, 9(6), e1261228. <https://doi.org/10.1080/19420889.2016.1261228>
- Galani, B., Chauhan, J., & Gohel, S. (2024). Role of rhizospheric microbial enzymes in plant growth promotion, antagonism, and sustainable agriculture: A review. *Trends in Horticulture*, 7(2), 4902. <https://doi.org/10.24294/th.v7i2.4902>
- Girish, K., & Bindu, K. R. (2019). Evaluation of antagonistic potential of antifungal bacteria on fungal pathogens of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Research Journal of Chemistry and Environment*, 23(5), 23–30. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85066635949&partnerID=40&md5=1510d0912d3a40d23db979b5215da392>
- Jayanti, R. M., Kristianingrum, S. A., & Setiawan, A. W. (2024). In vitro efficacy of plant growth-promoting rhizobacteria isolated from ginger (*Zingiber officinale*) rhizosphere for biological control of plant pathogens. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 21(3), 217–228. <https://doi.org/10.31849/jip.v21i3.23258>
- Kai, M., Effmert, U., Berg, G., & Piechulla, B. (2007). Volatiles of bacterial antagonists inhibit mycelial growth of the plant pathogen *Rhizoctonia solani*. *Archives of Microbiology*, 187(5), 351–360. <https://doi.org/10.1007/s00203-006-0199-0>
- Leiva-Mora, M. (2023). Use of efficient microorganisms in control of *Fusarium oxysporum cubense* race 4. *Medwave*, 23(S1), eUTA353. <https://doi.org/10.5867/medwave.2023.S1.UTA353>
- Maulana, F., & Irawati, I. (2024). Peningkatan nilai tambah jeruk siam melalui program “Citrus Kurano” usaha bersama Kelompok Tani Desa Sukoreno Kecamatan Umbulsari Kabupaten Jember. *Jompa Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(3), 24–32. <https://doi.org/10.57218/jompaabdi.v3i3.1171>
- Nikaido, H. (2009). Outer Membrane, Gram-Negative Bacteria. In *Encyclopedia of Microbiology* (pp. 439–452). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012373944-5.00050-X>
- Rani, K. C. M. E., Devi, V. V., Gomathinayagam, S., & Shanmugaiah, V. (2025). Biocontrol ability of indigenous *Pseudomonas* sp. VSMKU4040 against economically important fungal phytopathogens for the sustainable agriculture. *Journal of Biological Control*, 70–78. <https://doi.org/10.18311/jbc/2025/47478>
- Danesh, Y. R., Pellegrini, M., Akköprü, A., Farda, B., Boyno, G., & Djebaili, R. (2024). Plant growth-promoting rhizobacteria: Their potential as biological control agents in sustainable agriculture. In *Sustainable Agricultural Practices* (pp. 145–159). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-19150-3.00015-1>
- Sarnaik, R., Shelake, J., & Waghmare, M. (2025). *Fusarium* wilt of brinjal: impact, pathogenicity, and sustainable management strategies. *Discover Plants*, 2(1), 244. <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00331-z>
- Sen, S. K., Mohapatra, S. K., Satpathy, S., & Rao, G. (2010). Characterization of hot water spring source isolated clones of bacteria and their industrial applicability. *International Journal of Chemical Research*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.9735/0975-3699.2.1.1-7>

- Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. (2016). *Principles of Fermentation Technology: Third Edition*. Butterworth Heinemann.
- Susanti, B. P., Yuliani, A. E., Hidayatullah, A. F., & Sutrisno, S. (2024). Activity test of catalase enzyme in rhizospheric soil bacteria. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 10(1), 70–78. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v10i1.22957>
- Vaara, M. (2020). Lipopolysaccharide and the permeability of the bacterial outer membrane. In *Endotoxin in Health and Disease* (pp. 31–38). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003064961-2>
- Wahyuningsih, N., & Zulaika, E. (2019). Perbandingan pertumbuhan bakteri selulolitik pada media nutrient broth dan carboxy methyl cellulose. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36283>
- Willey, J. M., Sherwood, L. M., & Woolverton, C. J. (2008). *Prescott, Harley, and Klein's microbiology* (Seventh). McGraw-Hill Higher Education.
- Yumoto, I., Iwata, H., Sawabe, T., Ueno, K., Ichise, N., Matsuyama, H., Okuyama, H., & Kawasaki, K. (1999). Characterization of a facultatively psychrophilic bacterium, *Vibrio rumoiensis* sp. nov., that exhibits high catalase activity. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(1), 67–72. <https://doi.org/10.1128/AEM.65.1.67-72.1999>
- Yurnaliza, Y., Nurwahyuni, I., Lenny, S., & Lutfia, A. (2024). Bioprospecting study of plant growth promoting rhizospheric bacteria from oil palm plantation as biological control agent of *Ganoderma boninense*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 27(5), 256–267. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2024.256.267>
- Zhu, A. X., Yang, L., Li, B., Qin, C., English, E., Burt, J. E., & Zhou, C. (2008). Purposive sampling for digital soil mapping for areas with limited data. In *Digital Soil Mapping with Limited Data* (pp. 233–245). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8592-5_20

STUDI KANDUNGAN OKSALAT BAYAM HIJAU (*Amaranthus tricolor* L.) PADA SISTEM BUDIDAYA HIDROPONIK DAN NON-HIDROPONIK

(Study of Oxalate Content in Green Amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) Cultivated under Hydroponic and Non-Hydroponic Systems)

Nisrina Salsabila¹, Tiara Septirosya^{1*}, Riska Dian Oktari¹

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim
JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email korespondensi: tiara.septirosya@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Green amaranth (Amaranthus tricolor L.) is commonly cultivated by the community using both hydroponic and non-hydroponic systems. This plant contains antinutritional compounds, notably oxalates. The present study aimed to determine the oxalate content in green amaranth cultivated under hydroponic and non-hydroponic conditions. This study was using a single-factor experimental design with two treatment levels: P1 = hydroponic cultivation and P2 = non-hydroponic cultivation of green amaranth. Parameters observed included light intensity, temperature, air humidity, pH, leaf thickness, nitrogen uptake, phosphorus uptake, and oxalate concentration. The results indicated that light intensity, temperature, and air humidity did not differ significantly between the two cultivation systems. However, pH values showed notable differences, while leaf thickness and phosphorus uptake remained consistent across treatments. Nitrogen uptake varied between systems. Furthermore, leaf thickness, nitrogen uptake, and phosphorus uptake exhibited no significant correlation with oxalate levels. Overall, oxalate content in green amaranth was statistically similar between hydroponic and non-hydroponic cultivation methods.

Keywords: *nitrogen, nutrition absorption, pH, phosphorous*

PENDAHULUAN

Bayam (*Amaranthus* sp.) merupakan tanaman semusim yang mampu mengikat gas CO₂ secara efisien sehingga memiliki siklus hidup yang relatif singkat dengan umur panen 3 hingga 4 minggu (Puspitasari dkk., 2021). Jenis bayam yang digemari oleh masyarakat Indonesia adalah bayam hijau (Manurung dkk., 2020). Fitriani dkk. (2016) menyatakan bahwa bayam hijau mengandung berbagai nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh, seperti vitamin A, B, C, E, dan K.

Meskipun memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, ternyata bayam hijau juga merupakan akumulator kuat oksalat anti-nutrisi. Natesh *et al.* (2017) menyatakan bahwa sebagai antinutrisi, oksalat membatasi bioavailabilitas beberapa nutrisi karena dapat mengikat mineral, sehingga mengurangi penyerapan dan penggunaan nutrisi tersebut. Salgado *et al.* (2023), menyebutkan bahwa bayam hijau mengandung kadar oksalat yang tinggi yaitu 329,6–2.350 mg total oksalat/100 g berat segar. Kadar tersebut dinilai tinggi karena seharusnya untuk tanaman kadar oksalat dinyatakan aman jika tidak melebihi 413-859 mg/100 g berat basah tanaman tersebut (Agustin dkk., 2023). Salgado *et al.* (2023) menambahkan bahwa oksalat jika dikonsumsi secara berlebihan oleh manusia akan menyebabkan pengaruh buruk bagi kesehatan seperti hiperoksaluria, pembentukan batu ginjal, dan dalam kasus yang lebih parah adalah oksalosis sistematis.

Oksalat pada tanaman lebih banyak di daun dibandingkan tangkai daun (Hasim dan Zain, 2019). Chairiyah dkk. (2011) melengkapi bahwa tanaman yang kadar oksalatnya tinggi dicirikan dengan daun yang lebih tebal dari daun pada umumnya. Selain dicirikan dengan ketebalan daun, tinggi rendahnya oksalat pada bayam hijau juga dipengaruhi oleh teknik budidaya. Kadar oksalat yang terkandung di dalam bayam hijau dapat diakibatkan karena penggunaan dan serapan pupuk anorganik, baik pada budidaya secara hidroponik maupun non hidroponik. Meilisa dan Serafinah (2013) menunjukkan bahwa dengan tingginya serapan dosis Fosfor (P), menyebabkan kadar oksalat rendah pada tanaman. Jayadi dkk. (2022) menambahkan bahwa nilai pH juga mempengaruhi ketersediaan P dan kadar oksalat. Salgado *et al.* (2023) menambahkan kondisi budidaya misalnya penggunaan pupuk nitrat juga

mempengaruhi akumulasi oksalat pada tanaman. Sesuai dengan penelitian Liu *et al.* (2015) yang mendapatkan hasil bahwa akumulasi oksalat pada daun tanaman bayam berhubungan erat dengan serapan nitrat oleh akar.

Peningkatan suplai nitrat pada tanaman akan meningkatkan kandungan oksalat total pada tanaman bayam hijau tersebut. Akumulasi tinggi rendahnya oksalat pada bayam hijau ini dipengaruhi oleh teknik budidaya. Masih terbatasnya informasi terkait kandungan oksalat pada bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik, maka penelitian ini perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar oksalat pada bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Budidaya bayam hijau secara hidroponik dan non hidroponik telah dilaksanakan di lahan penelitian UARDS Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Analisis serapan hara Fosfor (P) dan Nitrogen (N) telah dilaksanakan di Laboratorium Central Plantation Services Analisis kadar oksalat telah dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2025.

Bahan dan Alat

Bahan yang telah digunakan untuk budidaya bayam yaitu tanah topsoil, benih bayam hijau varietas Maestro, pupuk NPK, pupuk kandang ayam, rockwool, dan AB Mix. Bahan yang telah digunakan untuk analisis kadar oksalat pada bayam yaitu aquades, HCl, NH_4OH , metil red, CaCl_2 , H_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, KMnO_4 , dan kertas filter Whatman. Alat yang telah digunakan untuk budidaya bayam adalah polybag 14 x 22 cm, instalasi hidroponik, wadah semai, TDS meter, pisau, timbangan analitik, soil meter, lux meter, *humidity meter*, dan netpot. Alat yang telah digunakan untuk analisis kadar oksalat pada bayam adalah neraca analitik tiga desimal, tabung digestion, pengocok tabung, alat destilasi, labu didih 250 ml, erlenmeyer 100 ml bertera, tabung reaksi, buret, erlenmeyer, gelas ukur, timbangan analitik, *hot plate*, kamera, pipet gondok, mortar, corong gelas, baki, botol ukuran 1500 ml, labu ukur, dan termometer raksa.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) dan budidaya secara non hidroponik. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan dua taraf perlakuan yaitu: P1=Budidaya bayam hijau secara hidroponik P2=Budidaya bayam hijau secara non hidroponik. Setiap perlakuan tanaman bayam hijau diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 6 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 100 sampel tanaman bayam hijau. Sehingga secara keseluruhan populasi tanaman dalam penelitian ini adalah 600 tanaman bayam.

Pelaksanaan Penelitian

Budidaya secara hidroponik meliputi pembuatan media tanam, penyemaian dan penanaman benih bayam, pemberian nutrisi, pemeliharaan, dan pemanenan. Budidaya secara non hidroponik meliputi persiapan media tanam, penanaman, pemeliharaan yang meliputi pemupukan, penyiraman, dan pengendalian hama dan pemanenan.

Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan terdiri dari intensitas cahaya, pengukuran suhu, kelembaban udara, pengukuran pH, pengukuran ketebalan daun, analisis serapan hara fosfor dan nitrogen pada daun bayam hijau, dan analisis kadar oksalat.

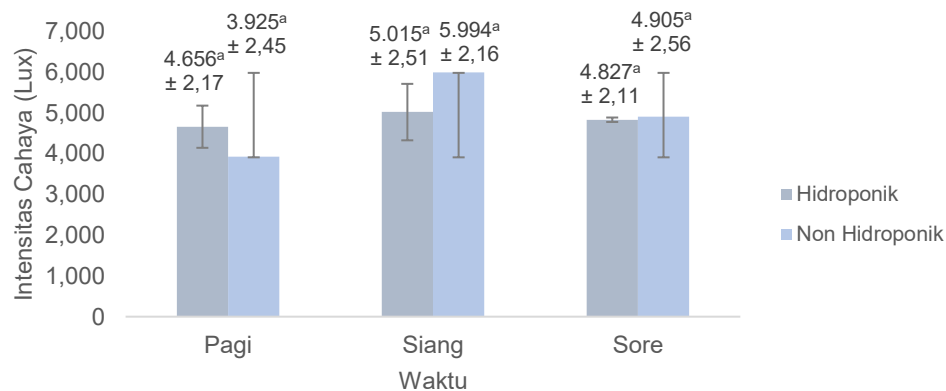
Analisis Data

Data yang telah didapatkan diolah menggunakan Uji T dengan software SPSS 23 pada tingkat signifikansi 95% dan data ketebalan daun, serapan hara N, dan P juga diolah menggunakan uji Korelasi Pearson dengan software SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya merupakan jumlah energi yang diterima tanaman persatuan luas dan persatuan waktu (Suci dan Heddy, 2018). Pengukuran Intensitas cahaya dapat dilihat pada Gambar 1.



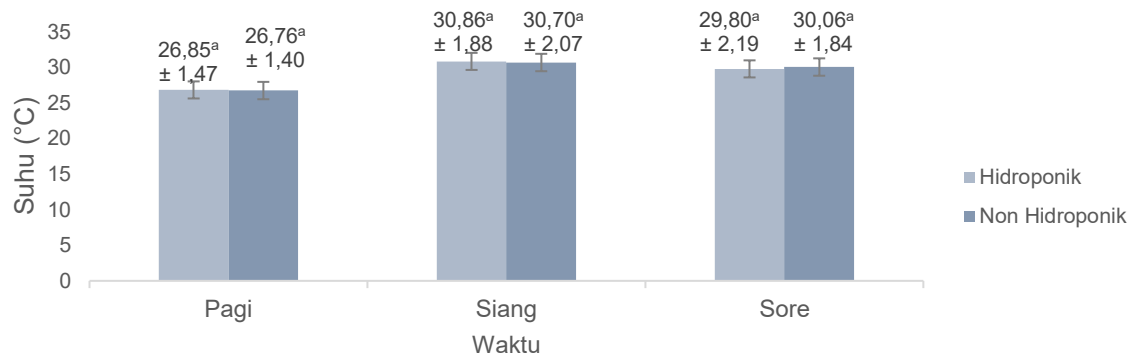
Gambar 1. Rata-rata Intensitas Cahaya Matahari

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)
(b) Simbol $\pm$ yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan bahwa bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik maupun non hidroponik mendapatkan intensitas cahaya matahari yang sama. Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara intensitas cahaya hidroponik bayam hijau dengan intensitas cahaya matahari non hidroponik bayam hijau ($p > 0,05$). Kedua sistem baik hidroponik maupun non hidroponik menunjukkan intensitas cahaya matahari tertinggi terjadi di siang hari dan intensitas cahaya yang lebih rendah terjadi pada pagi dan sore hari. Hal ini diduga karena faktor lingkungan yang sama. Penelitian Buyeye *et al.* (2024) yang membandingkan pertumbuhan tanaman *Fordhook Giant Swiss* dalam struktur hidroponik vertikal dengan penanaman di tanah di bawah kondisi cahaya yang berbeda menunjukkan hasil bahwa meskipun terdapat perbedaan dalam metode penanaman, intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman dalam kedua sistem tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa kemampuan bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik maupun non hidroponik dalam menerima intensitas cahaya matahari adalah setara. Hal ini dapat dijelaskan karena kemampuan tanaman dalam menyerap cahaya dipengaruhi oleh karakteristik fisiologis daun dan adaptasi tanaman, yang tidak berubah signifikan akibat perbedaan media tanam.

Suhu

Suhu udara adalah ukuran panas atau dinginnya udara di suatu tempat dan waktu tertentu (Rahma dkk., 2023). Hasil pengukuran suhu pada budidaya bayam secara hidroponik dan non hidroponik dapat dilihat pada Gambar 2.



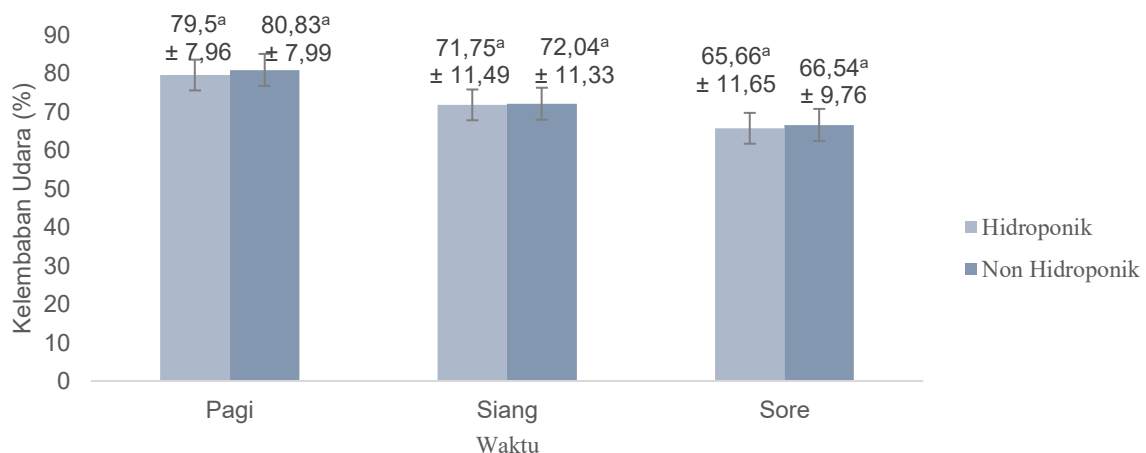
Gambar 2. Rata-rata Suhu Harian

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)
 (b) Simbol $\pm$ yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat bahwa bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik maupun non hidroponik menunjukkan suhu yang cenderung sama. Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu pada penanaman secara hidroponik bayam hijau dengan suhu pada penanaman non hidroponik bayam hijau ($p > 0,05$). Budidaya bayam hijau dengan sistem hidroponik dan non hidroponik menunjukkan tinggi rendahnya suhu yang hampir sama, yaitu mengalami peningkatan suhu dari pagi hari, mencapai puncak pada siang hari sekitar pukul 12.00 hingga 13.00, kemudian menurun kembali menjelang sore hari yang menunjukkan bahwa kedua sistem merespon penurunan suhu yang sama. Hal ini ditegaskan oleh Kementerian Pertanian RI (2021) bahwa suhu rata-rata harian pada kedua sistem budidaya di lapangan cenderung serupa karena dikendalikan oleh iklim mikro yang sama.

Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah kondisi yang menyatakan banyaknya uap air dalam udara (Sari dkk., 2020). Hasil pengukuran kelembaban udara pada budidaya bayam secara hidroponik dan non hidroponik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata Kelembaban Udara Harian

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)
 (b) Simbol $\pm$ yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik memiliki kelembaban udara yang sama. Hasil uji t menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelembaban udara hidroponik bayam hijau dengan kelembaban udara non hidroponik bayam hijau ($p > 0,05$). Pada sistem hidroponik dan non hidroponik kelembaban udara pagi, siang, dan sore hari secara umum berada dalam kisaran 60–80%. Nilai tertinggi umumnya terjadi pada pagi hari, kemudian menurun pada siang hari, dan diikuti saat sore hari. Kelembaban udara dalam penelitian ini berada dalam kelembaban yang sesuai. Berdasarkan pernyataan Febriansyah dkk. (2023), kelembaban yang sesuai untuk pertumbuhan bayam yaitu berkisar

antara 40–80%, apabila kelembaban udara sesuai maka tanaman bayam hijau akan tumbuh secara optimal.

pH

Potential of hydrogen (pH) menunjukkan ukuran kuantitatif keasaman atau kebasaan dari larutan berair atau larutan cair (Winoto dkk., 2023). Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa nilai pH pada sistem hidroponik dan non-hidroponik menunjukkan perbedaan. Pada sistem hidroponik, pH awal sebesar 5,5 meningkat menjadi 5,9 pada akhir pengamatan. Nilai ini tergolong asam lemah, namun masih berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan tanaman hidroponik (pH 5,5–6,5) sebagaimana dinyatakan oleh Haq et al. (2025). Kestabilan pH tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi larutan nutrisi yang digunakan. Ulum (2018) menyebutkan bahwa pH larutan nutrisi dapat berubah seiring waktu akibat interaksi antar komponen hara yang memengaruhi keseimbangannya.

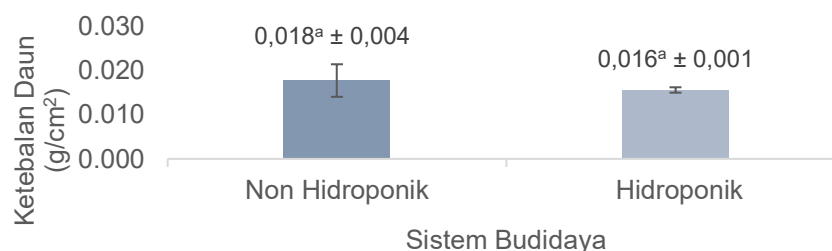
Tabel 1. pH media tanam pada budidaya hidroponik dan non hidroponik

Perlakuan	Awal	Akhir
Hidroponik	5,5	5,9
Non Hidroponik	7,1	6,8

Sebaliknya, pada sistem non-hidroponik, pH awal tanah sebesar 7,1 menurun menjadi 6,8 setelah masa tanam. Penurunan ini menunjukkan adanya aktivitas biokimia di dalam tanah, seperti proses nitrifikasi, pelarutan mineral, dan eksudasi akar. Proses nitrifikasi oleh bakteri menghasilkan ion H^+ yang dapat menurunkan pH (Damanik et al., 2013), sedangkan eksudat akar berupa asam organik turut melarutkan mineral tanah seperti fosfat, kalsium, dan besi (Fadhil, 2024). Aktivitas ini meningkatkan ketersediaan hara tetapi juga berkontribusi pada penurunan pH. Hasil ini sejalan dengan Widia et al. (2022) yang melaporkan bahwa perubahan pH tanah dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dan senyawa organik. Dengan demikian, media tanah bersifat dinamis dan lebih sulit dikontrol dibandingkan sistem hidroponik yang kondisinya lebih stabil.

Ketebalan Daun

Secara umum, ketebalan daun dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, seperti intensitas cahaya, ketersediaan air, kelembaban relative, curah hujan, serta suhu udara (Adisti dan Vauzia, 2025). Hasil pengukuran ketebalan daun tanaman bayam yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik dapat dilihat pada Gambar 4.5.



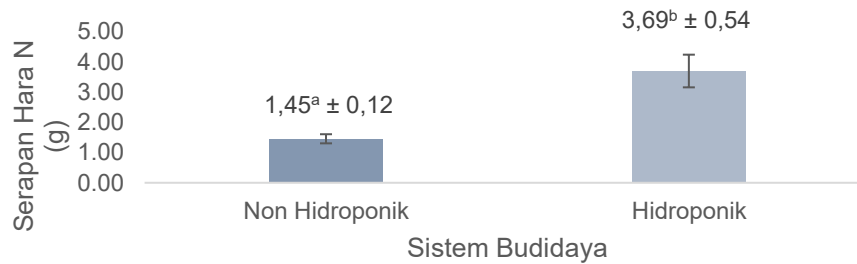
Gambar 4. Rata-rata Ketebalan Daun Bayam pada Sistem Budidaya yang berbeda

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)
 (b) Simbol $\pm$ yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan hasil bahwa pengukuran ketebalan daun bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik diberikan sumber benih dan faktor lingkungan tumbuh yang hampir sama serta dikendalikan dengan baik. Penelitian oleh Chamoli et al. (2024) menunjukkan bahwa meskipun terdapat perbedaan dalam beberapa parameter pertumbuhan antara selada yang ditanam secara hidroponik dan non hidroponik, ketebalan daun tidak menunjukkan perbedaan signifikan, hal ini terjadi karena kondisi lingkungan yang dikendalikan dengan baik dalam kedua sistem.

Serapan Hara Nitrogen (N) pada Daun Bayam Hijau

Pudjiwati dan Mariam (2022) menyatakan bahwa unsur hara Nitrogen mudah hilang melalui proses penguapan, pencucian, erosi dan denitrifikasi. Hasil analisis serapan hara N pada bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rata-rata Serapan Nitrogen pada Daun Bayam pada Sistem Budidaya yang berbeda

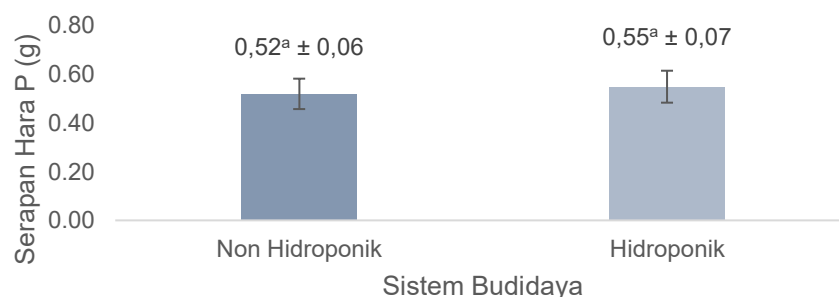
Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P>0,05$)

(b) Simbol $\pm$ yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa serapan hara N pada daun bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik berbeda nyata. Serapan hara N daun bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik lebih tinggi dibandingkan dengan serapan hara N daun bayam hijau non hidroponik. Perbedaan tersebut diduga oleh ketersediaan nutrisi pada hidroponik. Dalam sistem hidroponik, nutrisi diberikan dalam bentuk larutan yang langsung tersedia bagi tanaman, hal ini memungkinkan penyerapan nitrogen yang lebih efisien. Sebaliknya, pada budidaya non hidroponik, ketersediaan nitrogen tergantung pada proses mineralisasi bahan organik dalam tanah, yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan aktivitas mikroorganisme. Hal ini sejalan dengan penelitian Safitri (2016) yang menyatakan bahwa tanaman yang ditanam secara hidroponik menyerap nutrisi lebih baik oleh tanaman dalam bentuk larutan yang langsung tersedia bagi akar. Fatihdarehniyeh *et al.* (2023) menambahkan dalam sistem hidroponik terutama yang menggunakan sistem tertutup, memungkinkan terjadinya resirkulasi larutan nutrisi, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen.

Serapan Hara Fosfor (P) pada Daun Bayam Hijau

Fosfor (P) termasuk hara esensial bagi tanaman dengan fungsi sebagai pemindah energi, yang tidak dapat digantikan dengan hara lain (Lisdiyanti dan Guchi, 2018).



Gambar 6. Rata-rata Serapan Fosfor pada Daun Bayam pada Sistem Budidaya yang berbeda

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P>0,05$)

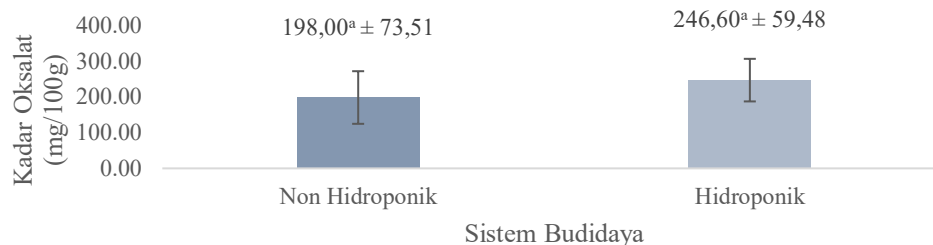
(b) Simbol $\pm$ yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 6 hasil analisis serapan hara P pada daun bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik tidak berbeda nyata. Hal ini diduga terjadi karena kedua sistem budidaya baik hidroponik dan non hidroponik mampu menyediakan fosfor dalam jumlah yang cukup bagi tanaman, sehingga tidak terjadi kekurangan maupun kelebihan yang dapat mempengaruhi tingkat serapan oleh tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Gillespie *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa dengan pengelolaan nutrisi yang baik dan tepat, tanaman tetap dapat menyerap nutrisi termasuk fosfor secara optimal. Selain itu pH media tanam mempengaruhi ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Baik dalam sistem hidroponik maupun non hidroponik, pH yang optimal memungkinkan nutrisi tersedia secara tepat yang dapat diserap oleh tanaman. Hal ini

ditegaskan oleh Karoba dan Nurjasmi (2015), bahwa dalam kondisi pH berada pada kondisi normal dan sesuai, maka penyerapan unsur hara oleh tanaman tidak mengalami hambatan.

Kadar Oksalat

Oksalat merupakan senyawa anti-nutrisi yang dapat berikatan dengan mineral seperti kalsium, membentuk kristal kalsium oksalat yang tidak larut (Emawati dkk., 2023). Hasil analisis kadar oksalat dalam dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rata-rata Serapan Fosfor pada Daun Bayam pada Sistem Budidaya yang berbeda

Keterangan: (a) Nilai rata-rata dengan superskrip yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)
 (b) Simbol $\pm$ yang disertai angka merupakan simbol Standar deviasi.

Berdasarkan Gambar 7 hasil analisis kadar oksalat pada bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik tidak memiliki perbedaan yang nyata. Dalam penelitian ini, kadar oksalat bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik sebesar 246,60 mg/100g sedangkan kadar oksalat bayam hijau yang dibudidayakan secara non hidroponik sebesar 198,0 mg/100g. Nilai tersebut termasuk aman konsumsi karena seharusnya untuk tanaman kadar oksalat dinyatakan aman jika tidak melebihi 413-859mg/100 g berat basah tanaman (Agustin dkk., 2023). Tidak adanya perbedaan yang signifikan antara kadar oksalat bayam hijau yang dibudidayakan secara hidroponik dan non hidroponik diduga berdasarkan hasil uji korelasi Pearson ketebalan daun, serapan hara N (nitrogen), dan serapan hara P (fosfor) terhadap kadar oksalat juga tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Hal ini dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Ketebalan Daun, N dan P dengan Oksalat.

Variabel	Teknik Budidaya	r (Pearson)	p (value)	Signifikansi
Ketebalan Daun	Hidroponik	-0,03	0,97	Tidak Signifikan
	Non Hidroponik	0,37	0,75	Tidak Signifikan
Serapan Hara N pada Daun Bayam Hijau	Hidroponik	0,92	0,24	Tidak Signifikan
	Non Hidroponik	-0,29	0,80	Tidak Signifikan
Serapan Hara P pada Daun Bayam Hijau	Hidroponik	0,99	0,08	Tidak Signifikan
	Non Hidroponik	-0,51	0,65	Tidak Signifikan

Variabel ketebalan daun menunjukkan korelasi yang tidak signifikan dengan kadar oksalat, baik pada sistem hidroponik ($r = -0,03$; $p = 0,97$) maupun non-hidroponik ($r = 0,37$; $p = 0,75$). Korelasi negatif sangat lemah pada sistem hidroponik menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan daun cenderung menurunkan kadar oksalat, sedangkan pada sistem non-hidroponik korelasi positif sangat lemah mengindikasikan hubungan yang tidak searah antara keduanya. Oksalat tersimpan di vakuola sel mesofil daun, sehingga bila luas jaringan penyimpanan relatif sama, kadar oksalat antar perlakuan tidak berbeda signifikan. Menurut Onoda *et al.* (2017), ketebalan dinding sel mesofil dapat memengaruhi difusi CO_2 dan kapasitas fotosintesis, yang berimplikasi pada akumulasi metabolit sekunder seperti oksalat. Dengan demikian, keseragaman struktur anatomi daun menyebabkan pengaruh ketebalan terhadap kadar oksalat menjadi minimal.

Variabel serapan hara N pada daun bayam hijau menunjukkan korelasi yang tidak signifikan dengan kadar oksalat, baik pada sistem hidroponik maupun non-hidroponik. Berdasarkan uji korelasi Pearson (Tabel 2), diperoleh nilai ($r = 0,92$; $p = 0,24$) pada sistem hidroponik dan ($r = -0,29$; $p = 0,80$) pada sistem non-hidroponik. Korelasi positif sangat kuat namun tidak signifikan secara statistik pada sistem hidroponik ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan peningkatan kadar oksalat seiring meningkatnya serapan N, hubungan tersebut belum dapat dibuktikan secara signifikan.

Secara fisiologis, peningkatan serapan N dapat merangsang pembentukan oksalat melalui peningkatan aktivitas enzim dan metabolit sekunder yang terlibat dalam jalur biosintesis oksalat (Aprilliani dan Yuliani, 2020).

Sebaliknya, pada sistem non-hidroponik, korelasi negatif sangat lemah dan tidak signifikan ($p > 0,05$) mengindikasikan bahwa peningkatan serapan N cenderung diikuti oleh penurunan kadar oksalat. Variasi ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, interaksi ion dalam larutan hara, serta kondisi mikro di sekitar akar yang memengaruhi metabolisme oksalat (Fitriani *et al.*, 2016). Selain itu, kadar oksalat juga dipengaruhi oleh tahap pertumbuhan dan faktor genetik tanaman, sehingga respons terhadap serapan N tidak selalu sejalan (Lestari dan Hadi, 2023). Dengan demikian, kondisi lingkungan yang kurang terkontrol pada sistem non-hidroponik dapat menyebabkan hubungan serapan N dan kadar oksalat menjadi tidak konsisten.

Variabel serapan hara P pada daun bayam hijau menunjukkan korelasi yang tidak signifikan dengan kadar oksalat, baik pada sistem hidroponik maupun non-hidroponik. Berdasarkan uji korelasi Pearson (Tabel 2), diperoleh korelasi positif sangat kuat pada sistem hidroponik ($r = 0,99$; $p = 0,08$) dan korelasi negatif lemah pada sistem non-hidroponik ($r = -0,51$; $p = 0,65$). Perbedaan ini menunjukkan bahwa pengaruh fosfor terhadap kadar oksalat dipengaruhi oleh metode budidaya. Pada sistem hidroponik, kondisi lingkungan yang lebih terkontrol menyebabkan metabolisme oksalat dan serapan P berlangsung paralel, sehingga menghasilkan korelasi positif kuat meskipun tidak signifikan (Rukmi *et al.*, 2017).

Sebaliknya, pada sistem non-hidroponik, faktor lingkungan seperti pH tanah, kelembapan, dan aktivitas mikroorganisme memengaruhi ketersediaan P serta metabolisme oksalat (Jayadi *et al.*, 2022). Pada kondisi asam, peningkatan kelarutan Al dan Fe dapat mengikat P dan menurunkan penyerapannya, sehingga kadar oksalat cenderung meningkat. Hal ini sejalan dengan temuan Dotania *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa eksudasi asam oksalat menurun dengan meningkatnya konsentrasi P. Dengan demikian, peningkatan serapan P pada sistem non-hidroponik dapat menyebabkan penurunan kadar oksalat. Selain itu, oksalat juga berperan sebagai senyawa adaptif terhadap stres lingkungan (Meilisa & Serafinah, 2013), sehingga kadarnya dapat berfluktuasi tergantung kondisi lapangan, bukan hanya dipengaruhi oleh unsur fosfor semata.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa budidaya bayam hijau baik secara hidroponik maupun non hidroponik menghasilkan kadar oksalat yang setara dan masih berada dalam batas aman untuk dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisti, H. Y., dan V. Vauzia. (2025). Literature Review: Respon Morfologi Daun Tumbuhan terhadap Faktor Lingkungan. *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 6(1): 52-60.
- Agustin, N. A., M. I. Syafutri, A. Yanuriati, N. Malahayati, D. Aryani, dan T. Airlangga. (2023). Penurunan Kadar Oksalat Pati Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) pada Berbagai Konsentrasi NaCl dan Lama Perendaman. *In Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 10(1):199-207.
- Aprilliani, N. Z., dan Y. Yuliani. (2020). Respons Anatomi dan Kadar Asam Oksalat Tumbuhan *Amorphophallus muelleri* Blume pada Lingkungan yang Berbeda. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(2): 137-145.
- Buyeye, Z., G. Lagerwall, A. Senzanje, and S. Sibanda. (2024). Assessment Of Vertical Hydroponic Structures Compared To Planting In Soil Under Different Light Conditions. *African Journal of Agricultural*, 20(6): 434-441.
- Chairiyah, N., N. Harijati, dan R. Mastuti. (2011). Kristal Kalsium Oksalat (Caox) pada Porang (*Amorphophallus muelleri blume*) yang Terpapar dan Tidak Terpapar Matahari. *Jurnal Natural B. Universitas Brawijaya*, 1(2): 130- 138.
- Chamoli, N., M. Kumar, S. Das, D. Prabha, and J. S. Chauhan. (2024). Comparative Analysis of Hydroponically and Soil-Grown Lettuce. *J. Mountain Res*, 19(2): 583-591.
- Damanik, A. R. B., H. Hanum, dan S. Sarifuddin. (2013). Dinamika N-NH₄ dan N-NO₃ Akibat Pemberian Pupuk Urea dan Kapur CaCO₃ pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala dan Kaitannya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(3): 1218-1227.
- Dotaniya, M. L., S. C. Datta, D. R. Biswas, and B. P. Meena. (2013). Effect of Solution Phosphorus Concentration on The Exudation of Oxalate Ions By Wheat (*Triticum aestivum* L.).

- Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 83: 305-309.
- Emawati, E., D. Indradinata, dan D. Y. Agustina. (2022). Analisis Kadar Oksalat pada Dua Jenis Tanaman Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* dan *Brassica oleracea* var. *palmifolia*) dengan Metode Spektrofotometri UV. *JIIS (Jurnal Ilmiah Ibnu Sina): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 7(1): 38-45.
- Fadhil, A. (2024). Kandungan Asam Organik Alifatik dan Ketersediaan Fosfat Tanah di Rhizosfer Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. *Saccharata*) Setelah Aplikasi Pupuk Kandang Ayam pada Ultisol. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Fathidarehniyeh, E., M. Nadeem, M. Cheema, R. Thomas, M. Krishnapillai, and L. Galagedara. (2023). Current Perspective on Nutrient Solution Management Strategies to Improve The Nutrient and Water Use Efficiency in Hydroponic Systems. *Canadian Journal of Plant Science*, 104(2): 88-102.
- Febriansyah, Z., H. Fitriyah, dan R. R. M. Putri. (2023). Sistem Kendali Suhu dan kelembapan udara pada Tanaman Bayam Microgreen dalam Ruangan Tertutup menggunakan Regresi Linier. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(5): 2542-2547.
- Fitriani, H., N. Nurlailah, dan D. Rakhmina. (2016). Kandungan Asam Oksalat Sayur Bayam. *Medical Laboratory Technology Journal*, 2(2): 51-55.
- Haq, M. S. N., M. N. Azizah, Z. Z. L. Alawiyah, W. N. Fitriyani, S. H. Tulloh, dan Y. S. Astuti. (2025). Optimalisasi Hidroponik Berbasis IoT untuk Pertanian Berkelanjutan di Desa Wanasigra Sindangkasih Ciamis. *Jurnal Penelitian UPR*, 5(1): 1-11.
- Hasin, A., dan R. Zain. (2019). Analisis Kadar Kalsium Oksalat (CaC_2O_4) pada Daun dan Batang Tanaman Bayam di Pasar Tradisional Kota Makassar. *Jurnal Media Laboran*, 9(1): 6-11.
- Jayadi, M., N. Juita, dan H. Wulansari. 2022. Analisis Fosfor Tanah pada Lahan Sawah Irigasi dan Sawah Tadah Hujan di Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang. *Jurnal Ecosolum*, 11(2): 191-207.
- Karoba, F., dan R. Nurjasmii. (2015). Pengaruh Perbedaan pH Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea*) Sistem Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). *Jurnal Ilmiah Respati*, 6(2): 529-534.
- Lestari, S., dan S. Hadi. 2023. Variasi Genetik dan Lingkungan Terhadap Kadar Oksalat Pada Bayam. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 9(3): 200-209.
- Liu, X. X., Zhou, K., Hu, Y., Jin, R., Lu, L. L., Jin, C. W., and Lin, X. Y. (2015). Oxalate Synthesis in Leaves Is Associated With Root Uptake of Nitrate And Its Assimilation in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(10): 2105-2116.
- Manurung, F. S., Y. Nurchayati, dan N. Setiari. (2020). Pengaruh Pupuk Daun Gandasil D Terhadap Pertumbuhan, Kandungan Klorofil dan Karotenoid Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Jurnal Biologi Tropika*, 1(1): 24-32.
- Meilisa, N. dan I. Serafinah. (2013). Kerapatan dan Bentuk Kristal Kalsium Oksalat Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Fase Pertengahan Pertumbuhan Hasil Penanaman dengan Perlakuan Pupuk P dan K. *Jurnal Biotropika*, 1(2): 66-70.
- Natesh, H. N., L. Abbey, and S. K. Asiedu. (2017). An Overview of Nutritional and Antinutritional Factors in Green Leafy Vegetables. *Horticulture International Journal*, 1(2): 58-65.
- Onoda, Y., I. J. Wright, J. R. Evans, K. Hikosaka, Kitajima, and M. Westoby. (2017). Physiological and Structural Tradeoffs Underlying the Leaf Economics Spectrum. *New Phytologist*, 214(4):1447-1463.
- Pudjiwati, E. H., dan A. S. Mariam. (2022). Efisiensi Serapan Hara Nitrogen Tanaman Jagung Manis dengan Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Arang Sekam. *Jurnal Ilmiah Respati*, 13(2): 133-141.
- Puspitasari, A., dan A. Mahayana. (2021). Determination of Oxalid Acid in Green Spinach (*Amaranthus gangeticus*) An Red Spinach (*Amaranthus spinosus*) Using Spectrophotometry Method. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 2(1): 32- 38.
- Rukmi, S. S., A. Aiyen, dan Rauf. (2017). Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) dengan Pemberian Kosentrasi Nutrisi Berbeda pada Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*). *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2): 222-230.
- Safitri, E. (2016). Pengaruh Aplikasi Formula Larutan Nutrisi Hidroponik Terhadap Serapan Hara dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) *Dissertation*. Universitas Brawijaya.
- Salgado, N., M. A. Silva, M. E. Figueira, H. S. Costa, and T. G. Albuquerque. (2023). Oxalate n Foods: Extraction Conditions, Analytical Methods, Occurrence, and Health Implications. *Foods*, 12(17): 3201.

- Sari, K. R. T. P., E. M. Indrawati, dan A. P. Nevita. (2020). Analisis Perbedaan Suhu dan Kelembaban Ruangan pada Kamar Berdinding Keramik. *Jurnal Inkofar*, 4(1): 5-11.
- Ulum, B. (2018). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi dan Inokulasi Agen Hayati pada Pertumbuhan dan Hasil Selada Romaine (*Lactuca Sativa* L. Var. Longifolia) Melalui Sistem Hidroponik Irigasi Tetes. *Dissertation*. Universitas Brawijaya.
- Widia, I. H., S. Sumiyati, dan I. B. Gunadnya. (2022). Pengaruh Jenis Media Tanam Organik Terhadap Kualitas Media Tanam. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 10(1): 191.

PENGARUH JENIS MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KAILAN (*Brassica oleraceae* L.) DENGAN SISTEM HIDROPONIK NFT

*(The Effect of Planting Media Types on The Growth and Yield of Kailan (*Brassica oleraceae* L.) With The NFT Hydroponic System)*

Kalwidya Rahma Perdani^{1*}, Indah Permanasari¹, Elfi Rahmadani¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim
JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email korespondensi: kalwidyarahma@gmail.com

ABSTRACT

*Kailan (*Brassica oleracea* L.) is a vegetable that has advantages compared to other cabbage-type plants. Kailan grows well in a hydroponic system when supported by the appropriate growing medium. This study aimed to determine the best type of growing medium for the growth and yield of kailan plants using the NFT hydroponic system. The research was conducted from March to April 2025 at the Greenhouse of the UARDS Laboratory, Faculty of Agriculture and Animal Science, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. This study used a Randomized Block Design consisting of six treatments and four replications, namely M1: brick pieces, M2: fern roots, M3: rockwool, M4: rice husk charcoal, M5: cocopeat, and M6: sponge. The observed parameters included plant height, number of leaves, leaf area, stem diameter, root length, fresh weight, dry weight, and chlorophyll content. Rockwool and cocopeat has an effect on the growth and yield of kailan plants in the NFT hydroponic system. The rockwool and cocopeat growing medium is the best medium to support the growth and yield of kailan plants in the NFT hydroponic system.*

Keywords: vegetable, chlorophyll, rockwool

PENDAHULUAN

Kailan (*Brassica oleraceae*) merupakan sayuran yang masih satu spesies dengan kol atau kubis (Pracaya, 2005). Kailan adalah sayuran daun yang mulai digemari masyarakat karena mempunyai keunggulan dibandingkan dengan tanaman kubis-kubisan lainnya yaitu daunnya lebih tebal, rasanya manis dan lunak (Permatasari dan Herlina, 2018). Kailan memiliki prospek yang tinggi karena diminati oleh masyarakat Indonesia dari kalangan menengah ke atas, banyak tersaji di berbagai restoran (Samadi, 2013), sehingga mempunyai nilai jual yang tinggi dan menjadi peluang usaha dalam budidaya pertanian. Produktivitas sayuran kubis-kubisan masih tergolong rendah. Berdasarkan data BPS tahun 2023 tingkat produksi kubis-kubisan mengalami penurunan dari 1.434.670 ton pada tahun 2022 menjadi 1.399.005 ton pada tahun 2023. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan sayuran akan terus meningkat namun lahan pertanian khususnya diperkotaan justru semakin berkurang. Upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan melakukan budidaya hidroponik. Sayuran yang ditumbuhkan dengan metode hidroponik memiliki keuntungan seperti dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa bergantung pada musim, kualitas hasil yang lebih baik, kebersihan yang terjamin, penggunaan pupuk yang lebih hemat, perawatan yang lebih mudah, bebas pestisida, dan kebutuhan tenaga kerja yang lebih sedikit (Fevria, 2021). Salah satu sistem yang umum digunakan adalah hidroponik sistem NFT.

Sistem NFT (Nutrient Film Technique) yaitu membudidayakan tanaman dengan cara akar tanaman tumbuh di atas lapisan nutrisi yang dangkal, memiliki sirkulasi air secara berkelanjutan selama 24 jam sehingga tanaman mendapatkan air, nutrisi dan oksigen yang cukup untuk pertumbuhan (Pancawati dan Yulianto, 2016). Keuntungan sistem NFT ialah dapat memudahkan pengendalian daerah perakaran tanaman, kebutuhan air dapat terpenuhi dengan baik dan mudah, keseragaman nutrisi dan tingkat konsentrasi larutan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dapat disesuaikan dengan umur dan jenis tanaman (Suryani, 2019). Kailan akan tumbuh dengan baik pada hidroponik bila didukung dengan jenis media tanam yang tepat. Menurut Suryani (2019) media tanam yang baik memiliki berbagai fungsi penting, yaitu sebagai penyangga tanaman agar tidak roboh, menjaga kelembaban daerah sekitar akar dan dapat menyediakan unsur hara. Media tanam hidroponik yang banyak digunakan selama ini antara lain rockwool (Israhadi, 2009). Akan tetapi rockwool masih terbilang mahal

harganya karena masih impor dan sulit didapatkan sehingga akan meningkatkan biaya produksi (Prihantoro dan Indriyani, 2003). Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam budidaya hidroponik adalah penggunaan jenis media tanam yang lebih ekonomis dan mudah didapatkan seperti cocopeat, arang sekam, pecahan batu bata, akar pakis dan spons. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis media tanam yang terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan dengan sistem hidroponik NFT. Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh jenis media tanam yang tepat pada sistem hidroponik sehingga dapat diperoleh pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae*) secara maksimal.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Green House Laboratorium UARDS Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan April 2025.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu benih kailan varietas Nita, cocopeat, arang sekam, batang pakis, rockwool, spons, pecahan batu bata dan nutrisi hidroponik. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain instalasi hidroponik NFT, timbangan digital, alat ukur pH, penggaris, alat tulis, spektrofotometer, mikroskop, kamera, laptop, wadah semai.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan, yaitu :

M1	: Batu Bata	M4	: Arang Sekam
M2	: Akar Pakis	M5	: Cocopeat
M3	: Rockwool	M6	: Spons

Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga didapatkan 24 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 4 tanaman, dimana 2 tanaman dijadikan sebagai tanaman sampel dan 2 tanaman didestruksikan pada umur 21 dan 28 HST, sehingga terdapat 96 tanaman kailan yang diamati pada penelitian ini. Parameter yang diamati meliputi Tinggi Tanaman, Diameter Batang, Jumlah Daun, Luas Daun, Panjang Akar Terpanjang, Bobot Segar, Kandungan klorofil, Bobot Kering.

Analisis data

Data pengamatan dideskripsikan dalam bentuk gambar dan tabel. Kemudian data yang telah diperoleh dari setiap perlakuan diolah menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA), jika hasil analisis ragam berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi tanaman

Tabel 1. menunjukkan penggunaan media tanam rockwool memberikan respon terbaik terhadap tinggi tanaman kailan namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan media tanam arang sekam dan cocopeat. Hal ini dikarenakan ketiga media tersebut memiliki struktur yang porous dan mampu menahan air dengan baik, sehingga akar mendapatkan suplai air dan oksigen secara seimbang. Kondisi tersebut mendukung penyerapan hara dan pertumbuhan vegetatif tanaman, sehingga menghasilkan tinggi tanaman yang lebih optimal dibandingkan media tanam lainnya. Menurut Wibowo (2013), arang sekam, cocopeat dan rockwool mempunyai kemampuan menyerap air yang baik, dan tidak mudah menggumpal sehingga membantu perakaran berkembang dengan baik dalam pengambilan unsur hara oleh akar.

Diameter Batang

Pertumbuhan pada diameter batang menunjukkan penggunaan media tanam rockwool memberikan respon terbaik, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan arang sekam dan cocopeat. Hal ini dikarenakan jenis media tanam rockwool memiliki sifat yang tidak keras sehingga rongganya dapat dilewati akar dengan baik dan mampu menyerap air untuk digunakan dalam proses metabolisme. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Susila dkk. (2014) yang menyatakan bahwa penggunaan media

rockwool secara umum memberikan hasil terbaik karena sifatnya yang ideal sebagai media tumbuh pada sistem budidaya hidroponik.

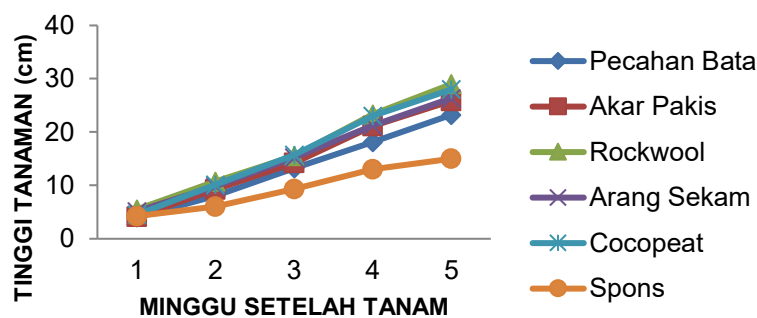
Panjang Akar Terpanjang

Perlakuan media tanam cocopeat menghasilkan panjang akar terpanjang dan berbeda nyata dengan perlakuan media tanam spons. Media tanam merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan pertumbuhan tanaman. Media tanam berfungsi menyimpan unsur hara, mengatur kelembaban dan suhu, serta mempengaruhi proses pembentukan akar (Putri dkk., 2013). Panjang akar terpanjang diperoleh pada media tanam cocopeat.

Tabel 1. Pengaruh Media Tanam terhadap Pertumbuhan Kailan dengan Media Tanam Berbeda

Perlakuan	Parameter Pengamatan (cm)		
	Tinggi Tanaman	Diameter Batang	Panjang Akar
Batu Bata	13.32 ^c	0.47 ^c	25.25 ^{ab}
Akar Pakis	14.92 ^b	0.57 ^{cb}	33.37 ^a
Rockwool	16.82 ^a	0.87 ^a	32.75 ^a
Arang Sekam	15.57 ^{ab}	0.87 ^{ab}	31.12 ^a
Cocopeat	16.27 ^{ab}	0.72 ^{ab}	35.25 ^a
Spons	9.52 ^d	0.21 ^d	17.52 ^b

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$).



Gambar 1. Tinggi Tanaman

Setiap jenis media tanam menunjukkan pola dimana tinggi tanaman semakin meningkat seiring bertambahnya usia tanaman, tetapi dengan kecepatan pertumbuhan yang berbeda-beda (Gambar 1). Media tanam rockwool menunjukkan pertumbuhan yang paling cepat sepanjang masa pengamatan, diikuti oleh arang sekam dan cocopeat yang memiliki pola pertumbuhan mirip, hanya saja perbedaannya tidak terlalu besar.

Jumlah Daun

Tabel 2. menunjukkan penggunaan media tanam rockwool memberikan respon terbaik terhadap jumlah daun tanaman kailan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan media cocopeat, akar pakis dan batu bata. Media tanam rockwool, cocopeat, akar pakis, dan batu bata mampu menyediakan kondisi tumbuh yang relatif sesuai bagi perkembangan daun tanaman kailan. Menurut Haryati (2020), tekstur dari media tanam rockwool yang berongga membuat akar tanaman mudah menembus akar dan menyerap air dengan baik karena rockwool mampu mengikat air sebanyak 80%, digunakan pada proses pertukaran zat-zat organisme yang diduga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga menghasilkan daun terbanyak.

Luas Daun

Perlakuan media tanam arang sekam memberikan respon terbaik namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan media tanam lain kecuali spons. Hal ini diduga terjadi karena karakteristik arang sekam yang remah dan mudah menyimpan air sehingga nutrisi yang tersedia dapat diserap dengan baik oleh akar tanaman. Unsur hara seperti N dan P yang terkandung di dalam media arang sekam merupakan faktor yang berperan penting dalam pembentukan zat hijau daun (Lingga 2023).

Klorofil

Namun pada parameter klorofil perlakuan media tanam yang berbeda menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh nyata terhadap parameter kandungan klorofil. Hasil penelitian ini sejalan dengan

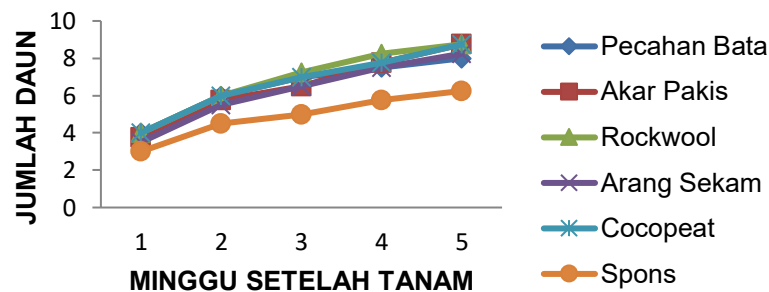
penelitian Barus dkk. (2020) bahwa penggunaan jenis media tanam yang berbeda tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil tanaman kailan. Media tanam memiliki peran yang penting dalam variabel kadar klorofil dimana media tanam dapat menyediakan unsur hara dan nutrisi yang mendukung pertumbuhan tanaman. Media tanam cocopeat memiliki kadar klorofil lebih tinggi dibandingkan media tanam lainnya. Hal tersebut dapat disebabkan oleh sifat media cocopeat yang dapat menahan dan menyediakan nutrisi bagi tanaman sehingga hasil klorofil lebih tinggi. Cocopeat mempunyai kemampuan menyerap air yang tinggi mampu menyimpan air dengan baik, mempunyai kandungan unsur hara yang diperlukan tanaman (Sisriana dkk., 2021).

Tabel 2. Pertumbuhan Tanaman Kailan pada Media Tanam Berbeda

Perlakuan	Parameter Pengamatan (cm)		
	Jumlah Daun	Luas Daun	Klorofil
Batu Bata	6.50 ^{ab}	36.70 ^{ab}	10.33
Akar Pakis	6.50 ^{ab}	39.89 ^{ab}	12.81
Rockwool	6.85 ^a	51.95 ^a	13.63
Arang Sekam	6.25 ^b	56.97 ^a	14.46
Cocopeat	6.70 ^{ab}	55.83 ^a	16.91
Spons	4.90 ^c	24.28 ^b	11.60

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$).

Media tanam rockwool menunjukkan kurva pertumbuhan jumlah daun tertinggi sepanjang masa pengamatan, diikuti oleh cocopeat, akar pakis, dan batu bata dengan pola peningkatan yang hampir serupa. Hal ini menunjukkan bahwa keempat media tanam tersebut mampu menyediakan lingkungan perakaran yang mendukung pembentukan daun secara optimal.



Gambar 2. Jumlah Daun

Media tanam rockwool menunjukkan kurva pertumbuhan jumlah daun tertinggi sepanjang masa pengamatan, diikuti oleh cocopeat, akar pakis, dan batu bata dengan pola peningkatan yang hampir serupa (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa keempat media tanam tersebut mampu menyediakan lingkungan perakaran yang mendukung pembentukan daun secara optimal.

Berat Segar

Tabel 3. Rata-rata Berat Segar Tanaman Kailan pada Media Tanam Berbeda

Perlakuan	Berat Segar (g)			
	Akar	Batang	Daun	Tanaman
Batu Bata	0,35 ^b	1,67 ^c	2,81 ^{cd}	6,23 ^b
Akar Pakis	0,81 ^a	2,02 ^c	3,64 ^{cb}	8,48 ^{ab}
Rockwool	0,85 ^a	4,88 ^b	6,44 ^a	12,77 ^a
Arang Sekam	0,62 ^a	7,52 ^a	5,31 ^{ab}	9,77 ^{ab}
Cocopeat	0,88 ^a	7,43 ^a	6,25 ^a	11,91 ^a
Spons	0,10 ^c	4,89 ^b	0,93 ^d	1,74 ^c

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$).

Tabel 3. menunjukkan dilihat bahwa perlakuan media tanam rockwool dan cocopeat menghasilkan berat segar tertinggi, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan media tanam arang sekam dan akar pakis. Ketersediaan dan unsur hara yang terkandung dalam rockwool mengakibatkan kondisi aerasi media tanam yang baik. Kandungan unsur hara dan air sangat menentukan berat segar tanaman. Menurut Saroh dkk. (2016), hal ini dikarenakan media rockwool mampu menyerap air dan nutrisi serta mengandung fosfor (P) dan kalium (K) yang merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk proses fotosintesis, sehingga tanaman lebih cepat tumbuh.

Berat Kering

Tabel 4. Rata-rata Berat Kering tanaman Kailan pada Media Tanam Berbeda

Perlakuan	Berat Kering (g)			
	Akar	Batang	Daun	Tanaman
Batu Bata	0,70 ^c	0,32 ^b	0,28 ^b	0,70 ^c
Akar Pakis	1,02 ^{cb}	0,32 ^b	0,43 ^b	1,02 ^{cb}
Rockwool	1,81 ^a	0,45 ^a	0,71 ^a	1,81 ^a
Arang Sekam	1,27 ^b	0,36 ^{ab}	0,48 ^b	1,27 ^b
Cocopeat	1,84 ^a	0,46 ^a	0,79 ^a	1,84 ^a
Spons	0,24 ^d	0,17 ^c	0,07 ^c	0,24 ^d

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$).

Tabel 4. menunjukkan bahwa media tanam cocopeat menghasilkan berat kering tertinggi namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan media arang sekam. Hal ini diduga media tanam cocopeat dan rockwool mampu menyerap air dan nutrisi dengan optimal. Cocopeat media tanam organik yang terbuat dari serbuk sabut kelapa. Cocopeat memiliki daya serap air yang sangat tinggi, memiliki pH antara 5,0-6,8 dan cukup stabil sehingga baik untuk pertumbuhan perakaran (Laksono dan Darso, 2017). Menurut Wijaya dkk. (2020), media tanam rockwool merupakan media tanam dengan porositas yang baik sehingga akar mampu menyerap nutrisi dengan optimal dan tanaman dapat tumbuh dengan cepat.

Korelasi Antar Parameter Pengamatan

Tabel 5. menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang nyata (sedang) antara tinggi tanaman dengan berat segar kailan yaitu ($R=0,432$). Kedua parameter tersebut berkorelasi positif yang berarti semakin tinggi tanaman kailan maka akan semakin meningkat juga berat segar tanaman tersebut. Pertumbuhan tinggi tanaman yang baik biasanya mengindikasikan pertumbuhan vegetatif yang baik juga, termasuk pembentukan daun dan jaringan tanaman lainnya, yang berkontribusi pada peningkatan bobot segar. Hal ini sejalan dengan Prasetya (2009), yang menyatakan bahwa bobot segar tanaman dipengaruhi oleh tinggi tanaman dan luas daun, semakin tinggi tanaman dan semakin tinggi luas daunnya maka bobot segar tanaman akan semakin tinggi.

Tabel 5. Korelasi Antar Parameter Tanaman Kailan dengan Jenis Media tanam.

TU	TT	JD	DB	PA	LD	BS	BK	K
TT	1							
JD	0,044tn	1						
DB	0,236tn	0,119tn	1					
PA	0,238tn	0,143tn	0,294tn	1				
LD	0,124tn	0,251tn	0,465*	0,085tn	1			
BS	0,432*	0,32tn	0,732**	0,390tn	0,282tn	1		
BK	0,319tn	0,370tn	0,702**	0,318tn	0,656**	0,554**	1	
KL	-0,019tn	0,570tn	0,080tn	0,100tn	-0,299tn	0,031tn	-0,221tn	1

Keterangan : *= berpengaruh nyata, **=berpengaruh sangat nyata, tn=tidak nyata pada taraf α 5%, TT= tinggi tanaman, JD= jumlah daun, DB = Diameter Batang PA= panjang akar, LD= luas daun, BS= bobot segar, BK= bobot kering, KL= klorofil.

Regresi Linear Berganda pada Kailan

Tabel 6. Uji Anova (analysis of varians)

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	92930,367	7	13275,767	6,453	,001 ^b
	Residual	32916,133	16	2057,258		
	Total	125846,500	23			

a. Dependent Variable: Berat Kering

b. Predictors: (Constant), Klorofil, Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Diameter Batang, Panjang Akar, Luas Daun, Berat Segar

Nilai F hitung (sig.) pada Tabel 6 diatas nilainya 0,001 lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa model regresi linier yang diestimasi layak digunakan untuk menjelaskan pengaruh jenis media tanam terhadap berat kering tanaman kailan (Y) ditinjau dari tinggi tanaman (X1), jumlah daun (X2), diameter batang (X3), panjang akar (X4), luas daun (X5), berat segar (X6), dan klorofil (X7) pada tanaman kailan.

Tabel 7. Model Summary

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,859 ^a	,738	,624	45,35701

a. Predictors: (Constant), Klorofil, Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Diameter Batang, Panjang Akar, Luas Daun, Berat Segar

Berdasarkan nilai R-Square sebesar 0,738 dapat disimpulkan bahwa sebesar 73,80% variasi yang terjadi pada variabel berat kering (Y) dapat dijelaskan oleh variabel bebas yaitu tinggi tanaman (X1), jumlah daun (X2), diameter batang (X3), panjang akar (X4), luas daun (X5), berat segar (X6), dan kandungan klorofil (X7). Sementara itu, sisanya sebesar 26,20% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain diluar model regresi yang tidak dianalisis dalam penelitian ini.

Tabel 8. Interpretasi Model

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1 (Constant)	-77,356	51,556		-1,500	,153
Tinggi Tanaman	,156	,189	,119	,828	,420
Jumlah Daun	,974	,565	,233	1,723	,104
Diameter Batang	1,500	,673	,474	2,230	,040
Panjang Akar	,052	,075	,098	,696	,496
Luas Daun	,012	,007	,286	1,754	,099
Berat Segar	,004	,027	,034	,162	,873
Klorofil	-,030	,022	-,196	-1,387	,184

a. Dependent Variable: Berat Kering

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat nilai konstanta(nilai α) sebesar -77,356 dan untuk tinggi tanaman sebesar 0,156; jumlah daun 0,974; diameter batang 1,500; panjang akar 0,052; luas daun 0,012; berat segar 0,004; dan klorofil -0,030. Sehingga dapat diperoleh persamaan regresi linier berganda sebagai berikut :

$$Y = -77,356 + 0,156X_1 + 0,974X_2 + 1,500X_3 + 0,052X_4 + 0,012X_5 + 0,004X_6 - 0,030X_7$$

Koefisien regresi untuk tinggi tanaman (X1), jumlah daun (X2), diameter batang (X3), panjang akar (X4), luas daun (X5), dan berat segar (X6) bernilai positif. Artinya, jika variabel-variabel tersebut meningkat, maka berat kering (Y) juga akan meningkat. Sebaliknya, jika variabel-variabel tersebut menurun, maka berat kering juga akan menurun. Nilai signifikansi untuk variabel tinggi tanaman (X1), jumlah daun (X2), panjang akar (X4), luas daun (X5), berat segar (X6), dan klorofil (X7) masing-masing lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa keenam variabel tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap berat kering tanaman (Y), meskipun secara empiris hubungan pertumbuhan dan hasil menunjukkan arah yang positif. Hal tersebut bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti variabilitas lingkungan. Sementara itu, nilai signifikansi variabel diameter batang (X3) sebesar 0,040, yang lebih kecil dari 0,05.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, media tanam rockwool dan cocopeat merupakan media terbaik dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman kailan pada sistem hidroponik NFT.

DAFTAR PUSTAKA

- Barus, W. A., H. Khair, dan H. P. Pratama. (2020). Karakter Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Lobak (*Raphanus sativus* L.) terhadap Aplikasi Ampas Tahu dan POC Daun Gamal. *Agrium. Jurnal Ilmu Pertanian*, 22(3) :183-189
- Fevria, R., S. Aliciafarma., Vauzia, dan Edwin. (2021). Comparison of Nutritional Content of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) Cultivated Hydroponically and Non-Hydroponically. *Journal of Physics: Conference Series*, 1940(1), 012049.
- Haryati, H. (2020). Uji Pemanfaatan Poc sebagai Sumber Hara Untuk Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) dengan Variasi Media Tanam Rockwool pada Sistem Hidroponik NFT. *Skripsi. Universitas Cokroaminoto Palopo*.

- Israhadi. (2009). Pengaruh Macam dan Kepekatan Larutan Ekstrak Kompos sebagai Sumber Nutrisi pada Perbesaran Bibit *Adenium sp.* dengan Sistem Hidroponik Substrat. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, UNS. Surakarta.
- isriana, S., Suryani, dan Solihah. S. M. (2021). Pengaruh Berbagai Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Kadar Pigmen *Microgreens* Selada. *Jurnal Ilmiah Respati*, 12(2): 163-176.
- Laksono. R. A, dan D. Sugiono. (2017). Karakteristik Agronomi Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L.). Kultivar Full White 021 Akibat Jenis Media Tanam Organik dan Nilai EC pada Hidroponik Sistem Wick. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2(1): 25-33.
- Lingga, P., dan Marsono. (2023). *Petunjuk penggunaan pupuk dan pengelolaan media tanam*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Yogyakarta. 98 hal.
- Pancawati, D, dan A. Yulianto. (2016). Implementasi *Fuzzy Logic Controller* Untuk Mengatur pH Nutrisi pada Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT). *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(2): 278-289.
- Permatasari, Z.P, dan N. Herlina. (2018). Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Jumlah Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(8): 1982-1991.
- Pracaya. (2005). *Kol alias Kubis*. Penebar Swadaya. Jakarta. 96 Hal.
- Prasetya, B., S. Kurniawan, dan M. Febrianingsih. (2009). Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pupuk Cair terhadap Serapan N dan Pertumbuhan Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Entisol. *Jurnal Agritek*, 17(5): 1022-1029.
- Primantoro, H. (2003). *Hidroponik Untuk Hobi dan Bisnis*. Penerbar Swadaya. Jakarta. 122 hal.
- Samadi, B. (2013). *Budidaya Intensif Kailan Secara Organik dan Anorganik*. Pusaka Mina. Jakarta. 144 hal.
- Saroh, M., Syawaluddin, dan I.S. Harahap. (2016). Pengaruh Jenis Media Tanam Dan Larutan AB *Mix* dengan Konsentrasi Berbeda pada Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Selada. *J. Agrohita*, 1(1): 29–37.
- Susila, A.D., dan Y. Koerniawati. (2004). Pengaruh Volume dan Jenis Media Tanam pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) dalam Teknologi Hidroponik Sistem Terapung. *Jurnal Agronomi*, 32(3) : 16-21.
- Wibowo, S. dan A. Asriyanti. (2013). Aplikasi Hidroponik pada Budidaya Pakcoy (*Brassica rapa Chinensis*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(3): 1-3.
- Wijaya, R., Hariono, B., Saputra, T., & Rukmi, D. (2020). Development of Plant Monitoring Systems Based on Multi-Camera Image Processing Techniques on Hydroponic System. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12-34.

KEANEKARAGAMAN DAN KARAKTERISASI FISILOGIS BAKTERI RIZOSFER TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* L. Merr) DI DESA RIMBO PANJANG, KAMPAR, RIAU

*(Diversity and Physiological Characterization of Rhizosphere Bacteria from Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) Cultivation Areas in Rimbo Panjang, Kampar, Riau)*

Novi Malinda*¹, Annisa Hasta Pratiwi²

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

² Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
Kampus Bina Widya KM.12,5, Simpang Baru, Pekanbaru, Riau, Indonesia

*Email korespondensi: novi.malinda@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

*Rhizosphere bacteria play a significant role in enhancing plant growth and health through nutrient cycling and biological control mechanisms. This study aimed to explore the diversity and physiological characteristics of rhizosphere bacteria associated with pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) cultivated in Rimbo Panjang Village, Kampar, Riau. Soil samples were collected diagonally at a depth of 0–20 cm around the pineapple roots, and bacterial isolation was carried out using Nutrient Agar (NA) medium. The isolated colonies were characterized morphologically and physiologically through KOH, Gram staining, catalase, and oxidase tests. Six bacterial isolates (RN1–RN6) were successfully obtained, showing variations in colony morphology, including color, elevation, and edge structure. Physiological tests revealed that five isolates were Gram-positive and one isolate was Gram-negative, with all isolates showing positive catalase and negative oxidase activities. The dominance of Gram-positive bacteria suggests stable soil microbial conditions and potential functional roles in plant growth promotion and biological control. These findings provide preliminary information for further molecular identification and functional testing of rhizosphere bacteria as potential biofertilizers and bioprotectants in sustainable pineapple cultivation.*

Keywords: *antagonistic activity, biofertilizer, bioprotection, microbial diversity, soil bacteria*

PENDAHULUAN

Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan salah satu komoditas hortikultura tropis yang berperan penting dalam sektor pertanian Indonesia, baik sebagai sumber pendapatan daerah maupun produk ekspor. Tanaman ini umumnya dibudidayakan pada lahan dengan karakteristik tanah masam, miskin hara, atau bertekstur ringan sehingga efektivitas pengelolaan kesuburan tanah menjadi faktor penentu produktivitas. Pada kondisi demikian, keberadaan dan fungsi mikroorganisme di wilayah perakaran, atau rizosfer, menjadi penting karena bakteri rizosfer dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi, mendukung pertumbuhan tanaman, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik (Zendrato & Lase, 2024).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa komunitas mikroba rizosfer memiliki hubungan erat dengan kesehatan dan produktivitas tanaman nanas. Kelompok bakteri fungsional seperti bakteri pengikat nitrogen seperti *Azotobacter* spp., bakteri pelarut fosfat dan kalium, serta bakteri penghasil indole-3-acetic acid (IAA) dan enzim kitinase lebih dominan pada lahan dengan produktivitas tinggi dibandingkan lahan berproduktivitas rendah (Utami *et al.*, 2020). Bakteri-bakteri tersebut tidak hanya berperan dalam suplai hara tetapi juga menghasilkan hormon pengatur tumbuh yang memengaruhi proses fisiologis tanaman. Bakteri rizosfer yang menghasilkan IAA dan ACC deaminase dari rizosfer nanas juga dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman dan mendukung perkembangan akar (Ratnaningsih *et al.*, 2023).

Selain fungsi nutrisi dan pertumbuhan, bakteri rizosfer memiliki kontribusi penting dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan. Isolat bakteri rizosfer nanas mampu bertahan dalam kondisi osmotik ekstrem dan memproduksi eksopolisakarida serta IAA. Beberapa temuan menegaskan bahwa bakteri rizosfer berpotensi sebagai bioinokulan untuk meningkatkan toleransi nanas terhadap kekeringan di lahan marginal, serta sebagai biofertilizer berbasis bakteri

penambat nitrogen dapat meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen dan hasil tanaman nanas (Dewi & Trimulyono, 2023).

Meskipun kemajuan penelitian mengenai mikroba rizosfer nanas cukup signifikan, data mengenai keanekaragaman dan karakter fisiologis bakteri rizosfer pada lokasi-lokasi spesifik di Indonesia masih terbatas. Faktor lokal seperti kondisi fisik tanah, pH, intensitas cahaya, dan praktik budidaya dapat menyebabkan struktur komunitas mikroba berbeda antar wilayah sehingga eksplorasi di tingkat lokal sangat diperlukan. Di Desa Rimbo Panjang, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau yang merupakan salah satu sentra produksi nanas nasional, belum banyak dilakukan eksplorasi bakteri rizosfer yang terkarakterisasi secara fisiologis. Padahal produksi nanas di wilayah ini mencapai lebih dari 720.486 kuintal pada tahun 2025 (Statistik, 2025), sehingga strategi peningkatan produktivitas yang ramah lingkungan sangat dibutuhkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi populasi bakteri rizosfer tanaman nanas dari Desa Rimbo Panjang yang memiliki potensi sebagai agen hayati. Secara keseluruhan, eksplorasi bakteri rizosfer nanas di Rimbo Panjang, Kampar, merupakan langkah penting untuk pengembangan inovasi hayati yang dapat mendukung keberlanjutan sistem pertanian lokal. Dengan mengidentifikasi isolat bakteri lokal yang unggul secara fisiologis, penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan bioinokulan yang sesuai kondisi lingkungan setempat dan memberi dampak positif terhadap efisiensi produksi nanas di Provinsi Riau.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah rizosfer, media *Nutrien Agar* (NA), air setril, alkohol 70%, kapas, kertas label, plastik sampel, spirtus, korek api, plastik wrap, aluminium foil, reagen oksidase, KOH 3%, H₂O₂, larutan kristal violet, iodine (lugol), safranin dan kertas saring.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah bor tanah, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAF), *Beaker glass*, gelas ukur, mikropipet, tip, pipet tetes, kaca preparate, *cover glass*, spatula, jarum ose, autoklaf, oven, mikroskop, Bunsen, tabung Erlenmeyer, vortex, timbangan, dan *hot plate*.

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di lahan budidaya tanaman nanas Desa Rimbo Panjang, Kec. Tambang, Kab. Kampar dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, mulai Bulan Juli sampai Oktober 2025.

Metode Penelitian

Pengambilan Sampel Tanah Rizosfer

Pengambilan sampel tanah rizosfer dilakukan pada kedalaman 0 - 20 cm menggunakan metode *sampling diagonal*. Sampel diperoleh dari lima titik pengamatan dan terdiri atas tanah yang melekat pada akar tanaman nanas hingga ± 1 cm dari permukaan akar. Akar beserta tanah yang menempel selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik steril, diberi label sesuai titik pengambilan, dan kemudian disimpan dalam plastik sampel untuk dianalisis lebih lanjut.

Isolasi Bakteri Rizosfer dari Tanaman Nanas

Sampel tanah dari lima titik pengamatan digabungkan untuk memperoleh sampel komposit. Sebanyak 1 gram tanah komposit disuspensikan ke dalam 10 mL akuades steril dan dihomogenkan. Selanjutnya, 0,1 mL suspensi dipindahkan ke dalam tabung berisi 9 mL akuades steril untuk menghasilkan pengenceran 10^{-1} , kemudian dilakukan pengenceran berseri hingga 10^{-8} . Dari setiap tingkat pengenceran, sebanyak 0,1 mL diinokulasikan ke dalam medium Nutrient Agar (NA) menggunakan teknik *spread plate*, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Koloni bakteri yang tumbuh diamati berdasarkan karakter morfologi seperti warna, bentuk, tepi, dan elevasi, sebelum dilakukan pemurnian untuk memperoleh kultur tunggal.

Uji Fisiologis Bakteri Rizosfer dari Tanaman Nanas

Uji Pewarnaan Gram

Uji pewarnaan Gram dilakukan mengikuti prosedur standar mikrobiologi modern. Isolat bakteri diambil menggunakan jarum ose steril dan diaplikasikan pada kaca objek yang telah ditetesi sedikit akuades steril. Preparat dikeringkan, kemudian difiksasi dengan melewati kaca objek secara cepat di atas nyala bunsen. Pewarnaan dilakukan secara berurutan menggunakan kristal violet, larutan Lugol, etanol 95% sebagai agen dekolonisasi, dan safranin sebagai pewarna tandingan. Setelah dikeringkan,

preparat diamati di bawah mikroskop cahaya pada perbesaran 40× untuk menentukan reaksi Gram berdasarkan perubahan warna sel (Norman-McKay *et al.*, 2022).

Uji KOH (*Potassium Hydroxide Test*)

Uji KOH dilakukan dengan meneteskan 1 - 2 tetes larutan KOH 3% pada kaca objek steril. Koloni bakteri kemudian diambil menggunakan jarum ose steril dan dicampurkan dengan larutan tersebut, dihomogenkan perlahan selama sekitar 30 detik. Setelah itu, jarum ose diangkat secara perlahan untuk mengamati pembentukan benang lendir (*viscous thread*) sebagai indikator lisis sel. Terbentuknya benang lendir menunjukkan hasil positif yang mengindikasikan bakteri Gram negatif, sedangkan tidak adanya benang lendir menunjukkan bakteri Gram positif.

Uji Peroksidase/Katalase (H_2O_2)

Uji katalase dilakukan untuk mendeteksi keberadaan enzim katalase pada isolat bakteri. Sebanyak 1 - 2 tetes larutan H_2O_2 3% ditetaskan pada kaca objek steril, kemudian sedikit koloni bakteri diambil menggunakan jarum ose steril dan dicampurkan dengan larutan tersebut. Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya gelembung oksigen akibat pemecahan H_2O_2 oleh enzim katalase (Reiner, 2013).

Uji Oksidase

Uji oksidase digunakan untuk mendeteksi keberadaan enzim sitokrom c oksidase pada isolat bakteri. Reagen oksidase ditetaskan pada kertas saring steril, kemudian sedikit koloni bakteri diambil menggunakan jarum ose steril dan digosokkan pada permukaan kertas tersebut. Perubahan warna diamati dalam rentang waktu 10 - 30 detik. Reaksi positif ditunjukkan oleh munculnya warna ungu tua secara cepat, sedangkan tidak adanya perubahan warna mengindikasikan hasil negatif.

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini berupa data deskriptif hasil pengamatan morfologi (bentuk, warna, tepi dan elevasi koloni bakteri) dan uji fisiologis (uji KOH, uji pewarnaan gram, uji katalase dan uji oksidase) isolat bakteri rizosfer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Morfologi Bakteri Rizosfer

Isolasi bakteri dari sampel tanah di sekitar perakaran tanaman nanas atau rizosfer yang berasal dari Desa Rimbo Panjang menghasilkan enam isolat, yang kemudian diberi identitas RN1, RN2, RN3, RN4, RN5 dan RN6. Isolat RN1 – RN 6 memiliki karakter morfologi koloni yang terlihat secara makroskopis di media NA secara beragam sebagaimana ditampilkan pada tabel 1. Keragaman morfologi bakteri rizosfer yang diamati secara makroskopis meliputi bentuk koloni, warna koloni, elevasi, tepi, dan tekstur permukaan koloni bakteri. Keragaman morfologi yang dihasilkan oleh bakteri rizosfer mengindikasikan adanya keanekaragaman spesies bakteri pada zona perakaran atau rizosfer tanaman nanas di Desa Rimbo Panjang. Keanekaragaman fenotip bakteri rizosfer ini menjadi salah satu indikator awal yang menunjukkan adanya keragaman mikroba tanah dalam ekosistem perakaran tanaman nanas. Keragaman morfologi dan Gram isolat bakteri mencerminkan tingginya heterogenitas mikroba di tanah pertanaman nanas, yang sangat dipengaruhi eksudat akar dan kondisi edafik setempat (Sapalina *et al.*, 2022).

Tabel 1. Karakterisasi Bakteri Rizosfer

Isolat	Karakteristik Morfologi				
	Bentuk Koloni	Warna Koloni	Elevasi	Tepi koloni	Sifat
RN1	Bulat	Krem	Cembung	Rhizoid	Licin
RN2	Bulat	Krem	Rata	Gelombang	Kasar
RN3	Bulat	Krem	Rata	Rata	Kasar
RN4	Bulat	Putih	Rata	Gelombang	Kasar
RN5	Bulat	Krem	Cembung	Bergerigi	Licin
RN6	Bulat	Krem	Rata	Gelombang	Kasar

Keragaman morfologi isolat bakteri rizosfer juga ditampilkan pada Gambar 1. Isolat RN1, RN2, dan RN5 menunjukkan koloni berwarna krem dengan elevasi cembung dan tepi rhizoid hingga bergerigi. Sementara itu, RN4 menampilkan koloni berwarna putih dengan tepi bergelombang. Isolat RN3 dan RN6 memperlihatkan permukaan koloni yang cenderung kasar dan rata. Pola-pola tersebut umumnya ditemukan pada bakteri rizosfer yang hidup pada tanah masam, berpasir, dan berfluktuasi nutrisi, yang merupakan karakteristik tanah yang umum dijumpai di Desa Rimbo Panjang. Komunitas mikroba tanah seperti bakteri rizosfer, yang terdapat pada sistem pertanaman monokultur, biasanya dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia tanah berupa pH pertanaman tersebut (Lu *et al.*, 2023). Selain itu, variasi warna dan bentuk koloni juga dapat dipengaruhi oleh produksi pigmen atau metabolit sekunder sebagai respons adaptif terhadap stres lingkungan (Putrie *et al.*, 2020).



Gambar 1. Morfologi isolat bakteri rizosfer

Wahyudi *et al.* (2021) melaporkan bahwa bakteri yang tumbuh pada tanah dengan aerasi baik umumnya membentuk koloni cembung dan licin, seperti RN1 dan RN5. Sebaliknya, koloni yang rata dan kasar, sebagaimana ditampilkan RN3 dan RN4, sering ditemukan pada kelompok *Bacillus* dan *Actinobacteria* yang memiliki kemampuan membentuk spora serta toleran terhadap cekaman lingkungan. Kondisi tanah di Desa Rimbo Panjang yang relatif asam dengan kandungan bahan organik sedang juga berkontribusi terhadap munculnya variasi fenotipik tersebut. Hal ini sejalan dengan temuan Utami *et al.*, (2020) yang menunjukkan bahwa kondisi fisik dan kimia tanah berperan penting dalam membentuk struktur komunitas mikroba rizosfer.

Secara keseluruhan, keanekaragaman morfologi isolat RN1 sampai RN6 menunjukkan bahwa rizosfer tanaman nanas merupakan habitat mikroorganisme yang kompleks dan kaya potensi biologis. Berdasarkan penelitian Ginting *et al.*, (2024), keragaman morfologi dan Gram isolat bakteri rizosfer mencerminkan adaptasi mikroba terhadap kondisi tanah kering dan miskin bahan organik. Variasi karakter koloni yang ditemukan dapat menjadi indikasi awal adanya perbedaan fungsi fisiologis bakteri, termasuk kemampuan dalam melarutkan fosfat, menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman, atau berperan sebagai agens biokontrol terhadap patogen tular tanah. Eksplorasi bakteri rizosfer pada tanaman hortikultura seperti nanas sangat penting mengingat peran mereka dalam mendukung ketersediaan hara, kesehatan perakaran, dan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik maupun abiotik (Hartmann *et al.*, 2009).

Dengan demikian, keragaman morfologi bakteri rizosfer yang ditemukan tidak hanya mencerminkan faktor genetik, tetapi juga kondisi ekologis tanah dan interaksi dinamis antara tanaman dan mikroorganisme perakaran. Temuan ini sejalan dengan laporan terkini yang menyatakan bahwa keragaman mikroba rizosfer tanaman tropis berkaitan erat dengan aktivitas metabolik akar dan kandungan bahan organik tanah. Variasi karakter fenotip tersebut menjadi dasar penting dalam mengidentifikasi isolat berpotensi untuk pengembangan biofertilizer dan agen hayati berbasis mikroba lokal.

Karakterisasi Fisiologi Bakteri Rizosfer

Hasil uji KOH, pewarnaan Gram, uji katalase, dan oksidase menghasilkan karakterisasi fisiologis terhadap enam isolat bakteri rizosfer, yaitu isolat RN1 - RN6, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Fisiologi Bakteri Rhizosfer

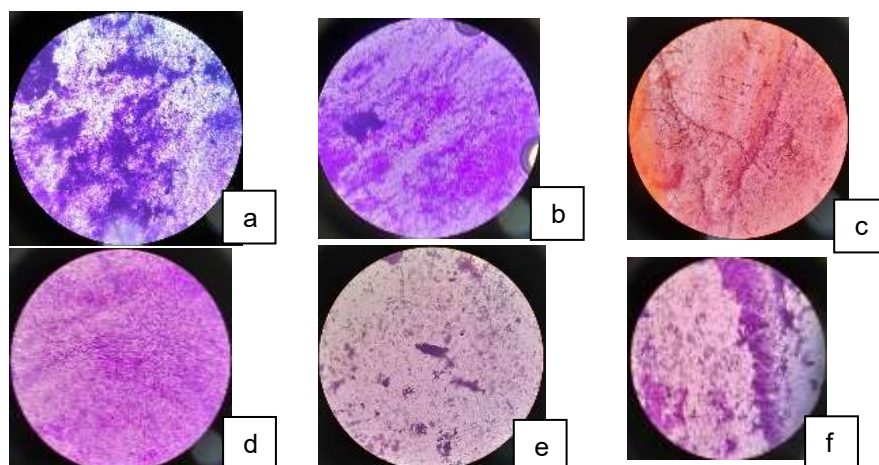
Isolat	Karakteristik Biokimia			
	Uji KOH	Uji Pewarnaan Gram	Uji Oksidase	Uji katalase
RN1	Tidak berlendir (+)	Gram (+)	Tidak berwarna (-)	Berbuih
RN2	Berlendir (-)	Gram (+)	Tidak berwarna (-)	Berbuih
RN3	Berlendir (-)	Gram (-)	Tidak berwarna (-)	Berbuih
RN4	Tidak berlendir (+)	Gram (+)	Tidak berwarna (-)	Berbuih
RN5	Tidak berlendir (+)	Gram (+)	Tidak berwarna (-)	Berbuih
RN6	Tidak berlendir (+)	Gram (+)	Tidak berwarna (-)	Berbuih

Identifikasi Gram dan Struktur Sel

Berdasarkan hasil pewarnaan Gram, lima isolat bakteri rizosfer yaitu RN1, RN2, RN4, RN5, dan RN6 teridentifikasi sebagai Gram positif, sedangkan RN3 merupakan satu-satunya isolat bakteri Gram negatif (Tabel 2). Isolat selain RN3 menunjukkan hasil pewarnaan Gram berwarna ungu yang merupakan karakter dari bakteri Gram positif, sedangkan isolat RN3 menunjukkan hasil pewarnaan Gram berwarna merah yang menjadi karakteristik bakteri Gram negatif, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Hal ini sejalan dengan penelitian Irawati *et al.*, (2022), bahwa pewarnaan Gram berfungsi untuk memperjelas karakteristik morfologi bakteri, termasuk ukuran, bentuk, serta struktur dinding selnya. Pada bakteri Gram positif, kompleks pewarna kristal violet akan bertahan sehingga sel tampak berwarna ungu. Sebaliknya, pada bakteri Gram negatif, kompleks pewarna mudah terlarut oleh alkohol, sehingga sel kehilangan warna ungu dan menyerap safranin yang menyebabkan sel tampak berwarna merah.

Uji KOH mendeteksi terjadinya lisis dinding sel bakteri Gram negatif melalui pembentukan lendir. Hasil uji KOH yang menunjukkan reaksi terbentuknya lendir yaitu pada isolat RN2 dan RN3. Namun, hasil ini sepenuhnya sesuai dengan hasil pewarnaan Gram hanya pada isolat RN3, yang menunjukkan bahwa isolat tersebut merupakan bakteri rizosfer dengan Gram negatif. Sesuai dengan pernyataan Hardiansyah *et al.*, (2020) bahwa pembentukan lendir pada pengujian menggunakan larutan KOH 3% disebabkan oleh terjadinya kerusakan atau pelisisan dinding sel bakteri ketika berada dalam kondisi alkali yang kuat. Bakteri Gram negatif akan menunjukkan reaksi berupa munculnya lendir karena struktur dinding selnya yang tipis dan kurang stabil sehingga mudah terurai dalam larutan tersebut. Sebaliknya, bakteri Gram positif tidak menunjukkan pembentukan lendir karena dinding selnya memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal dan lebih tahan terhadap kerusakan akibat alkali.

Dominansi isolat Gram positif mengindikasikan bahwa sebagian besar bakteri yang diperoleh pada rizosfer nanas memiliki dinding sel yang lebih tebal, sehingga lebih tahan terhadap situasi lingkungan yang ekstrem dan cekaman biotik serta abiotik.



Gambar 2. Isolat Bakteri Rizosfer; (a) Gram Positif; (b) Gram Positif, (c) Gram Negatif, (d) Gram Positif, (e) Gram Positif, dan (f) Gram Positif

Hasil pewarnaan Gram dan uji KOH memperkuat karakteristik morfologi isolat RN1, RN2, RN4, RN5, dan RN6 yang menunjukkan morfologi khas bakteri Gram positif kemungkinan berasal dari genus

Bacillus atau *Paenibacillus*, kelompok bakteri rizosfer hortikultura yang dikenal berperan dalam peningkatan penyerapan hara dan penekanan patogen tular tanah. Putrie *et al.*, (2020) menyatakan bahwa *Bacillus* memiliki kemampuan menghasilkan metabolit adaptif, biofilm tebal, dan mekanisme ketahanan stres, menjadikannya kandidat kuat sebagai agens hayati di lahan kering. Sebaliknya, karakter Gram negatif dan sifat berlendir pada isolat RN3 mengarah pada kemungkinan kedekatan dengan genus *Pseudomonas*, yang memiliki kemampuan sebagai pelarut fosfat dan agen biokontrol. Meskipun begitu, dugaan ini perlu dilakukan uji lebih lanjut untuk memastikan spesies bakteri rizosfer pada tanaman nanas.

Aktivitas Katalase

Seluruh isolat bakteri rizosfer menunjukkan reaksi positif pada uji katalase, ditandai dengan munculnya gelembung setelah penambahan larutan H_2O_2 . Hal tersebut menunjukkan bahwa enam isolat RN memenuhi karakteristik bakteri rizosfer katalase positif yang bersifat aerobik. Hasil ini juga mengonfirmasi keberadaan enzim katalase pada bakteri rizosfer yang berfungsi menguraikan hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen, sehingga melindungi sel dari kerusakan akibat radikal oksigen reaktif. Hamidah *et al.*, (2019) enzim katalase dalam sel berfungsi mencegah penumpukan hidrogen peroksida (H_2O_2), yang merupakan produk sampingan metabolisme dan berpotensi bersifat toksik. Ketika H_2O_2 diuraikan oleh katalase, senyawa ini akan terdekomposisi menjadi air dan oksigen, di mana oksigen bebas yang terbentuk dapat bersifat toksik bagi sel. Aktivitas katalase merupakan karakter umum bakteri aerobik maupun fakultatif anaerob di lingkungan rizosfer, di mana paparan senyawa oksidatif cukup tinggi akibat intensitas aktivitas mikroba dan akar tanaman (Reiner, 2013).

Aktivitas Oksidase

Seluruh isolat bakteri rizosfer menunjukkan hasil berupa reaksi negatif pada uji oksidase, yang menandakan tidak adanya enzim sitokrom c oksidase pada masing-masing isolat bakteri rizosfer. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa tidak ada isolat yang berasal dari kelompok bakteri oksidase-positif. Bakteri rizosfer yang bersifat oksidase-negatif umumnya dikenal memiliki aktivitas enzimatis tinggi, termasuk produksi enzim hidrolitik dan hormon pertumbuhan tanaman. Uji oksidase digunakan untuk mendeteksi keberadaan sistem sitokrom oksidase yang berperan dalam mentransfer elektron dari donor elektron bakteri ke pewarna redoks tetramethyl-p-phenylene-diamine.

Organisme yang memiliki sitokrom menghasilkan enzim oksidase intraseluler yang mampu mengkatalisis oksidasi sitokrom c. Bakteri yang menggunakan sitokrom c dalam rantai respirasi akan memberikan reaksi oksidase-positif, ditandai dengan perubahan warna reagen menjadi biru atau ungu. Sebaliknya, bakteri yang tidak memiliki sitokrom c tidak dapat mengoksidasi reagen sehingga tetap tidak berwarna dalam waktu pengujian dan tergolong oksidase-negatif. Bakteri oksidase-positif umumnya memiliki enzim sitokrom oksidase atau indofenol oksidase, yaitu hemoprotein yang mengandung besi. Kedua enzim ini mengkatalisis perpindahan elektron dari donor seperti NADH ke akseptor elektron, terutama oksigen. Sistem sitokrom biasanya ditemukan pada organisme aerob yang menggunakan oksigen sebagai akseptor hidrogen terakhir. Proses respirasi tersebut menghasilkan air atau hidrogen peroksida, yang selanjutnya diuraikan oleh enzim katalase untuk mencegah akumulasi senyawa toksik (Dharmappa *et al.*, 2022).

Secara keseluruhan hasil uji yang merupakan integrasi hasil morfologi koloni, uji KOH, pewarnaan Gram, dan reaksi enzimatis katalase serta oksidase menunjukkan bahwa komunitas bakteri rizosfer nanas di Rimbo Panjang didominasi oleh bakteri Gram positif non pigmentatif dengan aktivitas katalase tinggi, disertai satu isolat Gram negatif berlendir. Dominansi kelompok Gram positif ini mengindikasikan kondisi ekosistem tanah yang relatif stabil serta kaya mikroorganisme pengurai, yang memberikan kontribusi penting terhadap dekomposisi bahan organik, siklus hara, dan peningkatan pertumbuhan tanaman (Utami *et al.*, 2020). Temuan ini sejalan dengan laporan sebelumnya bahwa komunitas mikroba rizosfer pada tanaman hortikultura umumnya didominasi oleh kelompok Gram positif yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai biofertilizer maupun agen biocontrol (Hartmann *et al.*, 2009).

KESIMPULAN

Dari rizosfer tanaman nanas yang dikoleksi di Desa Rimbo Panjang, Riau, berhasil diperoleh enam isolat bakteri. Keenam isolat tersebut (RN1–RN6) diisolasi dari tanah perakaran dan menunjukkan keragaman morfologi koloni, meliputi perbedaan warna, bentuk, elevasi, dan karakter tepi koloni. Variasi morfologi ini mencerminkan adanya keanekaragaman bakteri yang menghuni zona perakaran nanas serta menunjukkan potensi biologis yang berbeda antar isolat. Hasil uji biokimia dan

pewarnaan Gram menunjukkan bahwa lima isolat, yaitu RN1, RN2, RN4, RN5, dan RN6, tergolong Gram positif, sementara RN3 merupakan bakteri Gram negatif. Seluruh isolat memberikan reaksi positif pada uji katalase dan negatif pada uji oksidase, yang mengindikasikan kemampuan tumbuh pada kondisi aerobik serta aktivitas metabolik yang berpotensi mendukung pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, P. R., & Trimulyono, G. (2023). Isolation and Characterization of Nitrogen-Fixing Bacteria from Pineapple Rhizosphere on the Slopes of Mount Kelud Kediri. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1), 73–85.
- Dharmappa, D.C., Anokhe, A., & Kalia, V. (2022). Oxidase Test: A Biochemical Methods in Bacterial Identification. *AgriCos E-Newsletter*, 03(01), 31–33.
- Ginting, M., Manalu, K., & Nasution, R. A. (2024). Population and Characterization of Rhizospheric Bacteria of Pineapple Plant (*Ananas comosus* L. Merr) on The Highland Land of Lumban Sihite Village, Regency Dairi. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2), 535–540. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i2.6822>
- Hamidah, M. N., Rianingsih, L., & Romadhon, R. (2019). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari Peda dengan Jenis Ikan Berbeda terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 1(2), 11–21. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2019.6742>
- Hardiansyah, M. Y., Musa, Y., & Jaya, A. M. (2020). Identifikasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria pada Rizosfer Bambu Duri dengan Gram KOH 3%. *Agrotechnology Research Journal*, 4(1), 41–46. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.40875>
- Hartmann, A., Schmid, M., van Tuinen, D., & Berg, G. (2009). Plant-driven selection of microbes. *Plant and Soil*, 321(1–2), 235–257. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9814-y>
- Irawati, W., Ambarita, P. P., Sihombing, D. L., Ruth Advenita, V. E. S., & Marvella, E. B. (2022). Isolation and characterization of indigenous copper resistant bacteria from Yogyakarta tannery factory waste. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 795–802. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i3.3621>
- Lu, L., Zhu, H., Liu, Y., Wu, Y., & Chen, S. (2023). Bacterial Diversity and Community Structure Characteristics in Rhizosphere Soil of Coconut (*Cocos nucifera* L.) under Intercropping Pineapple. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 19(1), 71–83. <https://doi.org/10.3844/AJBBS.2023.71.83>
- Norman-McKay, L., Leboffe, M. J., & Pierce, B. E. (2022). *Microbiology: Laboratory Theory and Application, Essentials, 2nd edition* (4th ed.). Morton Publishing.
- Putrie, R. F. W., Aryantha, I. N. P., Iriawati, & Antonius, S. (2020). Diversity of endophytic and rhizosphere bacteria from pineapple (*Ananas comosus*) plant in semi-arid ecosystem. *Biodiversitas*, 21(7), 3084–3093. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210728>
- Ratnaningsih, H. R., Noviana, Z., Dewi, T. K., Loekito, S., Wiyono, S., Gafur, A., & Antonius, S. (2023). IAA and ACC deaminase producing-bacteria isolated from the rhizosphere of pineapple plants grown under different abiotic and biotic stresses. *Heliyon*, 9(6), e16306. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16306>
- Reiner, K. (2013). American Society for Microbiology, Catalase Test Protocol. *American Society for Microbiology, November 2010*, 1–9. <http://www.microbelibrary.org/library/laboratory-test/3226-catalase-test-protocol>
- Sapalina, F., Ginting, N., & Hidayat, D. F. (2022). *Siklus nitrogen di alam*. 27(1), 41–50.
- Statistik, B. P. (2025). *No Title*. Produksi Tanaman Buah-Buahan Dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman Di Kabupaten Kampar Tahun 2024. <https://kamparkab.bps.go.id>
- Utami, A. D., Wiyono, S., Widyastuti, R., & Cahyono, P. (2020). Keanekaragaman Mikrob Fungsional Rizosfer Nanas dengan Berbagai Tingkat Produktivitas. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 584–591. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.4.584>
- Zendrato, I. N., & Lase, N. K. (2024). Peran Mikroorganisme dalam Meningkatkan Kualitas Tanah dan Toleransi Tanaman terhadap Cekaman Abiotik. *PENARIK: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 1(2), 94–100.

ANALISIS PERBANDINGAN USAHA TANI KELAPA SAWIT DENGAN TEKNIK LAND APPLICATION DAN NON LAND APPLICATION

(Comparative Analysis of Oil Palm Farming with Land Application and Non-Land Application Techniques)

Hikari Aufa Rafiqi¹, Riska Dian Oktari^{1*}, Aulia Rani Annisava¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, Indonesia.

*E-mail korespondensi: riska.dian@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Efforts can be made to overcome the problem of palm oil mill effluent by utilizing it as liquid organic fertilizer through a land application system. Land application has nitrogen, phosphorus, and potassium elements that can increase production. This research was conducted at PT Kimia Tirta Utama, Siak Regency, in December 2024 to January 2025. This research uses descriptive and quantitative methods, sampling is done by purposive or deliberate methods. The data used are primary data and secondary data. The results of farming analysis showed that the average production of oil palm in 2022, 2023, and 2024 with land application technique amounted to 346,063 kg and non land application technique amounted to 356,160 kg. The palm oil production stage using the land application technique involves controlling the flow of liquid waste from palm oil mills, waste analysis, and harvesting. The palm oil production stage on non-land application land includes the application of inorganic fertilizers and harvesting.

Keywords : Land application, Non land application, Production

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah tanaman perkebunan yang sangat dominan di Indonesia, menjadikannya sebagai sektor ekspor non-migas terbesar Indonesia. Pada 2023, tercatat Indonesia telah mengekspor 28,6 juta ton minyak kelapa sawit ke seluruh dunia, dengan nilai US\$ 29,2 juta (Badan Pusat Statistik, 2023). Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman yang mempunyai nilai ekonomis yang sangat tinggi, dan merupakan sumber minyak nabati yang baik, sehingga permintaan terhadap produk kelapa sawit ini sangat besar (Marcelian, 2023).

Kegiatan operasional di pabrik kelapa sawit menghasilkan produk utama berupa crude palm oil (CPO), palm kernel oil (PKO) dan palm kernel (PK), serta produk sampingan berupa limbah padat, limbah cair, dan polutan ke udara bebas. Dibandingkan dengan limbah jenis lain, limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) atau palm oil mill effluent (POME) adalah salah satu limbah utama dari industri kelapa sawit dengan potensi pencemaran lingkungan yang paling besar. Potensi pencemaran limbah cair juga berasal dari jumlah limbah yang dihasilkan, sebanyak 1 ton produksi minyak sawit mentah membutuhkan 5-7,5 ton air; lebih dari 50% nya berakhir sebagai POME (Ilmannafian dkk., 2020).

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) merupakan Limbah cair berminyak tidak beracun yang mengandung bahan organik sangat tinggi. Meskipun tidak beracun, limbah cair dapat menyebabkan bencana saat dibuang ke kolam terbuka, sejumlah besar gas yang dilepaskan adalah metana dan gas berbahaya lainnya yang berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, jika teknologi fermentasi digunakan untuk menangkap emisi ini dalam kondisi anaerobik, biogas yang ada dapat menggantikan fungsi liquefied petroleum gas (LPG) (Putera dkk., 2022).

Pengolahan LCPKS juga menjadi kewajiban pihak perusahaan/ perkebunan kelapa sawit yang diatur dalam Kepmen LH Nomor 28 Tahun 2003 tentang pemanfaatan air limbah PPKS. Teknis pengolahan LCPKS telah ditetapkan dalam Kepmen LH Nomor 29 Tahun 2003 tentang tata cara perizinan pemanfaatan air limbah industri minyak kelapa sawit pada tanah di perkebunan kelapa sawit. Kepmen ini juga memuat pedoman teknis pengkajian dan pemanfaatan air limbah industri minyak kelapa sawit pada tanah di perkebunan kelapa sawit (Mutaqin dkk., 2022).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah LCPKS yaitu dengan memanfaatkan LCPKS sebagai pupuk organik cair melalui sistem land application (LA). Pemanfaatan LCPKS untuk pemupukan tanaman kelapa sawit merupakan alternatif untuk mengurangi pemakaian pupuk anorganik, memperbaiki kondisi fisik, kimia, serta biologi tanah yang baik bagi tanaman dan mengurangi dampak negatif LCPKS terhadap lingkungan (Hidayat, 2022). Land application (LA) adalah limbah cair dari

pabrik kelapa sawit digunakan sebagai bahan penyubur atau pemupukan tanaman kelapa sawit dalam areal perkebunan kelapa sawit.

Dasar dari land application ini adalah LCPKS memiliki unsur nitrogen, fosfor, dan kalium yang dapat menyuburkan tanah (Iswahyudi dkk., 2024). Non land application (NLA) adalah budi daya kelapa sawit yang dilakukan tanpa menambah bahan tambahan pada proses pemupukan. Biasanya pemupukan yang dilakukan hanya menggunakan sistem tebar, yang pada umumnya pupuk ditebar merata di tanah pada area piringan pohon, dan sistem benam, yang dilakukan dengan memasukkan pupuk dalam beberapa lubang yang dibuat di area piringan pohon (Ginting dkk., 2021). Tujuannya untuk mengetahui tahapan produksi kelapa sawit yang menggunakan teknik land application dan non land application serta perbandingan produksinya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaplikasian land application terhadap hasil produksi tanaman kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Kimia Tirta Utama (KTU) yang berada di Desa Pangkalan Pisang, Kecamatan Koto Gasib, Kabupaten Siak Sri Indrapura, Provinsi Riau. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan atas pertimbangan bahwa perusahaan melakukan pemanfaatan limbah cair pada land application untuk budi daya kelapa sawit. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2024 sampai dengan Januari 2025.

Metode Pengambilan Data Jenis dan Sumber Data Data

Jenis dan Sumber Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapat langsung melalui hasil wawancara dengan responden meliputi penggunaan faktor-faktor produksi seperti tanah (lahan), modal, tenaga kerja, kemampuan, dan analisis usaha tani. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer adalah melalui wawancara. Data sekunder adalah data yang telah ada sebelumnya dan dikumpulkan dari sumber tidak langsung atau sumber kedua, seperti dokumen tertulis yang dimiliki oleh pemerintah atau perpustakaan (Dewi dan Noviyanti, 2023).

Data produksi diperoleh dari pengamatan yang dilakukan pada jumlah tandan, diameter tandan, panjang tandan, dan berat tandan pada areal land application dan non land application. Data sekunder adalah data produksi yang diperoleh dari tahun 2022 hingga 2024.

Metode Pengambilan Data

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dan kuantitatif. Metode deskriptif bertujuan memberikan gambaran umum tentang data yang telah diperoleh atau hasil pengamatan yang telah dilakukan, gambaran umum lokasi penelitian bisa menjadi acuan untuk melihat karakteristik data yang diperoleh, dan data yang dideskripsikan adalah data kuantitatif dengan menggunakan analisis statistik. Metode kuantitatif merupakan pendekatan yang didalam usulan penelitiannya kuantitatif berkaitan dengan angka atau nominal yang sering digunakan pada penelitian survei atau jajak pendapat proses, rumusan masalah, turun kelapangan, analisis data dan kesimpulan data (Waruwu, 2023).

Metode Pengambilan Sampel

PT Kimia Tirta Utama merupakan salah satu perusahaan dengan komoditas pertanian andalan yaitu kelapa sawit. Pemilihan PT KTU sebagai tempat penelitian karena perusahaan ini menerapkan sistem land application dan non land application. Kelapa sawit di perusahaan tersebut menggunakan varietas DxP Marihat. Penarikan sampel dilakukan pada blok-blok land application dengan luas setiap blok $\pm 4,5$ ha dan dilakukan pada blok yang diaplikasikan land application dan non land application. Metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah metode purposive sampling, yang merupakan salah satu teknik pengambilan sampel sengaja, maksudnya peneliti menentukan sendiri sampel yang diambil dengan tujuan riset sehingga diharapkan bisa menggapai kasus riset (Lenaini, 2021).

Analisis Data

Deskripsi Budi Daya Kelapa Sawit

Teknik budi daya kelapa sawit land application dan non land application berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan dan berdasarkan hasil wawancara kepada karyawan PT KTU di

Kecamatan Pangkalan Lesung, Kabupaten Siak Sri Indrapura. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan perbandingan berdasarkan produksi antara pengaplikasian land application dan non land application.

Parameter Penelitian

Jumlah tandan buah per tanaman (tandan)

Perhitungan jumlah tanda buah dilakukan dengan mengambil sampel tanaman pada blok land application dan pada blok non land application. Pengamatan jumlah tandan buah perbatang dilakukan dengan cara menghitung semua buah yang di panen.

Berat tandan buah (kg)

Perhitungan berat tandan buah dilakukan dengan mengambil sampel tanaman pada blok land application dan pada blok non land application. Pengamatan berat tandan buah dilakukan dengan cara menimbang masing-masing buah sampel.

Panjang tandan buah (cm)

Perhitungan panjang tandan buah dilakukan dengan mengambil sampel tanaman pada blok land application dan pada blok non land application. Pengamatan panjang tandan buah dilakukan dengan cara mengukur dari pangkal buah hingga ujung buah.

Diameter tandan buah (cm)

Perhitungan diameter tandan buah dilakukan dengan mengambil sampel tanaman pada blok land application dan pada blok non land application. Pengamatan diameter tandan buah dilakukan dengan cara mengukur keliling diameter buah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Pengolahan tandan buah segar (TBS) akan menghasilkan limbah yang dapat menyebabkan pencemaran. Setiap ton produksi minyak sawit mentah membutuhkan 5-7,5 ton air; lebih dari 50% nya berakhir sebagai POME (Ilmannafian dkk., 2020). Produksi dan jumlah limbah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi dan Jumlah Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit 2022-2024

Tahun	Produksi TBS (ton)	Jumlah Limbah (m ³)
2022	21.721.483	13.316
2023	22.090.564	14.563
2024	21.063.380	13.980
Total	43.153.944	41.859
Rata-rata	21.576.972	13.953

Sumber: PT Kimia Tirta Utama (2024)

Berdasarkan Tabel 1. tahun 2023 produksi TBS olah dan jumlah limbah menjadi yang tertinggi yaitu, 22.090.564 ton dan 14.563 m³. Rata-rata produksi limbah cair PT.KTU 13.953 m³ pada tiga tahun terakhir dengan jumlah rata-rata produksi TBS olah 21.625.142 ton/tahun. Rata-rata produksi limbah cair sebanyak 9.000 hingga 14.000 m³/bulan dan rata-rata produksi TBS 19 juta hingga 22 juta ton/bulan. Perusahaan Kimia Tirta Utama memiliki pabrik dengan kapasitas olah 40 ton/jam yang dapat menghasilkan limbah cair sebanyak 196,36 m³/harinya, sehingga waktu yang dapat dialiri pada areal aplikasi selama 12-13 jam/hari. Produksi TBS merupakan jumlah seluruh TBS dari buah inti, buah KKPA dan buah luar yang diolah oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS).

Pada Tabel 1. diketahui bahwa terdapat perbedaan produksi TBS olah dan jumlah limbah pada tahun 2022 dan 2024. Pada tahun 2022 produksi lebih tinggi dari pada 2024 namun jumlah limbah tahun 2024 lebih tinggi dari pada 2022. Hal ini terjadi karena kapasitas produksi yang digunakan tahun 2022 tidak maksimal, yang dapat disebabkan karena mesin pengolahan pabrik tidak beroperasi penuh sehingga volume air proses yang digunakan lebih sedikit dan menghasilkan limbah cair lebih rendah (Dinas Lingkungan Hidup, 2019). Proses pengolahan TBS di PKS membutuhkan air sebagai perebusan, perontokan, pengepresan, klarifikasi, dan pengolahan limbah cair (Indarti dkk., 2022).

Areal Sampel

Lahan adalah *input* utama dalam produksi pertanian dan juga aset produktif bagi petani. Terdapat tiga pola pemilikan lahan pertanian: lahan milik sendiri, sewa, dan bagi hasil, dimana masing-masing pola secara langsung mempengaruhi kinerja usaha tani (Rondhi dan Adi, 2018). Kondisi yang ada pada areal penelitian akan disajikan data dalam bentuk tabel tentang luas lahan, tahun tanam, serta jumlah tanaman pada areal tanam. Data yang disajikan merupakan areal sampel pada lahan LA dan

NLA yang mana memiliki tingkat kesamaan pada kedua lahan tersebut. Blok sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Blok Sampel

Data Sampel	Blok Sampel					
	Land Application			Non Land Application		
	OH 15	OH 16	OH 24	OH 21	OH 28	OH31
Luas tanam (M ²)	18,96	18,11	18,00	17,36	11,87	19,11
Jumlah pokok	2.961	2.255	1.718	3.192	1.618	3.231
Tahun tanam	1998	1997	1998	1999	1998	1998

Sumber: PT Kimia Tirta Utama (2025)

Keterangan: OH merupakan simbol untuk penyebutan blok Hotel

Tabel 2. menjelaskan tentang luas lahan, jumlah pokok dan tahun tanam. Dimana luas lahan pada setiap blok memiliki perbedaan yang tidak cukup berbeda. Blok adalah unit terkecil dari suatu afdeling/divisi, yang menggambarkan satu umur tanaman, satu sumber kecambah, dan satu aktivitas kegiatan. Penentuan blok ini dilakukan dengan dirancang agar homogen dengan mengatur tanaman, lumpur, jalan, dan sesuai kriteria lainnya agar mudah dikelola (Siahaan dan Wijaya., 2020).

Setiap sampel blok memiliki kemiripan yang sama tiap bloknya. Pada sampel blok LA, luas lahan rata-rata yaitu 18 m² dimana luas ini bisa sama dikarenakan faktor topografi yang cenderung mirip. Adapun jumlah pokok pada blok LA memiliki perbedaan yang cukup jauh dikarenakan luas blok dan kondisi tanaman yang mati. Blok 24 memiliki jumlah pokok lebih sedikit dibanding blok 15 dan blok 16. Hal ini dikarenakan luas blok 24 lebih kecil dan terdapat penyakit pada beberapa pokok, sehingga pokok tersebut ditumbangkan.

Pada sampel blok NLA, luas tanaman cenderung berbeda-beda. Blok 28 memiliki luas tanam yang paling kecil yaitu 11,87 m². Luas ini merupakan areal yang paling kecil dikarenakan keadaan fisik tanah yang paling sedikit. Sedangkan luas terbesar adalah blok 31 dengan luas 19,11 m². Perbedaan luas yang terjadi pada beberapa blok dikarenakan kondisi topografi yang berbeda-beda, seperti dataran rendah, dataran tinggi, atau perbukitan yang mempengaruhi luas tanam. Lahan dengan topografi berbukit, luas tanam mungkin lebih kecil untuk mempertimbangkan efisiensi pengelolaan dan aksesibilitas (Febianto dkk., 2023). Perusahaan PT KTU menerapkan jumlah populasi tanam sebanyak 143-150 pokok/ha. Hal ini dikarenakan kondisi topografi pada lahan sampel areal *land application* dan *non land application* ini merupakan daerah yang beriklim kering. Jumlah tanaman kelapa sawit pada blok *land application* (LA) berjumlah 6.934 dan jumlah tanaman kelapa sawit yang berada pada lahan *non land application* (NLA) adalah 8.041 dengan rata-rata tahun tanam 1998.

Tinggi rendahnya produktivitas kelapa sawit, dipengaruhi oleh komposisi umur kelapa sawit. Produktivitas kelapa sawit mulai naik dari umur tujuh tahun dan akan mencapai produktivitas tertinggi pada umur 15 tahun dan perlahan akan menurun seiring dengan semakin tuanya tanaman kelapas sawit (Prasetyo *et al.*, 2023). Hasil ini sesuai dengan Woittiez *et al.* (2017) bahwa, umur produktif kelapa sawit 25 tahun dengan profil hasil yang terdiri atas 3 fase, yaitu *steep ascent yield phase* (3-7 tahun setelah tanam), *plateau yield phase* (8-15 tahun setelah tanam), dan *declining yield phase* (>15 tahun setelah tanam). Di sisi lain, kerapatan tanam tidak mempengaruhi fluktuasi produktivitas kelapa sawit.

Hal ini diduga karena kegiatan kultur teknis yang dilakukan pada kebun penelitian berjalan sesuai dengan standar, sehingga perbedaan kerapatan tanam tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap produktivitas. Sejalan dengan penelitian Ebu dkk. (2019) yang menyatakan bahwa kerapatan tanam memberikan pengaruh yang sama terhadap produktivitas kelapa sawit. Umur tanaman di blok sampel sudah mencapai 28 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa semua tanaman berada pada umur kurang produktif namun tanaman kelapa sawit ini masih menghasilkan tandan buah segar (TBS).

Pengambilan sampel hanya digunakan luas tanam 1.500 m² pada masing masing blok sampel, dikarenakan pada blok LA tidak semua dialiri limbah dikarenakan kondisi topografi yang dekat dengan sungai dan tanah gambut. Luas areal sampel yang diambil sudah mewakili semua tanaman dengan mengambil bagian kiri, kanan, tengah, depan dan belakang. Jumlah pokok yang di ambil juga mengikuti dari areal sampel, dimana pada setiap blok jumlah pokok yang diambil sebanyak 120 pokok/ha pada areal LA dan NLA.

Produksi Berat Janjang Rata-rata (BJR)

Berat janjang rata-rata (BJR) merupakan nilai yang diperoleh dari pembagian jumlah tandan dengan berat buah. Meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit pada jangka panjang, perlu diperhatikan penentuan kerapatan tanam kelapa sawit yang sesuai pada saat awal penanaman. Kerapatan tanam perlu diperhatikan karena berkaitan dengan faktor tumbuh yang

diperlukan oleh tanaman, meliputi media tanam, unsur hara, air, cahaya matahari, oksigen, dan faktor tumbuh lainnya (Xavier dan Impens, 2022). Berat janjang rata-rata dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Berat Janjang Rata-rata

Tahun	Berat Janjang Rata-rata (kg)					
	<i>Land Application</i>			<i>Non Land Application</i>		
	OH 15	OH 16	OH 24	OH 21	OH 28	OH 31
2022	14,50	13,29	13,88	15,19	15,39	15,11
2023	14,60	13,76	14,17	14,61	15,00	14,93
2024	15,73	14,80	14,35	14,80	16,47	16,48
Rata-rata	14,94	13,95	14,13	14,86	15,62	15,50

Sumber: PT Kimia Tirta Utama (2025)

Berdasarkan Tabel 3. diketahui nilai rata-rata dari BJR tahun 2022, 2023, dan 2024 memiliki nilai rata-rata yang tidak cukup berbeda. Blok OH 16 pada tahun memiliki rata-rata nilai BJR yang paling kecil, yaitu 13,95 kg. pada perlakuan LA nilai rata-rata BJR tertinggi terdapat pada blok OH 15 yaitu 14,94 kg. nilai rata-rata BJR dari perlakuan LA pada setiap blok selama 3 tahun terakhir yaitu 14,45 kg. pada perlakuan NLA nilai rata-rata BJR cenderung lebih tinggi dari pada perlakuan LA. Blok OH 21 memiliki nilai rata-rata BJR terkecil, yaitu 14,86 kg. Blok OH 28 memiliki rata-rata nilai BJR tertinggi dalam tiga tahun terakhir, yaitu 15,62 kg.

Nilai rata-rata BJR pada perlakuan LA yang lebih kecil dapat disebabkan perubahan PH pada tanah atau peningkatan salinitas, kedua hal ini bisa mengganggu pertumbuhan dan perkembangan buah. Rata-rata nilai BJR pada perlakuan LA selau mengalami peningkatan tiap tahunnya. Hal ini disebabkan pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara P secara signifikan. Peningkatan unsur hara P pada tanah akibat pengaplikasian limbah cair pabrik kelapa sawit mampu meningkatkan berat tandan buah segar, sehingga produksi kelapa sawit meningkat. Hal ini dikarenakan unsur hara P berperan penting pada pembentukan buah dan biji (Marlina dkk., 2018).

Jumlah, Berat, Panjang, dan Diameter Tandan Buah per Tanaman

Jumlah tandan buah segar (TBS) kelapa sawit sangat bergantung pada umur tanaman serta faktor lingkungan seperti curah hujan, ketersediaan air tanah dan teknik budi daya. Pada usia produktif sekitar 5-25 tahun, pohon kelapa sawit mampu menghasilkan sekitar 24 hingga 28 tandan per tahun. Namun, seiring bertambahnya umur tanaman, produktivitas menurun secara signifikan, pada usia sekitar 20 tahun, jumlah tandan yang dihasilkan dapat turun menjadi sekitar 8 tandan per pohon per tahun (Harahap dkk., 2021).

Berat rata-rata tandan kelapa sawit atau tandan buah segar (TBS) sangat bervariasi tergantung pada umur tanaman, varietas, serta kondisi lingkungan dan budi daya. Pada tanaman kelapa sawit yang berumur 3 hingga 4 tahun, berat rata-rata tandan berada pada kisaran 5 hingga 10 kg. Seiring bertambahnya umur tanaman, berat tandan juga meningkat, pada umur 5 hingga 15 tahun dapat mencapai 15 hingga 25 kg per tandan, dan pada umur lebih dari 15 tahun, beratnya bisa mencapai lebih dari 25 hingga 30 kg per tandan (Darwanto, 2021).

Panjang tandan buah segar (TBS) kelapa sawit bervariasi tergantung pada varietas, umur tanaman, dan kondisi lingkungan. Secara umum, panjang tandan berkisar antara **30 cm hingga 90 cm**, dengan rata-rata sekitar **40–60 cm**. Panjang ini mencakup tangkai tandan dan buah-buah yang melekat padanya. Tanaman dengan manajemen budi daya yang baik dan usia produktif (10-15 tahun) cenderung memiliki tandan lebih panjang dan padat buah (Hifari, 2019).

Diameter tandan buah kelapa sawit adalah ukuran melintang dari bagian terluar tandan yang mencerminkan besarnya tandan. Selain itu, diameter buah per butir juga mengalami perubahan seiring dengan perkembangan buah. Studi oleh Fakultas Pertanian Universitas Riau menunjukkan bahwa diameter buah meningkat dari 1,87 cm pada 30 hari setelah penyerbukan (HSP) menjadi 3,78 cm pada 165 HSP, sebelum sedikit menurun pada 185 HSP (Mulyadi *et al.*, 2017). Data parameter dan hasil uji-*T land application* dan *non land application* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Parameter *Land Application* dan *Non Land Application*

Perlakuan	<i>Land application</i>	<i>Non land application</i>
Jumlah Tandan	1,12	1,09
Berat Buah (kg)	25,37	20,02
Panjang Buah (cm)	50,70	44,03
Diameter Buah (cm)	119,83	109,32

Sumber: data primer dari hasil pengukuran langsung di lapangan

Tabel 4. menjelaskan data parameter jumlah, berat, panjang, dan diameter tandan buah kelapa sawit yang dilakukan pada 6 blok sampel selama 3 minggu. Pada jumlah tandan kelapa sawit, perlakuan LA memiliki jumlah buah yang lebih kecil dari pada blok NLA. Rata-rata jumlah buah pada perlakuan LA yaitu 1,12 tandan/tanaman yang mana jumlah ini lebih kecil dari perlakuan NLA yaitu 1,09 tandan/tanaman. Hal ini dapat terjadi karena kerapatan pada perlakuan LA lebih rendah dan banyaknya pokok yang tidak produktif atau istirahat.

Pada perlakuan LA berat buah mengalami peningkatan selama pengamatan. Berat buah pada perlakuan LA memiliki rata-rata berat 25,37 kg, dimana pada perlakuan NLA memiliki rata-rata berat buah lebih kecil yaitu 20,02 kg. LA memiliki kandungan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca) yang terdapat di dalamnya. Perlakuan LA memiliki rata-rata berat buah yang lebih tinggi (Pujono *et al.*, 2021).

Panjang dan diameter buah pada perlakuan LA dan NLA juga mengalami perbedaan yang cukup signifikan diantara keduanya. Buah pada perlakuan LA memiliki rata-rata panjang dan diameter buah yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan NLA. Rata-rata panjang buah pada perlakuan LA 50,70 cm, dimana pada perlakuan NLA memiliki rata-rata buah lebih pendek yaitu 44,03 cm. Rata-rata diameter buah pada perlakuan LA yaitu 119,83 cm, dimana pada perlakuan NLA memiliki rata-rata diameter buah yang lebih kecil yaitu 109,32 cm.

Pengamatan yang dilakukan pada perlakuan LA dan NLA memiliki perbedaan yang signifikan, dimana pada blok LA produksi buah lebih unggul dari pada blok NLA. *Land application* atau aplikasi lahan adalah pemanfaatan limbah cair dari kelapa sawit digunakan sebagai bahan penyubur atau pemupukan tanaman kelapa sawit dalam areal perkebunan kelapa sawit itu sendiri. Dasar dari *land application* ini adalah bahwa dalam limbah cair pabrik kelapa sawit mengandung unsur-unsur yang dapat menyuburkan tanah. Limbah cair ini mengandung nutrisi penting seperti kalium, fosfor, dan nitrogen yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan optimal. Selain itu, kandungan bahan organik dalam limbah membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya serap air, dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman (Saputra dkk., 2021). Data produksi pada lahan *land application* (LA) dan *non land application* (NLA) diperoleh dari data sekunder perusahaan. Data produksi yang diambil merupakan data yang diperoleh selama 3 tahun terakhir dari 2022 sampai 2024. Perbandingan produksi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Produksi

Tahun	Jumlah Produksi (kg)
<i>Land Application</i>	
2022	369.740
2023	381.550
2024	286.900
Total	1.038.190
Rata-rata	346.063
<i>Non Land Application</i>	
2022	407.840
2023	378.330
2024	282.310
Total	1.068.480
Rata-rata	356.160

Sumber: PT Kimia Tirta Utama (2025)

Tabel 5. menjelaskan jumlah produksi pada lahan LA dan lahan NLA yang berbeda-beda tiap tahunnya. Jumlah produksi pada lahan LA cenderung lebih tinggi tiap tahunnya dibandingkan lahan NLA. Produksi tertinggi pada lahan LA tahun 2023 dengan berat 381.550 kg, dan pada tahun 2024 menjadi jumlah produksi terkecil, yaitu 286.900 kg. Produksi tertinggi pada lahan NLA tahun 2022 dengan jumlah produksi 407.840 kg, dan pada tahun 2024 memiliki jumlah produksi terkecil, yaitu 282.310 kg. Total produksi dan penerimaan pada lahan NLA lebih tinggi dibandingkan LA dan pada tahun 2022 menjadi jumlah produksi tertinggi lahan NLA. Rendahnya produksi pada lahan LA bisa disebabkan kurangnya hara atau dosis pemberian LCPKS yang dapat menurunkan produksi kelapa sawit (Ismiasih dan Afroda, 2023).

Analisis Perbandingan Produksi pada lahan Land Application dan lahan Non Land Application

Analisis perbedaan produksi dan keuntungan dari perlakuan land application (LA) dan non land application (NLA) dilakukan dengan pengujian statistik yaitu uji independent-sampel T Test yang dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji-T Produksi dan Keuntungan

	T hitung	T tabel
Produksi	0,209	2,776

Sumber: data sekunder setelah diolah dengan uji independent-sampel T Test taraf 5% (2025)

Tabel 6. menjelaskan data produksi yang telah dilakukan analisis perbedaan menggunakan uji-T pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil analisis perbedaan produksi yang dianalisis T hitung 0,209 lebih kecil dari T tabel 2,776, yang artinya tidak berbeda signifikan produksi pada lahan LA dan NLA.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah tahap produksi kelapa sawit dengan teknik Land Application (LA) melauai pengontrolan pengaliran limbah cair pabrik kelapa sawit, analisis limbah, dan panen. Tahap produksi kelapa sawit pada lahan Non Land Application (NLA) meliputi pemberian pupuk anorganik, dan panen. Teknik LA rata-rata produksi 346.063 kg/tahun dan NLA rata-rata produksi 356.160 kg/tahun. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada produksi kelapa sawit dengan teknik LA dan NLA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT Kimia Tirta Utama dan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim (UIN Suska) Riau atas dukungan dan pendanaan yang telah diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Bantuan yang diberikan sangat membantu kelancaran kegiatan penelitian, mulai dari tahap persiapan, pelaksanaan di lapangan, hingga analisis data. Terima Kasih kepada Ibu dan Bapak dosen atas ilmu dan bimbingannya dalam pelaksanaan penelitian ini. Semoga dukungan ini dapat terus berlanjut dalam mendorong pengembangan riset dan inovasi di bidang pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). Ekspor Minyak Kelapa Sawit Menurut Negara Tujuan Utama; *Kementirian Pertanian*, Direktorat Jendral Pekebunan. Jakarta.
- Darwanto, D. A. R. 2021. Produksi Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Usia Tanam yang Berbeda. *Skripsi*. Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan. Politeknik Negeri Lampung. Lampung.
- Dewi, N. K. dan Noviyanti. (2023). Analisis Indeks Kepuasan Masyarakat pada Layanan Kepengurusan Surat Keterangan Tanda Lapor Kehilangan (SKTLK) di Polsek Jambangan. *Inovant*, 1(1): 70-84.
- Dinas Lingkungan Hidup (DLH). (2019). *Pengelolaan Limbah Cair Kegiatan Perhotelan*. Pemerintah Kota Surabaya Dinas Lingkungan Hidup. Surabaya. 120 hal.
- Ebu, M., L. S. Santi, dan S. Tarmadja. (2019). Analisis Produksi Kelapa Sawit pada Tingkat Kerapatan Normal dan Kerapatan Tinggi. *JOM Faperta INSTIPER Yogyakarta*, 1(1): 1-10.
- Febianto, S. Gunawan, dan S. Tarmadja. (2023). Kajian Faktor-faktor Terjadinya Losses di Perkebunan Kelapa Sawit pada Topografi Datar, Rendah, dan Berbukit. *Agroforetech*, 1(2): 955-958.
- Ginting, E. N., S. Rahutomo, dan E. S. Sutarta. (2021). Efisiensi Relatif Pemupukan Metode Benam (*Pocket*) Terhadap Metode Tebar (*Broadcast*) di Perkebunan Kelapa Sawit. *Warta PPKS*, 26(2): 81-92.

- Harahap, F. S., J. Purba, dan A. Rauf. (2021). Hubungan Curah Hujan dengan Pola Ketersediaan Air Tanah Terhadap Produksi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Dataran Tinggi. *Jurnal Agrikultura*, 32(1): 37-42.
- Hidayat, F., F. Sapalina, dan R. D. P. Pane. (2022). Peluang dan Tantangan Pemanfaatan Produk Hayati di Perkebunan Kelapa Sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1): 1-8.
- Hifari, N. A. (2019). Pengaruh Tangkai Panjang Tandan Buah Segar (TBS) Terhadap Kehilangan Minyak pada Tandan Kosong (*Empty Bunch*). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Stiper. Yogyakarta.
- Ilmannafian, A. G., E. Lestari, dan F. Khairunisa. (2020). Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(2): 244-253.
- Indarti, E., D. A. Zulmi, Zaidiyah, dan Zulhadi. (2022). Recovery Air Kondensat pada Stasiun Perebusan untuk Menekan Oil Losses: Studi Kasus PKS Cot Girek. *Agrointek*, 16(2) 145-152.
- Ismiasih, dan H. Afroda. (2023). Faktor Penentu Produksi Kelapa Sawit Rakyat di Provinsi Riau. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(2): 211-218.
- Iswahyudi, H., S. Maharani, L. Mila, dan Indriani. (2024). Pengaruh *Land Application* Terhadap Jumlah Produksi Buah Kelapa Sawit Di PT. Citra Putra Kebun Asri Orong Estate. *Enviro Scienteeae*, 2(2): 246-252.
- Lenaini, I. (2021). Teknik Pengambilan sampel Purposive dan *Snowball Sampling*. *Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Sejarah*, 6(1): 33-39.
- Marcelian, S. (2023). Identifikasi dan Presentase Serangan Patogen Penyakit pada Pembibitan Utama Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Desa Pematang Pauh Kecamatan Tungkal Ulu Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Batanghari. Jambi.
- Marlina, A. Napoleon, dan D. Budianta. (2018). Perubahan Beberapa Sifat Kimia dan Biologi Ultisol dan Serapan Hara NPK Serta Produksi Tandan Buah Segar yang Diberi LCPKS. *Klorofil XIII*, 1: 37–41.
- Mulyadi, A., Rasyad, and Isnaini. (2017). Morphological Development and Physical Plant Fruit on Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jom Faperta*, 4(1): 1-11.
- Mutaqin Z., J. Muliani, O. Fakhrudin, Ivansyah, dan N. F. Siahaan. (2022). Pengaruh *Land Application* Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Kadar Nitrogen dalam Tanah dan Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan. *Soilrens*, 20(2): 78-85.
- Prasetio, R., H. Wirianata, and S. Tarmadja. (2023). Study of the Effect of Differences in Planting Density and Planting Year on Oil Palm Productivity. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 11(3): 197-204.
- Pujono, H. R., S. Kukuh, R. Evizal, Afandi, and A. Rahman. 2021. The Effect of POME Application on Production and Yield Components of Oil in Lampung, Indonesia. *Earth and Environmental Science*, 648(1): 1-7.
- Putera, D. A., A. R. Matondang, M. T. Sembiring, dan A. A. Derawan. (2022). Penerapan *Seven Tools* untuk Mengidentifikasi Kadar Limbah Cair (POME) di Perusahaan Kelapa Sawit. *Sigma Teknik*, 5(1): 22-29.
- Rondhi, M., dan H. Adi. (2018). Pengaruh Pola Pemilikan Lahan Terhadap Produksi, Alokasi Tenaga Kerja, dan Efisiensi Usaha Tani Padi. *Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 4(2): 101-110.
- Saputra, F., G. Tampubolon, dan I. A. Mahbub. (2021). Pengaruh Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Serapan Hara N, P, dan K pada Tanaman Kelapa Sawit. *J. Agroecotenia*, 4(2): 51-62.
- Siahaan, M., and H. Wijaya. (2020). Strategies to Increase Oil Palm Yield Using Block Management Approach in a Large Scale Oil Palm Estate. *Jurnal Budidaa Perkebunan Kelapa Sawit dan Karet*, 4(1): 32-39.
- Waruwu, M. (2023). Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (*Mixed Method*). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1): 2896-2910.
- Woittiez, L. S., M. T. Van Wijk, M. Slingerland, M. N. Van, and K. E. Giller. (2017). Yield Gaps in Oil Palm: A Quantitative Review of Contributing Factors. *European Journal of Agronomy*, 83: 57-77.
- Xavier, B., and R. Impens. (2022). Experimental Determination of The Optimum Oil Palm Planting Density in Western Africa. *OCL*, 29(30): 1-10.

HUBUNGAN KARAKTERISTIK MAKROSKOPIS DAN MIKROSKOPIS SEMEN SAPI BALI

(The Relationship between Macroscopic and Microscopic Characteristik of Bali Bull Sperm)

Zumarni^{1*}, Fadhil Mahdi¹, Restu Misrianti¹

¹Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan,
Universitas Islam Negeri Sultan Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

*E-mail korespondensi: zumarni@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Semen quality is a major factor in the selection of Bali bulls to support the success of artificial insemination programmes and increase livestock productivity. Semen quality can be evaluated by assessing macroscopic and microscopic characteristics. This study aimed to determine the relationship between macroscopic characteristics (volume, pH, viscosity) and microscopic characteristics (motility, individual movement, concentration) of Bali cattle semen. The research material used fresh semen from 13 Bali bulls kept at the Tenayan Raya IBT Technical Implementation Unit, Riau Province Livestock and Animal Health Service. The study used a census method. The data obtained were calculated by displaying the mean and standard deviation values, while the correlation values were analysed using Minitab statistical software. The variables observed were the macroscopic and microscopic characteristics of Bali cattle semen. The results showed that the average macroscopic values of Bali cattle semen were 6.13 ± 1.58 for volume, 6.20 ± 0.03 for pH, and 1.51 ± 0.24 for viscosity. The average microscopic values of Bali cattle were motility $73.66 \pm 6.58\%$, individual movement 2.47 ± 0.29 , and concentration 988.93 ± 149.21 million/ml. Correlation analysis showed that the values of volume against motility, individual movement and concentration were 0.40; 0.39; -0.13. pH against motility, individual movement and concentration were -0.40; -0.10; 0.14. The correlation between viscosity and motility, individual movement, and concentration was 0.25, 0.29, and 0.96. It can be concluded that the highest correlation with a strong positive relationship in macroscopic and microscopic characteristics is found in the viscosity value against the concentration of Bali bull semen.

Keywords : macroscopic, microscopic, bali bull, semen

PENDAHULUAN

Sapi bali merupakan sumber daya genetik ternak lokal Indonesia yang memiliki potensi besar dalam mendukung penyediaan pangan hewani nasional. Upaya peningkatan produktivitas sapi bali perlu didukung oleh manajemen reproduksi yang efisien, salah satunya melalui penerapan teknologi inseminasi buatan. Keberhasilan program inseminasi buatan sangat dipengaruhi oleh kualitas semen pejantan yang digunakan, sehingga seleksi pejantan unggul menjadi faktor penting dalam menunjang fertilitas dan performa reproduksi ternak.

Kualitas semen dapat dievaluasi melalui pemeriksaan karakteristik makroskopis dan mikroskopis. Pemeriksaan makroskopis, terdiri atas penilaian volume semen, pH, dan kekentalan. Sementara karakteristik mikroskopis, meliputi penilaian motilitas, gerak individu, dan konsentrasi spermatozoa (Saputra dkk, 2017). Penilaian semen pasca penampungan harus segera dilakukan untuk menghindari kontaminasi dan mengetahui kualitas semen. Penilaian terhadap kualitas mikroskopis semen dilakukan di laboratorium berjarak dekat. Penilaian kualitas semen pada lokasi penampungan semen dan laboratorium pengujian jauh, diperlukan mikroskop untuk pengujian kualitas mikroskopis semen. Kerumitan tahapan pelaksanaan seleksi menjadi suatu kendala karena menyebabkan pelaksanaan seleksi tidak efisien.

Pemeriksaan secara makroskopis diduga memberikan gambaran langsung kualitas dan kemampuan fertilisasi semen. Pengamatan makroskopis relatif mudah dilakukan dan diduga dapat digunakan sebagai indikator awal untuk penilaian kualitas semen. Pemeriksaan secara makroskopis diperkirakan memiliki hubungan yang positif terhadap karakteristik mikroskopis semen sapi Bali. Hubungan antara karakteristik makroskopis dan mikroskopis semen penting untuk dikaji sebagai dasar

dalam penilaian kualitas semen yang lebih efisien dan praktis. Seleksi yang tepat pada pejantan sangat berperan dalam menentukan kualitas dan kuantitas semen yang dihasilkan.

Informasi keterkaitan antara parameter makroskopis dan mikroskopis semen sapi bali masih terbatas, maka perlu dilakukan pengamatan hubungan karakteristik makroskopis dan mikroskopis semen sapi bali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterkaitan nilai makroskopis dan mikroskopis sapi bali serta mencari indikator yang mudah dan cepat dalam menentukan kualitas semen sehingga diharapkan dapat membantu dalam kegiatan seleksi pejantan unggul. Diharapkan dapat menjadi referensi dalam evaluasi kualitas semen serta mendukung keberhasilan program inseminasi buatan dan peningkatan produktivitas ternak.

MATERI DAN METODE

Penelitian menggunakan semen segar dari 13 ekor sapi bali pejantan yang dipelihara di UPT Inseminasi Buatan ternak (IBT) Tenayan Raya Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Riau, air hangat, gel pelumas, aluminium foil dan tissue. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah vagina buatan (VB) untuk menampung semen, tabung semen, pH meter, objek glass, cover glass, *Computer Assisted sperm Analysis* (CASA), micropipet, waterbath. Penelitian menggunakan metode sensus, data diambil secara langsung untuk dievaluasi secara makroskopis dan mikroskopis.

Peubah yang diamati adalah karakteristik semen sapi bali secara makroskopis terdiri atas; volume semen, pH, Kekentalan dan karakteristik mikroskopis terdiri atas; motilitas, gerakan massa, konsentrasi. Data yang diperoleh dihitung dengan menampilkan nilai rata-rata, Simpangan baku, dan nilai koefisien korelasi dianalisis menggunakan minitab *statistical software*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik makroskopis semen sapi Bali

Penilaian karakteristik semen secara makroskopis dan mikroskopis menjadi indikator pemilihan pejantan unggul. Penilaian makroskopis terdiri atas penilaian volume, pH, dan kekentalan semen. Karakteristik makroskopis semen segar sapi bali di wilayah kota Pekanbaru dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan nilai Makroskopis semen sapi bali

Penilaian Makroskopis	Nilai Rataan
Volume (mL)	6.13±1.58
pH	6.20±0.03
Kekentalan	1.51±0.24

Hasil pengamatan pada Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata volume semen sapi bali adalah 6.13±1.58 ml. Hasil yang diperoleh berada pada kisaran normal. Hal ini sesuai dengan pendapat Fazrien dkk. (2020); Tarigan dkk. (2025) bahwa rata-rata volume semen segar sapi bali berkisar antara 5.5ml - 6.9ml; 4.52±1.18ml - 6.8±2.22ml. Blegur dkk. (2020) menyatakan bahwa volume semen dipengaruhi oleh umur, suhu, bangsa, pakan dan frekuensi penampungan. Berdasarkan hasil pengamatan umur sapi bali di UPT IBD Tenayan raya kota Pekanbaru berkisar antara 6-14 tahun.

Nilai pH Semen segar sapi bali adalah 6.20±0.03. Hasil yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan penelitian Mahendra & Jatnika (2024), bahwa nilai pH semen sapi bali di UPTD BIBD Nusa Tenggara Barat adalah 6.2 - 6.7. Hasil yang diperoleh sudah dikategorikan baik. Menurut Nirwana dan Suparman (2017) bahwa nilai optimum pH sapi bali berkisar antara 5.9-7.3. Nilai pH dipengaruhi oleh metabolisme anaerobic spermatozoa dalam menghasilkan asam laktat (Sunami dkk., 2017).

Nilai kekentalan sapi bali yang diperoleh adalah 1.51±0.24. Karakteristik semen sapi bali pada penilaian skor 1, 2 dan 3 mencerminkan bahwa kualitas semen yang dihasilkan bersifat encer, sedang dan pekat. Hasil yang diperoleh hampir sama dengan hasil penelitian Mahendra dan Jatnika (2024) bahwa konsistensi semen segar sapi bali di kawasan nusa Tenggara Barat beragam yaitu encer, sedang dan kental. Hasil yang diperoleh lebih rendah dari penelitian Bebas dkk. (2021) bahwa kekentalan atau konsistensi sapi bali adalah 2.59±0.30 – 2.44±0.42.

B. Karakteristik mikroskopis semen Sapi Bali

Pemeriksaan mikroskopis terdiri atas penilaian nilai konsentrasi, gerakan massa, dan motilitas. Hasil pengamatan karakteristik semen sapi bali di wilayah kota Pekanbaru dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan Nilai Mikroskopis Semen Sapi Bali

Penilaian Mikroskopis	Nilai Rataan
Motilitas (%)	73.66±6.58
Gerakan individu	2.47±0.29
Konsentrasi (10^6 sel/ml)	988.93±149.21

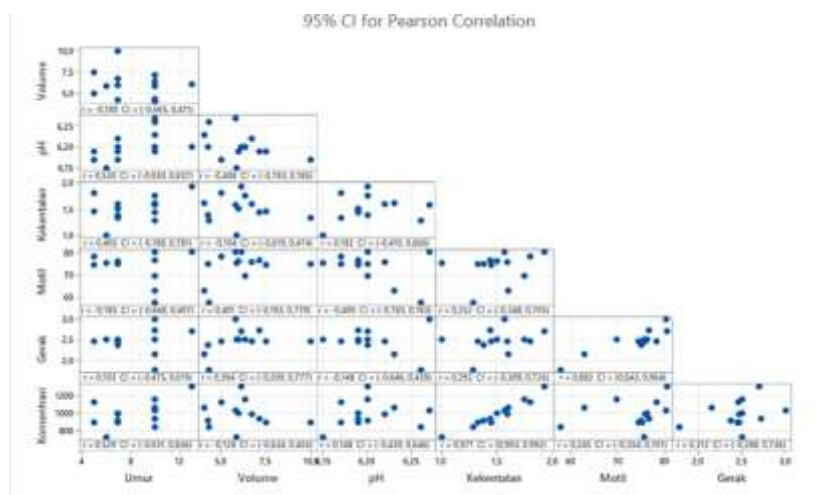
Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa rataan nilai motilitas adalah 73.66±6.58. Nilai motilitas semen di wilayah Kota Pekanbaru lebih tinggi dari hasil penelitian Tarigan dkk (2025) menyatakan bahwa evaluasi nilai motilitas sapi bali di wilayah UPTD BIBDPHTPT Baturiti adalah 70%. Hasil yang diperoleh sudah dikategorikan normal. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2017) karakteristik nilai motilitas semen segar sapi unggul adalah 70%. Nilai satandarisasi semen segar ini dijadikan sebagai ukuran kelayakan semen untuk dibekukan.

Rataan nilai gerakan individu semen segar sapi bali adalah 2.47±0.29. konversi nilai angka 1, 2 dan 3 pada nilai gerakan individu memiliki arti bahwa spermatozoa sapi dengan angka 1; bergerak lambat, 2; cenderung cepat dan 3; sangat cepat (komariah dkk, 2020). Hasil yang diperoleh lebih rendah dari penelitian Mahendra dan Jatnika (2024), nilai gerakan individu yang diperoleh berkisar pada nilai 3-4. Gerakan individu spermatozoa sangat terkait dengan keberadaan seminal plasma yang berfungsi sebagai sumber energi. Energi yang dihasilkan digunakan sebagai pergerakan dan biosintesis. Angka gerakan individu berkaitan dengan nilai motilitas dan gerakan massa. Daya gerak diduga menjadi ukuran kesanggupan spermatozoa untuk membuahi ovum.

Rataan konsentrasi semen segar sapi bali di wilayah kota pekanbaru adalah $988.93 \pm 149.21 \times 10^6$ sel sperma/ml. Hasil penelitian lebih tinggi dari konsentasi sapi bali di UPTD BIBDPHTPT Baturiti, yaitu: $635.8 \pm 176.65 \times 10^6$ sel/ml hingga $926.25 \pm 45.49 \times 10^6$ sel/ml (Tarigan dkk., 2025). Menurut Sunami dkk. (2017) satandar rataan konsentrasi yang baik adalah 1000 juta sel sperma/ml. Kualitas semen yang baik mencerminkan keberhasilan program pemuliaan. Konsentrasi spermatozoa dipengaruhi oleh lingkak skrotum, semakin besar lingkak skrotum potensi produksi spermatozoa lebih baik. Lingkak skrotum merepresentasikan banyaknya tubuli semineferi yang ada di dalam testis (Fazrien dkk., 2020).

C. Koefisien Korelasi Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis Semen Sapi Bali

Hubungan antara karakteristik makroskopis dan mikroskopis semen dapat diketahui melalui analisis korelasi antar variabel. Nilai korelasi (r) menunjukkan arah dan kekuatan hubungan, dimana nilai mendekati 1 atau -1 menunjukkan hubungan yang kuat. Sedangkan mendekati 0 menunjukkan hubungan yang lemah (Saputra dkk., 2017). Hubungan karakteristik makroskopis dan mikroskopis sapi bali dapat dilihat melalui hasil analisis korelasi pada Gambar 1.



Gambar 1. Analisis Koefisien Kolrelasi karakteristik makroskopis dan mikroskopis sapi bali wilayah Kota Pekanbaru

Berdasarkan hasil analisis korelasi pada Gambar 1. terlihat bahwa hubungan volume semen dengan motilitas adalah 0.40; volume dengan gerakan individu 0.39 dan volume dengan konsentrasi adalah 0.13. hubungan karakteristik makroskopis dan mikroskopis pada nilai volume dengan motilitas dan gerakan individu menunjukkan tingkat korelasi sedang, sedangkan hubungan antara volume dengan konsentrasi menunjukkan tingkat korelasi rendah. Tingginya produksi semen mencerminkan

besarnya ukuran testis pada sapi pejantan. Hal ini sesuai pendapat Saputra (2017) bahwa volume semen memiliki hubungan kuat terhadap besarnya testis, ukuran testis yang besar memiliki tubuli seminiferi yang lebih banyak sehingga meningkatkan jumlah spermatozoa.

Hubungan karakteristik pH terhadap motilitas, gerakan individu dan konsentrasi adalah -0.40; -0.10 dan -0.14. Hal ini menunjukkan hubungan korelasi yang rendah. pH semen dapat digunakan sebagai indikator metabolisme semen. Tinggi atau rendahnya pH dapat mengurangi fertilitas dan motilitas semen. Sesuai pendapat Tani (2022) bahwa pH semen bersifat asam atau basa akan berpengaruh terhadap penurunan kualitas spermatozoa.

Hubungan karakteristik kekentalan dengan motilitas, gerakan individu dan konsentrasi adalah 0,25; 0,29 dan 0,96. Hal ini menunjukkan hubungan korelasi yang rendah pada karakteristik kekentalan dengan motilitas dan gerakan individu, akan tetapi karakteristik kekentalan terhadap konsentrasi menunjukkan hubungan yang sangat kuat.. sesuai dengan pendapat Suyadi dkk. (2012) bahwa warna, kekentalan dan konsentrasi spermatozoa mempunyai hubungan yang sangat erat satu dengan yang lainnya, artinya; jika semen encer maka konsentrasi spermatozoa rendah dan warna semakin pucat. Semen dengan karakteristik kental banyak mengandung spermatozoa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan hubungan karakteristik makroskopis dan mikroskopis semen sapi bali dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai makroskopis dan mikroskopis semen sapi bali di wilayah kota pekanbaru sudah ideal dan terdapat hubungan yang sangat kuat ($r = 0,96$) pada nilai kekentalan dengan konsentrasi semen sapi bali .

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Dakhlan, A., Roniadi, B., Siswanto, & Hamdani, M. D. I. (2012). Korelasi dan Regresi antara Bobot Badan, Lingkar Skrotum, dan Volume Semen Sapi Limousin di Balai Inseminasi Buatan Lembang, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 21(2), 109-116.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *Badan Standardisasi Nasional. 2017. SNI 4869-1:2017. Standar Nasional Indonesia Semen Beku – Bagian I: Sapi. Badan Standarisasi Nasional*. Jakarta.
- Bebas, W., Gorda, I. W.d, & Dada, K.A. (2021). Pengaruh Musim Hujan dan Kemarau terhadap Kualitas Semen Sapi Bali di Balai Inseminasi Buatan Baturiti, Tabanan, Bali. *Buletin Veteriner Udayana*, 13(1), 105-112.
- Blegur, J., Nalley, W. M, & Hine, T. M. (2020). Pengaruh Penambahan Virgin Coconut Oil dalam Pengencer Tris Kuning Telur terhadap Kualitas Spermatozoa Sapi Bali Selama Preservasi. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 7(2),130-138.
- Fazrien, W. A., Herwijanti, E, & Isnaini, N. (2020). Pengaruh Perbedaan Individu terhadap Kualitas Semen Segar dan Beku Pejantan Unggul Sapi Bali. *Sains Peternakan*, 18(1),60-65
- Komariah., Arifiantini, R. I., Aun, M, & Sukmawati, E. (2020). Kualitas Semen Segar dan Produksi Semen Beku Sapi Pejantan Madura pada Musim yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 8(1), 15-21
- Mahendra, S, & Jatnika, A.R. (2024). Kualitas Semen Segar Sapi Bali Sebelum Dibekukan di UPTD Balai Inseminasi Buatan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Ternak Tropis*, 1(1), 23-30.
- Nirwana, & Suparman. 2017. The effect of males age on the quality of bali cattle fresh semen. *Journal of Animal Husbandry*, 2(2), 13-18.
- Saputra, D. J., Ihsan, M. N, & Isnaini, N. (2017). Korelasi antara Lingkar Skrotum dengan Volume Semen, Konsentrasi dan Motilitas Spermatozoa Pejantan Sapi Bali. *Journal of Tropical Animal Production*, 18(2):59-68.
- Sunami, S., Isnaini, N, & Wahjuningsih, S. (2017). Kualitas semen segar dan recovery rate (RR) sapi limousin pada musim yang berbeda. *Jurnal Ternak Tropis*, 18(1), 26-50
- Tani, R. Y., Dethan, A. A, & Purwantiningsih, T.I. (2022). Pengaruh Pengencer Ekstrak Air Tebu dalam Sitrat-Kuning Telur terhadap Viabilitas Dan Abnormalitas Spermatozoa, serta pH Semen Sapi Bali. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 4(1), 56-65.
- Tarigan, I.Y. B., Ardika, I. N, & Warmadewi, D. A. (2025). Seleksi pejantan sapi bali berdasarkan libido dan kualitas semen di UPTD BIBDPHTPT Baturiti. *Jurnal Peternakan Tropika*. 13(1), 165-179

RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.) TERHADAP PEMBERIAN POC CAMPURAN LIMBAH KULIT NANAS DAN CANGKANG TELUR

*Response of Shallot (*Allium ascalonicum* L.) Growth and Yield to Application of Liquid
Organic Fertilizer (LOF) Made From Pineapple Peel and Eggshells Waste*

Nadira Dwi Indika¹, Novita Hera¹, Ervina Aryanti¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Sultan Syarif Kasim
JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru
Email korespondensi: nadiradwiindika@gmail.com

ABSTRACT

*Shallot (*Allium ascalonicum* L.) is a horticultural commodity with high economic value. The use of liquid organic fertilizer (LOF) made from pineapple peel and eggshells can be a potential solution to improve shallot growth. This study aimed to determine the best dosage of pineapple peel and eggshell LOF for the growth and yield of shallots. The research was conducted at the Agronomy and Agrostology Laboratory, UIN Agriculture Research and Development Station (UARDS), from February to April 2025, using a Completely Randomized Design (CRD) with a non-factorial arrangement consisting of five treatments: (N0 = 0 ml LOF/L, N1 = 25 ml LOF/L, N2 = 50 ml LOF/L, N3 = 75 ml LOF/L, N4 = 100 ml LOF/L), each replicated five times. The observed parameters included plant height, number of leaves, number of tillers, number of bulbs per clump, bulb diameter, bulb height, fresh bulb weight per clump, dry bulb weight per clump, fresh biomass weight per clump, and dry biomass weight per clump. The results showed that the application of pineapple peel and eggshell LOF had no significant effect on plant height, number of leaves, number of tillers, number of bulbs per clump, and bulb height. However, it had a significant effect on bulb diameter and fresh biomass weight per clump, and a highly significant effect on fresh bulb weight per clump, dry bulb weight per clump, and dry biomass weight per clump. The application of 50 ml LOF per plant was found to be the best concentration.*

Keywords : eggshell, organic, pineapple peel waste, LOF, shallots

PENDAHULUAN

Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) merupakan salah satu tanaman buah yang pada umumnya banyak disukai oleh Masyarakat Indonesia dan banyak dibudidayakan di daerah tropis (Fajri dkk., 2017). Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia (2023), menyatakan bahwa produksi nanas pada tahun 2023 mencapai 3,15 juta ton dan salah satu sentra produksi nanas di Indonesia terdapat di Provinsi Riau dengan jumlah produksi nanas mencapai 379.025 ton. Menurut Wahyuni (2016), bagian dari buah nanas yang dapat dimakan adalah sebanyak 53%, sementara sisanya 47% dibuang menjadi limbah, sehingga limbah nanas semakin lama semakin menumpuk karena kurangnya pemanfaatan limbah yang belum maksimal dilakukan, hal ini dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan seperti bau tidak segar, pencemaran air tanah serta timbulnya sarang dan sumber penyakit. Menurut Ramadhani dkk. (2022), kulit nanas memiliki kandungan N 1,15%, P 0,37%, K 0,02%, Ca 0,02%, Mg 58,03 ppm, Zn 2,43 ppm, Cu 0,75 ppm, dan Mn 4,19 ppm. %. Kulit nanas memiliki kandungan N yang cukup tinggi, namun kandungan unsur hara K dan P masih rendah. Untuk meningkatkan kandungan unsur hara K dan P pada pupuk organik cair kulit nanas, maka dapat ditambahkan dengan bahan organik lain seperti cangkang telur. Cangkang telur merupakan limbah yang berasal dari pasar tradisional, industri makanan, tempat katering, dan rumah tangga. Konsumsi telur di Indonesia terus meningkat karena kebutuhan usaha seperti pedagang kaki lima, pabrik mie, dan toko roti. Telur diolah menjadi makanan dan cangkang telurnya dibuang, hal ini dapat menyebabkan terjadinya penumpukan limbah yang mencemari lingkungan karena cangkang telur membutuhkan waktu yang cukup lama untuk terurai secara alami. Suhastyo (2021), menyatakan bahwa sebanyak 97% Ca terkandung dalam cangkang telur ayam dan sangat baik sebagai bahan baku pembuatan POC karena dapat menaikkan pH media

tanah dan air. Menurut hasil penelitian Rahmadina (2017), pupuk yang menggunakan penambahan bahan baku cangkang telur memiliki unsur hara N 0,18%, P 7,00%, dan K 8,00%.

Untuk mengurangi pencemaran limbah pada kulit nanas dan cangkang telur maka dapat dimanfaatkan sebagai POC dalam pertumbuhan tanaman seperti bawang merah. Bawang merah merupakan salah satu komoditas hortikultura, tergolong sayuran rempah umbi-umbian yang selalu dibutuhkan untuk bumbu masakan. Bawang merah mempunyai nilai ekonomis tinggi yang jumlah permintaannya cenderung terus meningkat. Menurut BPS (2024), produksi bawang merah di Provinsi Riau pada tahun 2021 : 329 ton/ha, 2022 : 195 ton/ha, dan pada tahun 2023 : 323 ton/ha. Produksi bawang merah di Provinsi Riau mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun sehingga untuk memenuhi kebutuhan lokal masih bergantung pada daerah lain seperti Provinsi Sumatera Barat, Sumatera Utara, dan Jawa. Salah satu upaya untuk meningkatkan pertumbuhan bawang merah dapat dilakukan dengan pemupukan. Pemupukan berperan penting sebagai sumber unsur hara bagi tanaman. Penggunaan pupuk organik mampu menjaga keseimbangan tanah, meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi dampak lingkungan. Keunggulan pupuk organik cair adalah unsur hara yang dikandungnya lebih cepat tersedia dan lebih mudah diserap oleh akar tanaman (Zulia dkk., 2017). Menurut Sianturi dkk. (2021), pemberian pupuk organik cair limbah kulit nanas dan eceng gondok dengan konsentrasi 50 ml/tanaman dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, dan berat kering pada bawang merah. Hasil penelitian Febriyanti dkk. (2023), menyatakan bahwa pemberian POC cangkang telur dan kulit bawang merah dengan konsentrasi 150 ml/l memberikan hasil terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, jumlah bunga, dan jumlah buah tomat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis terbaik dari pemberian POC campuran limbah kulit nanas dan cangkang telur terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah. Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah kulit nanas dan cangkang telur sebagai POC.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium UARDS (UIN Agriculture Research Development Station) Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan April 2025.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah benih bawang merah Varietas Bima Brebes, air, tanah topsoil, pupuk kandang ayam, polybag ukuran 25x30 cm, gula merah, air cucian beras, EM4, kantong plastik, plastik UV ketebalan 200 micron, cangkang telur, kulit nanas dan fungisida dithane. Alat yang digunakan adalah cangkul, meteran, alat tulis, camera, gelas ukur, timbangan analitik, pisau cutter, ember, ayakan 80 mesh, botol POC, grinder dan gembor.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 25 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan yaitu pemberian POC limbah kulit nanas dan cangkang telur dengan konsentrasi sebagai berikut:

N0 = Tanpa pemberian POC (kontrol)

N1 = 25 ml POC + 975 ml air

N2 = 50 ml POC + 950 ml air

N3 = 75 ml POC + 925 ml air

N4 = 100 ml POC + 900 ml air

Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, jumlah umbi per rumpun, diameter umbi, tinggi umbi, berat basah umbi per rumpun, berat kering umbi per rumpun, berat basah brangkasan per rumpun, dan berat kering brangkasan per rumpun.

Analisis Data

Data pengamatan dideskripsikan dalam bentuk gambar dan tabel. Kemudian data yang telah diperoleh dari setiap perlakuan diolah menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA), jika hasil analisis ragam berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Unsur Hara

Berdasarkan hasil analisis unsur hara POC kulit nenas dan cangkang telur yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS RIAU
 FAKULTAS PERTANIAN
 LABORATORIUM TANAH
 Kampus Bukit Widi, Km.12,3 Simpang Baru, Pekanbaru 28291
 Telp: (0756) 441278, Fax: (0756) 441279
 Email: www.riau.ac.id, info@riau.ac.id

HASIL ANALISIS KEMIA POC

Program: / Analisis POC Tanah
 Tanggal Sampel Masuk: 18 April 2023
 Tanggal Sampel Kirim: 18 Mei 2023

No.	Nama Sampel	Unsur N		Unsur P		Unsur K	
		g/g	%	g/g	%	g/g	%
1.	POC (Kulit Nenas dan Cangkang Telur)	0,0463	0,0198	0,0700	0,05	0,08	0,45

Ditandatangani:
 Kepala Laboratorium Tanah
 (Tanda Tangan)
 N. M. M. M. S.
 NIP. 196301011980110002

POC kulit nenas dan cangkang telur memiliki kandungan unsur hara $N + P_2O_5 + K_2O$ sebesar 1,27%. Menurut Permentan RI Nomor 261 tahun 2019 standar mutu pupuk organik cair yaitu 2-6%. Kandungan hara pada POC kulit nenas dan cangkang telur masih tergolong rendah karena belum memenuhi standar Menurut Permentan RI Nomor 261 tahun 2019, namun unsur hara yang terkandung pada POC kulit nenas dan cangkang telur ini lebih tinggi dari POC kulit bawang dan air cucian beras, dan POC bonggol pisang. POC limbah kulit bawang dan air cucian beras pada penelitian Nuari dkk. (2024) memiliki kandungan hara N 0,0463%, P 0,0198%, dan K 0,0700%. Menurut Aji (2020) POC bonggol pisang barangan mengandung hara 0,05% N, 0,08% P_2O_5 total, 0,45 % K_2O , 1,31% C organik.

Tinggi tanaman

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman, Jumlah Daun dan Jumlah Anakan Bawang Merah dengan Pemberian POC Kulit Nenas dan Cangkang Telur

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (Helai)	Jumlah Anakan (Anakan)
Tanpa pemberian POC	34,08	19,00	3,64
25 ml POC per tanaman	35,94	17,36	3,44
50 ml POC per tanaman	37,41	21,12	3,44
75 ml POC per tanaman	36,93	17,20	3,08
100 ml POC per tanaman	38,61	20,80	3,84

Tabel 4.1. menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman bawang merah dengan pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur berkisar antara 34,08–38,61 cm. Pemberian perlakuan tanpa POC memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada perlakuan 25 ml POC, 50 ml POC, 75 ml POC, dan 100 ml POC. Hal ini diduga karena pada media tanam sudah mengandung unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan bawang merah pada fase vegetatif seperti tinggi tanaman, pada fase awal pertumbuhan bawang merah lebih banyak membutuhkan unsur hara N dibandingkan P dan K. Menurut Astari (2014) unsur N bermanfaat untuk pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu pembentukan sel baru seperti daun, cabang dan tinggi tanaman. Yunita dkk. (2016) juga menyatakan bahwa unsur hara N akan mendorong pertumbuhan tunas, batang, dan daun pada tanaman. Pemberian POC kulit nenas dan cangkang telur pada penelitian ini sudah memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian Sianturi dkk. (2021) yang memberikan hasil rata-rata tinggi tanaman berkisar 30,70-35,92 cm.

Jumlah Daun

Tabel 1. menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun bawang merah dengan pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur berkisar antara 17,20–21,12 helai. Pemberian perlakuan tanpa POC memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada perlakuan 25 ml POC, 50 ml POC, 75 ml POC, dan 100 ml POC. Pertumbuhan jumlah daun terjadi pada fase vegetatif dan membutuhkan unsur hara N yang lebih banyak. Kandungan unsur hara N yang dimiliki POC kulit nenas dan cangkang pada penelitian ini yaitu 0,44 %, ini lebih tinggi dibandingkan pada POC limbah kulit bawang dan air cucian

beras pada penelitian Nuari dkk. (2024) yang memiliki kandungan hara N 0,0463%. Kandungan unsur hara N yang dimiliki POC kulit nenas dan cangkang pada penelitian ini yaitu 0,44 %. Menurut Astari (2014) unsur N bermanfaat untuk pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu pembentukan sel baru seperti daun, cabang dan tinggi tanaman. Mastur dkk. (2016) juga menyatakan bahwa unsur hara N merupakan komponen utama yang diperlukan tanaman untuk perkembangan tanaman seperti daun, batang, dan akar.

Jumlah Anakan

Tabel 1. menunjukkan bahwa rata-rata jumlah anakan bawang merah dengan pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur berkisar antara 3,08–3,84 anakan. Pemberian perlakuan tanpa POC memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada perlakuan 25 ml POC, 50 ml POC, 75 ml POC, dan 100 ml POC. Jumlah anakan terjadi pada fase vegetatif tanaman sekitar umur 2-4 minggu setelah tanam, pada fase ini tanaman membutuhkan unsur hara N yang lebih banyak serta unsur hara P dan K dalam jumlah yang seimbang. POC kulit nenas dan cangkang pada penelitian ini memiliki kandungan unsur hara N sebesar 0,44 %, P sebesar 0,25 %, dan K sebesar 0,58 %. Anisyah dkk. (2014) menyatakan bahwa unsur hara N berpengaruh terhadap jumlah anakan dan anakan itu sendiri yang akan berkembang menjadi umbi. Dalam proses pembentukan anakan ini membutuhkan unsur hara nitrogen yang berperan dalam laju fotosintat, meningkatkan sintesa protein dan protein ini yang digunakan untuk pembentukan sel tanaman sehingga pemberian N yang optimal dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman

Jumlah Umbi per Rumpun

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Umbi, Diameter Umbi dan Tinggi Umbi pada Bawang Merah dengan Pemberian POC Kulit Nenas dan Cangkang Telur

Perlakuan	Jumlah Umbi (Umbi)	Diameter Umbi (cm)	Tinggi Umbi (cm)
Tanpa pemberian POC	7,00	1,82 ^b	3.16
25 ml POC per tanaman	6,00	2,25 ^{ab}	3.00
50 ml POC per tanaman	7,60	2,55 ^a	3.34
75 ml POC per tanaman	6,00	2,67 ^a	3.34
100 ml POC per tanaman	6,80	2,32 ^{ab}	3.38

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata jumlah umbi per rumpun bawang merah dengan pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur berkisar antara 6,00–7,60 umbi. Pemberian perlakuan tanpa POC memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada perlakuan 25 ml POC, 50 ml POC, 75 ml POC, dan 100 ml POC. Perlakuan dengan menggunakan POC kulit nenas dan cangkang pada penelitian ini memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan hasil penelitian Nahdarani (2023) dengan pemberian POC daun lamtoro dan batang pisang yang hanya menghasilkan jumlah umbi bawang merah berkisar antara 3,57-5,00 umbi per rumpun. Pada penelitian ini POC kulit nenas dan cangkang telur memiliki kandungan unsur hara N 0,44 %, P 0,25 %, dan K 0,58 %. Pertumbuhan jumlah umbi pada bawang merah terjadi pada fase vegetatif, dimana tanaman membutuhkan unsur hara N, P, dan K dalam jumlah yang cukup. Menurut Wahidiyah dkk. (2021), unsur hara dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman, sehingga meningkatkan produktivitas umbi bawang merah. Ini sejalan dengan pernyataan Matsumura dkk. (2022) bahwa kondisi hara tanah yang ditambahkan POC berperan penting dalam produktivitas tanaman serta retensi nutrisi dalam umbi.

Diameter Umbi

Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata diameter umbi bawang merah dengan pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur berkisar antara 1,82–2,67 cm. Pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur dengan konsentrasi 75 ml POC per tanaman pada penelitian ini memberikan hasil yang tertinggi yaitu dengan rata-rata 2,67 cm, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25 ml, 75 ml, dan 100 ml POC per tanaman dan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian POC. Perlakuan tanpa pemberian POC memiliki ukuran diameter umbi yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya, hal ini diduga karena kurangnya unsur hara yang ada didalam tanah untuk pertumbuhan umbi sehingga ukuran umbi menjadi lebih kecil. Pemberian POC kulit nenas

dan cangkang telur memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan hasil penelitian Fahrudin (2025) dengan pemberian POC sabut kelapa yang hanya menghasilkan diameter umbi bawang merah berkisar antara 2,1-2,6 cm.

Bawang merah membutuhkan unsur hara K yang lebih banyak dibandingkan unsur N dan P dalam pertumbuhan umbi. Unsur hara K dalam jumlah yang cukup dapat meningkatkan diameter umbi pada bawang merah. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Priyadi dkk. (2021) yang menyatakan tanaman bawang merah mampu menyerap dan memanfaatkan hara N, P, dan K terutama unsur hara K yang dapat menghasilkan fotosintat yang digunakan untuk pertumbuhannya termasuk pembentukan umbi bawang merah. Menurut Wulandari dkk. (2021), kebutuhan nutrisi yang cukup dan ruang tumbuh yang tercukupi menghasilkan produksi bawang merah yang sangat baik dan ukuran diameter umbi lebih besar. Ukuran diameter umbi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 4.2. Umbi Bawang Merah

Tinggi Umbi

Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata tinggi umbi bawang merah dengan pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur berkisar antara 3,00–3,38 cm. Pemberian perlakuan tanpa POC memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada perlakuan 25 ml POC, 50 ml POC, 75 ml POC, dan 100 ml POC. Hal ini dapat diduga karena pada media tanam yang diberi penambahan pupuk kandang ayam sudah mengandung unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan jumlah umbi pada bawang merah sehingga tanaman sudah mampu tumbuh dengan baik meskipun tanpa pemberian POC, namun pada perlakuan tanpa pemberian POC memiliki ukuran umbi yang lebih kecil karena tanaman tidak mendapatkan unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan pada fase generatifnya. Pada fase generatif tanaman bawang merah akan lebih banyak membutuhkan unsur hara dibandingkan pada fase vegetatifnya. Menurut Alfian dkk. (2015), unsur hara Kalium dan Fosfor yang menjadi bahan sintesis asam amino dan protein yang dapat meningkatkan metabolisme tanaman terutama untuk pemanjangan sel dan produksi tanaman.

Berat Basah dan Berat Kering Umbi Per Rumpun

Tabel 3. Rata-rata Berat Basah dan Berat Kering Umbi Per Rumpun pada Bawang Merah dengan Pemberian POC Kulit Nenas dan Cangkang Telur

Perlakuan	Berat Basah Umbi Per Rumpun (g)	Berat Kering Umbi Per Rumpun (g)
Tanpa pemberian POC	3,91 ^b	3,29 ^b
25 ml POC per tanaman	4,56 ^{ab}	4,20 ^{ab}
50 ml POC per tanaman	5,44 ^a	4,97 ^a
75 ml POC per tanaman	5,29 ^a	4,89 ^a
100 ml POC per tanaman	5,34 ^a	4,99 ^a

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

Tabel 3. menunjukkan bahwa rata-rata berat basah umbi per rumpun bawang merah dengan pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur berkisar antara 3,91–5,44 g. Pemberian POC dengan konsentrasi 50 ml per tanaman memberikan hasil yang tertinggi yaitu dengan rata-rata 5,44 g, namun pemberian POC dengan konsentrasi 50 ml tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25 ml, 75 ml dan 100 ml dan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian POC. Sedangkan pada berat kering umbi menunjukkan bahwa rata-rata berat kering umbi per rumpun bawang merah dengan pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur berkisar antara 3,29–4,99 umbi. Pemberian POC dengan perlakuan 100 ml memberikan pengaruh tidak berbeda nyata dengan perlakuan 25 ml, 50 ml dan 75 ml dan memberikan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian POC.

Pemberian POC dengan konsentrasi 100 ml per tanaman memberikan hasil yang tertinggi yaitu dengan rata-rata 4,99 g. Berat kering umbi adalah hasil akhir dari budidaya bawang merah, umbi akan memiliki ukuran dan berat umbi yang besar jika selama proses pertumbuhannya bawang merah mendapatkan unsur hara yang cukup.

Bawang merah membutuhkan unsur hara K yang lebih banyak serta unsur hara N dan P dalam jumlah yang cukup untuk pertumbuhan umbi. POC kulit nenas dan cangkang pada penelitian ini memiliki kandungan unsur hara N + P₂O₅ + K₂O sebesar 1,27%, dan ini masih tergolong rendah. Menurut Marlina dkk. (2020), unsur hara yang dibutuhkan tanaman bawang merah seperti N dan K memiliki peran penting dalam pembentukan umbi tanaman. Anggara dkk. (2023) menyatakan bahwa kebutuhan unsur hara makro K dapat meningkatkan berat basah pada tanaman bawang merah. Unsur hara yang cukup memberikan respon positif terhadap pertumbuhan umbi sehingga dapat meningkatkan berat umbi bawang merah (Jali, 2022).

Berat Basah dan Berat Kering Brangkas Per Rumpun

Tabel 4. Rata-rata Berat Basah dan Berat Kering Brangkas Per Rumpun pada Bawang Merah dengan Pemberian POC Kulit Nenas dan Cangkang Telur

Perlakuan	Berat Basah Brangkas per Rumpun (g)	Berat Kering Brangkas per Rumpun (g)
Tanpa pemberian POC	4,65 ^b	3,44 ^b
25 ml POC per tanaman	5,25 ^{ab}	4,20 ^{ab}
50 ml POC per tanaman	6,48 ^a	5,21 ^a
75 ml POC per tanaman	6,31 ^a	5,02 ^a
100 ml POC per tanaman	6,32 ^a	5,11 ^a

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

Tabel 4. menunjukkan bahwa rata-rata berat basah brangkas per rumpun bawang merah dengan pemberian POC campuran kulit nenas dan cangkang telur berkisar antara 4,65–6,48 g. Pemberian POC dengan konsentrasi 50 ml per tanaman memberikan hasil yang tertinggi yaitu dengan rata-rata 6,48 g. Sedangkan rata-rata berat kering brangkas per rumpun bawang merah berkisar antara 3,44–5,21 g. Pemberian POC dengan konsentrasi 50 ml per tanaman memberikan hasil yang tertinggi, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25 ml, 75 ml dan 100 ml dan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian POC. Perlakuan dengan 50 ml POC sudah mampu meningkatnya berat basah brangkas per rumpun pada bawang merah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian POC.

Bawang merah membutuhkan unsur hara N, P, K yang cukup selama pertumbuhannya, dan pada fase generatif bawang merah membutuhkan unsur hara K yang lebih banyak untuk pembentukan umbi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hidayat dkk. (2020), bahwa pemberian bahan organik seperti pupuk organik cair akan meningkatkan posositas media tanam terhadap penetrasi pertumbuhan akar yang optimal serta meningkatkan kebutuhan hara dan air pada bobot basah tanaman. Kakiuchi (2018) menyatakan bahwa kandungan unsur N mempengaruhi bobot kering tanaman dan didukung oleh unsur hara P. Menurut Alfred (2018), hal ini dapat di duga karena semakin banyak unsur N dan K yang diserap tanaman, daun akan tumbuh lebih besar sehingga proses fotosintesis berjalan lancar dan bobot kering umbi juga semakin besar bobot kering tanaman berkaitan dengan lebar daun tanaman, besarnya aktivitas fotosintesis disebabkan oleh lebarnya daun tanaman yang dapat menyerap sinar matahari. Semakin besar lebar daun maka berat kering tanaman pun semakin besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi 50 ml POC kulit nenas dan cangkang telur merupakan konsentrasi terbaik dalam meningkatkan jumlah daun, jumlah umbi, berat basah umbi per rumpun, berat basah brangkas per rumpun, dan berat kering brangkas per rumpun.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, D. F., N. Nelvia, dan H. Yeti. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Kalium dan Campuran Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Abu Boiler terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium asacalonicum* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 5(2): 1-8.
- Alfred, Manabangtua, L. Trivana., dan R. Y. Matana. 2018. Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Genjah terhadap berbagai Dosis Pupuk Organik. *Jurnal Buletin Palma*, 19(1): 1-5.

- Anggara, F., G. Srihidayati, dan Mutmainnah. 2023. Efektivitas Kompos Kotoran Ayam Ras dan Aplikasi PGPR Rumpun Gajah terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Wanatani*, 3(2): 93–109.
- Anisyah, F., R. Sipayung dan C. Hanum. 2014. Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah dengan Pemberian Berbagai Pupuk Organik. *Jurnal Online Agroteknologi*, 2(2): 482-496.
- Astari., R. P., Rosmayati, dan E. S. Bayu. 2014 . Pengaruh Pematangan Dormansi Secara Fisik dan Kimia Terhadap Kemampuan Berkecambah Benih Mucuna. *Jurnal Online Agroteknologi*, 2(2): 809-812.
- Badan Pusat Statistik Indonesia (BPSI). 2024. *Produksi Tanaman Sayuran*. Diakses 25 September 2024.
- Fajri, A., N. Herawati, dan Yusmarini. 2017. Penambahan Karagenan pada Pembuatan Sirup dari Bonggol Nanas. *Jom Faperta*, 4(2): 1-12.
- Febriyanti, P. R., A. Masnang, dan Karmanah. 2023. Efektivitas Pemberian POC Cangkang Telur dan Kulit Bawang Merah terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat Sayur (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Ilmiah Respati*, 14(1): 107-121.
- Jali, S., S. Alby, dan A. E. Andrianto. 2022. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam terhadap Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Agronitas*, 4(2): 268–275.
- Kakiuchi, J. 2018. Effect of Phosphorus Accumulation on Nitrogen Accumulation and Dry Matter Production in Soybeans Differing with Nodulation Type. *Journal of the Japanese Society of Agricultural Technology Management*, 25(1): 3-26.
- Marlina, N., R. I. S., Aminah., dan R. D. Puspa. 2020. Peningkatan Produktivitas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan Pemberian Kompos Kotoran Sapi dan Jenis Mulsa. *Jurnal Klorofil*, 15(1): 23–29.
- Matsumura, A., S. Sano, Y. Ueda, M. Yamasaki, dan H. Tokumoto. 2022. Variabilities in Agronomic Traits and Their Relationship with Soil Properties of Vegetable Soybean Cultivated Under Greenhouse Conditions in the Nakakawachi Region, Osaka, Japan. *The Horticulture Journal*, 91(3): 356–365.
- Priyadi, R., D. Natawijaya., R. Parida., dan A. H. Juhaeni. 2021. Pengaruh Pemberian Kombinasi Jenis dan Dosis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Media Pertanian*, 6(2): 83–92.
- Ramadhani, W. S., E. Handayanto, Y. Nuraini, D. P. Widiarini, A. Rahmat, dan H. Yanfika. 2022. Pemanfaatan Limbah Cair Nanas dan Kompos Kotoran Sapi Dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah, Lampung Tengah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(2): 315–320.
- Sianturi, R. I. E. S. M., Mukarlina, dan Z. Zakiah. 2021. Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L. Var. Bauji) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Campuran Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus* L.) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* L.). *Protobiont*, 10(3): 60-64.
- Wahidiyah, N., A. Sigianto, dan M. Ulfah. 2021. Pengaruh Konsentrasi dan Interval Waktu Pemberian POC terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agronisma*, 9(2): 329 – 342.
- Wahyuni, S. A., A. H. Kadarusno, dan B. Suwerda. 2016. Pemanfaatan *Saccharomyces cereviceae* dan Limbah Buah Nanas Pasar Beringharjo Yogyakarta untuk Pembuatan Bioetanol. *J. Kesehatan Lingkungan Sanitasi*, 7(4): 151-159.
- Wulandari, R., P. Puspitorini, dan A. Serdani. 2021. Dosis Pupuk Organik dan Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Thailand. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 11(2): 76–85.
- Yunita, F., D. Damhuri, dan H. W. Sudrajat. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) Limbah Sayuran terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Ampibi*, 1(3): 47-55.

ANALISIS EFISIENSI USAHA TANI PADI BIOFORTIFIKASI (*Inpari Nutri Zinc*)

(*Analysis of the Efficiency of Biofortified Rice (Inpari Nutri Zinc) Farming*)

Fadrian Malvan¹, Riska Dian Oktari^{1*}, Rita Elfianis¹, Elfi Rahmadani¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, Indonesia

*E-mail korespondensi: riska.dian@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Inpari Nutri Zinc rice is one of the biofortified rice varieties developed in Rokan Hulu Regency to help address nutritional deficiencies. This study aims to analyze the efficiency of Inpari Nutri Zinc rice farming in Rokan Hulu Regency. The research was conducted in Rambah Utama Village, Rambah Samo District, Rokan Hulu Regency, Riau Province, from January to March 2024. A survey method was employed, and the sample was determined using the Slovin technique, resulting in 35 respondents. Both primary and secondary data were used. The analytical methods applied included cost analysis, income analysis, and farming efficiency analysis. The results showed that the average farming cost was Rp 10,321,987 per hectare, with a production of 3,073 kg per hectare, revenue of Rp 44,566,294 per hectare, and an R/C ratio of 4.318, which is greater than 1. Inpari Nutri Zinc biofortified rice farming practiced by farmers is efficient and feasible for further development.

Keywords : efficiency, income, Inpari Nutri Zinc, rice farming

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan menjadi salah satu hal penting dalam pembangunan nasional, mewujudkan ketahanan pangan dan kesejahteraan petani. Untuk mendukung pembangunan ekonomi berkelanjutan dilakukan dengan upaya peningkatan produktivitas dan pengendalian konversi lahan pertanian (Bappenas, 2019). Padi sebagai tanaman penghasil beras menjadi komoditas yang sangat penting bagi Indonesia. Selain sebagai penghasil bahan pangan pokok, dan juga sumber karbohidrat, komoditas padi juga merupakan sumber penghasilan utama dari jutaan petani (Prabowo, 2014). Proses pengolahan padi menjadi beras terutama pada proses penggilingan dapat menurunkan kandungan zat gizi sehingga kandungan tersebut menjadi kurang memadai dan berpotensi menimbulkan kekurangan gizi bagi yang mengonsumsinya (Mamoriska dkk., 2022).

Angka prevalensi kekurangan gizi khususnya Zn diseluruh dunia termasuk di Indonesia masih tergolong tinggi, nilai prevalensi stunting di Indonesia sekitar 36,2%. Pemerintah telah berupaya mengatasi masalah kekurangan gizi yaitu dengan fortifikasi, namun hal itu tidak cukup menyelesaikan masalah, sehingga pada tahun 2018 Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian berkolaborasi dengan IRRI dan *Harvest Plus* turut berkontribusi nyata dalam mengatasi stunting, salah satunya dengan mengemukakan jenis padi dengan kandungan Zn tinggi dengan nama *Inpari Nutri Zinc* (Sucahyo, 2023). *Inpari Nutri Zinc* merupakan padi biofortifikasi atau kaya nutrisi yang dihasilkan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan sudah dilepas padatahun 2019 (Chairuman dkk., 2022). Padi *Inpari Nutri Zinc* merupakan padi yang ditingkatkan mikro nutrisi gizinya, yang ditujukan untuk mengatasi permasalahan AGB (Anemia Gizi Besi).

Salah satu daerah penghasil Padi *Inpari Nutri Zinc* yang terdapat di Provinsi Riau, yaitu di Desa Rambah Utama, Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu. Data yang diperoleh dari Dinas Pertanian menghasilkan benih padi *Inpari Nutri Zinc* kelas benih SS dengan target produksi 12,5 ton/ha (Dinas Pertanian Kabupaten Rokan Hulu, 2023). Berdasarkan perolehan data dari Dinas Pertanian Kabupaten Rokan Hulu beberapa tahun belakang didapati bahwasannya terdapat masalah dalam penanaman benih jenis unggul salah satu nya fluktuasi. Fluktuasi adalah lonjakan, ketidaktetapan, atau perubahan di segala hal yang dapat digambarkan pada sebuah diagram atau tabel contohnya harga barang dan berbagai lainnya. Fluktuasi ini dirujuk pada fluktuasi quantum yang muncul dari mekanisme pasar sehingga adanya prinsip ketidakpastian (Gunawan dan Hastuti, 2018).

Faktor utama dalam fluktuasi adalah adaptasi tanaman padi *Inpari Nutri Zinc* kepada lingkungan yang sulit dikarenakan perubahan suhu dan iklim, faktor fluktuasi lain yaitu dikarenakan pemberian dosis yang tidak dianjurkan oleh penyuluh setempat, memberikan hasil panen dengan produksi rata-rata sebesar 50,9 kw/ha. Dalam upaya peningkatan hasil produksi, petani harus memperhatikan cara

pemeliharaan yang baik, penggunaan pupuk sesuai dosis, obat-obatan dan juga tenaga kerja agar tidak terjadi kelebihan maupun kekurangan dalam penanganan sehingga tercapai kondisi yang efisien (Dinas Pertanian Kabupaten Rokan Hulu, 2022). Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis efisiensi usaha tani Padi *Inpari Nutri Zinc*.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Rambah Utama, Kecamatan Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau, pada bulan Januari sampai Maret 2024.

Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode Survey. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *Slovin* sebanyak 35 responden. Data penelitian meliputi data primer dan sekunder. Data primer yang dalam penelitian ini yaitu data luas lahan, pemakaian faktor produksi, pembelian faktor produksi, jumlah produksi, dan harga jual. Data ini didapatkan dari responden dengan menggunakan alat bantu kuesioner. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari studi pustaka yang berkaitan dengan penelitian ini.

Analisis Data

Analisis usaha tani dilakukan dengan menghitung biaya produksi terdiri dari biaya variabel dan biaya tetap. Biaya variabel (*variable cost*) merupakan biaya yang dikeluarkan petani untuk kebutuhan produksi dan biayanya bisa berubah-ubah. Contohnya seperti pembelian bibit, pupuk, obat-obatan, pestisida, dan juga biaya Tenaga Kerja Luar Keluarga (TKLK). Dan biaya tetap (*fixed cost*) merupakan biaya yang dikeluarkan petani secara tetap, contohnya seperti pembayaran sewa lahan (untuk petani yang tidak mempunyai lahan sendiri), sewa gudang, biaya penyusutan alat, dan biaya untuk Tenaga Kerja Dalam Keluarga (TKDK).

$$TC = TFC + TVC$$

Keterangan:

TC = Total Cost (Rp/Musim Tanam)
TFC = Total Fixed Cost (Rp/Musim Tanam)
TVC = Total Variable Cost (Rp/Musim Tanam)

Analisis Pendapatan Usaha Tani Padi *Inpari Nutri Zinc*

Analisis pendapatan terhadap usaha tani penting kaitannya dengan tujuan yang hendak dicapai oleh setiap orang yang melakukan usaha tani itu sendiri. Analisis pendapatan meliputi pendapatan kotor (penerimaan) dan pendapatan bersih (keuntungan).

$$TR = Y \cdot Py$$

Keterangan :

Y = Jumlah Produksi (Unit)
Py = Harga Produksi (Rp/Unit)
TR = Penerimaan Usahatani (Rp/Musim Tanam)

Pendapatan (keuntungan) adalah selisih antara total penerimaan usahatani padi *Inpari Nutri Zinc* dengan total biaya produksi yang dikeluarkan per satu kali musim tanam Suratiyah (2020).

$$\pi = TR - TC$$
$$\pi = Y \cdot P - (TVC + TFC)$$

Keterangan :

π = Keuntungan usahatani (Rp/Musim Tanam)
TR = Penerimaan usahatani (Rp/Musim tanam)
TC = Total Biaya Produksi (Rp/Musim Tanam)

Analisis Efisiensi Usaha Tani Padi *Inpari Nutri Zinc*

Menurut Soekartawi (2010) pengertian efisiensi kerja adalah upaya penggunaan input yang

sekecil-kecilnya untuk mendapatkan produksi yang sebesar-besarnya. Jika output yang dihasilkan lebih besar dari pada sumber daya yang digunakan maka semakin tinggi pula tingkat efisiensi yang dicapai. Dalam satuan analisis usaha tani (R/C) yaitu perbandingan antara jumlah penerimaan dengan jumlah biaya. R/C tidak mempunyai satuan, nilai R/C dapat dibagi menjadi 3 kategori (secara teoritis), yaitu :

$$RCR = TR / TC$$

Keterangan :

RCR = *Return Cost Ratio*

TR = Total Penerimaan usaha tani (Rp/Musim Tanam) dan (Rp/Bulan)

TC = Total Biaya usaha tani (Rp/Musim Tanam) dan (Rp/Bulan)

Jika:

Nilai R/C = 1 disebut usaha tani dalam posisi *Break Even Point*

Nilai R/C >1 disebut usaha tani dalam posisi menguntungkan

Nilai R/C < 1 disebut usaha tani dalam posisi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi Penelitian

Letak geografi Desa Rambah Utama, terletak diantara : Sebelah Utara: Desa Masda Makmur Dan Serombou Indah Sebelah Selatan: Desa Rambah Baru Sebelah Timur: Desa Pasir Makmur Sebelah Barat: Desa Pasir Maju. Desa Rambah Utama terbagi ke dalam 3 Dusun terdiri dari: Dusun Karya Tama:Jumlah 2 RW dan 6 RT Dusun Karya Bakti: Jumlah 3 RW dan 9 RT Dusun Pendopo Mulya: Jumlah 3 RW dan 11 RT (Kantor Desa Rambah Utama, 2024).

Karakteristik Petani

Karakteristik petani padi *Inpari Nutri Zinc* yang terdapat di Desa Rambah Utama ini meliputi Umur, pengalaman berusaha tani, tingkat pendidikan, dan tanggungan keluarga. Petani pada kategori umur 55 – 65 tahun merupakan yang paling banyak dengan jumlah 12 orang (34,29%), selanjutnya petani kategori umur (35 - 45 dan 45 – 55 tahun) yang memiliki jumlah yang sama yaitu 8 orang (22,86%), kemudian petani dengan kategori umur 25 – 35 tahun dengan jumlah 5 orang (14,29) dan yang paling sedikit pada kategori umur 65 – 75 tahun dengan jumlah 2 orang (5,71%). Pengalaman berusahatani paling banyak dikategori 20 – 30 tahun dengan jumlah 11 orang (31,43%), kemudian pada kategori 1 – 10 tahun dengan jumlah 9 orang (25,71%), kemudian pada kategori 10 – 20 tahun dengan jumlah 8 orang (22,86%) dan paling sedikit dalam kategori 30 – 40 tahun dalam berusaha tani dengan jumlah 7 orang (20,00%). Tingkat pendidikan yang paling banyak SMP dengan jumlah 22 orang (62,86%), lalu petani tingkat pendidikan SD sebanyak 9 orang (25,71), diikuti pada tingkatan pendidikan sarjana sebanyak 3 orang (8,57%) dan yang paling sedikit pada tingkatan pendidikan SMA sebanyak 1 orang (2,86). Jumlah tanggungan petani (1 – 2 dan 3 – 4) yang mana berjumlah 17 orang (48,57%) dan yang paling sedikit terdapat pada jumlah tanggungan 5 – 6 sebanyak 1 orang (2,86%) yang berada di Desa Rambah Utama. Berdasarkan penelitian yang dilakukan rata – rata luas lahan petani padi *Inpari Nutri Zinc* ini mencapai 0,47 ha dengan total produksi rata –rata 1,443 ton/ha.

Usaha Tani Padi *Inpari Nutri Zinc*

Usaha tani merupakan suatu kegiatan petani dalam memanfaatkan atau mengelola faktor–faktor produksi dengan efektif. Dalam hal ini usaha tani mencakupi biaya produksi, pendapatan, dan efisiensi usaha tani. Biaya Produksi Biaya yang dikeluarkan petani dalam melakukan usaha tani. Biaya produksi terdiri atas biaya tetap dan biaya variable. Biaya tetap yang dikeluarkan petani padi *Inpari Nutri Zinc* mencakup penyusutan penyusutan alat dan TKDK. Biaya variabel merupakan merupakan biaya yang dikeluarkan petani untuk kebutuhan produksi dan biayanya bisa berubah-ubah. Biaya total merupakan total dari biaya tetap dan biaya variable yangdikeluarkan petani pada luas lahan rata-rata. Rata-rata biaya tetap petani padi Inpari Nutri Zinc sebesar Rp.614.677/luas lahan dengan rata – rata mencapai Rp.1.309.259/ha. Biaya variabel sebesar Rp.4.231.329 untuk pengeluaran pada lahan 1 ha sebesar Rp.9.012.728/ha. Rata –rata biaya petani sebesar Rp 4.846.006/ luas lahan dan total pengeluaran dalam 1 ha mencapai 10.321.987.

Pendapatan dan Efisiensi Usaha Tani

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa produksi 3.073kg/ha dengan harga jual rata-rata petani adalah Rp 14.236/kg., hasil produksi yang didapatkan dikali dengan harga jual sehingga menghasilkan nilai penerimaan petani padi *Inpari Nutri Zinc* yaitu Rp.44.566.294/ha. Untuk mendapatkan nilai keuntungan petani dilakukan dengan cara yaitu, penerimaan dikurangi biaya total sehingga keuntungan yang didapatkan yaitu Rp 34.244.482/ha. Nilai RCR yang didapatkan yaitu 4,318 yang artinya usaha tani padi *Inpari Nutri Zinc* ini layak untuk dilakukan. Berarti nilai RCR untuk usaha tani padi *Inpari Nutri Zinc* di Desa Rambah Utama dikatakan efisiensi karena nilai $RCR > 1$.

KESIMPULAN

Analisis efisiensi usaha tani padi biofortifikasi *Inpari Nutri Zinc* di Desa Rambah Utama berdasarkan nilai RCR sebesar 4,318 yang artinya lebih dari 1 efisien dan layak untuk dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, F., A. Suryantodan., N. Aini. (2013). Sistem Tanam dan Umur Bibit pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Varietas INPARI 13. *Jurnal. Produksi Tanaman*. 1(2): 52 –60.
- Arif, S., W. Isdijoso., A. R. Fatah, dan A.R. Tamyis. (2020). *Tinjauan Strategis Ketahanan Pangan dan Gizi di Indonesia*. Jakarta Smeru Research Institute.
- Chairuman, N., S.F. Batubara., V. Aryati., J. Jonharnas, dan H. Helmi. (2022). Peluang Pengembangan Inpari Ir Nutri Zinc dan Perbenihan Padi di Sumatera Utara. *Agrikultura*. 33(3): 390-401.
- Dewi, I. N., Rohaeni. N., dan Farida, F. (2021). Analisis Pendapatan Usaha tani Padi Sawah Inpari 32 di Kecamatan Kaubun Desa Cipta Graha. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, 18(33), 80-88.
- Eva. F. (2021). Pengaruh Modal, Lama Usaha dan Jam Kerja terhadap Pendapatan Pedagang di Pasar Tradisional Kelurahan Olak Kemang *Disertasi*, Universitas Batanghari. Jambi.
- Ghozali, I. 2018. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 25 Edisi 9*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang
- Hafidh, M. (2009). Pengaruh Tenaga Kerja, Modal, dan Luas Lahan terhadap Produksi Usaha tani Padi Sawah (Studi Kasus di Kecamatan Rowosari Kabupaten Kendal). Universitas Negeri Semarang, Semarang. Skripsi Sarjana Ekonomi.
- Mahmud, H., Rauf, A., dan Boekoesoe, Y. (2022). Faktor-Faktor Produksi Usaha tani Padi Sawah di Kecamatan Boliyohuto Kabupaten Gorontalo. *AGRINESIA: Jurnal Ilmiah Agribisnis*, 6(2), 96-102
- Mamoriska, S., M. G. Hidayat., dan C.G. Magda. (2022). Karakterisasi Beras Fortifikasi (Fortivit) dan Beras Biofortifikasi (*Nutri Zinc*). *Jurnal Pangan*, 31(2): 95-112.
- Palupi, T. A., Zahroh, Z. A., dan NP, M. (2016). Analisis Biaya Standar untuk Mendukung Efisiensi Biaya Produksi Perusahaan (Studi pada Pabrik Gula Lestari, Patianrowo, Nganjuk). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB) Vol*, 26, 1-15.
- Prabowo, D. W. (2014). Pengelompokan Komoditi Bahan Pangan Pokok Dengan Metode Analytical Hierarchy Process. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, 8(2):163-182.
- Purwanti, E., dan Rohayati, E. (2015). Pengaruh Jumlah Tanggungan Keluarga, Pendapatan terhadap Partisipasi Kerja Tenaga Kerja Wanita pada Industri Kerupuk Kedelai di Tuntang, Kab Semarang. *Among Makarti*, 7(1); 113-123
- Raisa, S. H. (2018). Pengaruh Efisiensi, Kecukupan Modal dan Inflasi terhadap Pembiayaan Bermasalah pada Bank Umum Syariah Di Indonesia *Doctoral Dissertation*, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia (SteI) Jakarta).
- Rizal, M., Murtryarny, E., dan Hamdan, S. (2022). Uji Adaptasi Beberapa Varietas Unggul Baru (Vub) Padi (*Oryza Sativa*) Gogo Terhadap Lahan Podsolik Merah Kuning (PMK) Di Provinsi Riau. *Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (JURKIM)*, 2(1), 91-98.
- Sari, M. D., dan S. Suparwoto. (2020). Usaha tani Budidaya Jagung Hibrida Varietas Bima 19-Uri Di Lahan Sawah Tadah Hujan Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Agronitas*, 2(2), 1-6.
- Simanjuntak, C. P. S., Ginting, J., & Meiriani, M. (2015). Pertumbuhan dan produksi padi sawah pada beberapa varietas dan pemberian pupuk NPK. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(4), 106203.

- Sinatrya, A. N., Syailendra, J., Wardany, P. H. K., Sangalang, E. P., Rafi, S. A., Nurdiansyah, D., & Widagdo, R. S. (2023). Program Peningkatan Produksi Pertanian Guna Kesejahteraan Para Petani di Desa Balongmojo, Kabupaten Mojokerto. *Prosiding Patriot Mengabdi*, 2(01), 28-38.
- Sitinjak, W. (2015). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Permintaan dan Penawaran Jagung di Provinsi Sumatera Utara (Master's thesis)*. Persada. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 238 hal
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Alfabeta. 334 hal
- Sumolang, Z. V., T.O. Rotinsulu, dan D.S. Engka. (2019). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Industri Kecil Olahan Ikan di Kota Manado. *Jurnal Pembangunan dan Keuangan Daerah*, 19(3):116-418.

KEANEKARAGAMAN LALAT BUAH (Diptera: tephritidae) PARASITOID DAN PREDATOR PADA PERTANAMAN JAMBU BIJI DI KOTA PEKANBARU

(Diversity of Fruit Flies (Diptera: tephritidae), Parasitoids and Predators in Guava Plantations in Pekanbaru City)

Desfitri Athifathullaila^{1,2,3}, Hidayani^{1*}

¹Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan Riau, Pekanbaru, Indonesia

²Program Studi Magister Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat

³Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat

*E-mail: hidrayani@yahoo.com

ABSTRACT

Fruit flies (*Bactrocera* spp.) are major pests of guava (*Psidium guajava*) plantations that can reduce both the quality and quantity of yields. This study aimed to identify species of fruit flies, parasitoids, and predators present in guava plantations in Pekanbaru City. The methods used included direct field observations, sampling of symptomatic fruits, installation of methyl eugenol traps, and host fruit rearing to observe the emergence of fruit flies and parasitoids. The results showed that the fruit fly species attacking guava were *Bactrocera carambolae* and *B. papayae*, while trap catches revealed *B. carambolae*, *B. papayae*, *B. cucurbitae*, and *B. umbrosa*. Although no parasitoids emerged from the rearing process, field surveys recorded the presence of *Opius* sp. (Family Braconidae). In addition, seven predator species from various orders were identified, with the highest number of individuals belonging to the family Gerridae. These findings indicate that the guava plantation ecosystem possesses natural potential for biological control of fruit flies, although parasitoid populations remain low. Habitat conservation and more intensive monitoring strategies are needed to enhance the effectiveness of natural enemies as part of Integrated Pest Management (IPM).

Keywords: *Bactrocera* spp., biological control, guava, insects.

PENDAHULUAN

Jambu biji (*Psidium guajava*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia. Buah ini memiliki permintaan pasar yang cukup tinggi karena kandungan nutrisinya yang baik. Jambu biji segar kaya akan vitamin A, B dan C, umumnya dimakan mentah dan dapat diiris lalu disajikan dengan gula dan krim sebagai hidangan penutup.

Produksi jambu biji di Indonesia mencapai 404.645 ton pada tahun 2023, dan Riau menyumbang produksi jambu biji nasional sebesar 8.051 ton (BPS, 2023). Pekanbaru merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi besar dalam pengembangan jambu biji, baik untuk konsumsi lokal maupun sebagai komoditas pasar, Pekanbaru menyumbangkan 906,3 ton. Namun produksi jambu biji sering mengalami kendala akibat serangan hama, salah satunya adalah lalat buah (*Bactrocera* spp.), yang dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Menurut Suputa & Putra (2013), perdagangan internasional menyatakan lalat buah sebagai spesies invasive merupakan ancaman utama sebagai hama kontaminan pada produk yang dilalulintaskan.

Sesuai penelitian Muryati *et al.* 2008 lalat buah yang sering menyerang tanaman buah yaitu *Bactrocera carambolae* Drew dan Hancock, *B. papayae* Drew dan Hancock, *B. tau* (Walker), *B. umbrosa*, dan *B. cucurbitae* (Coquillett), *B. albistrigata* (de Meijere). Lalat buah *Bactrocera carambolae*, *B. papayae* merupakan spesies lalat buah yang distribusi atau daerah sebarannya paling luas.

Lalat buah termasuk dalam famili Tephritidae dan merupakan salah satu hama utama pada jambu biji. Berdasarkan penelitian Syahfari, 2013 bahwa hama lalat buah yang menyerang pertanaman jambu biji/jambu batu (*Psidium guajava*) adalah *bactrocera carambolae* dan *Bactrocera albistrigata*. Hama ini merusak buah dengan cara menyuntikkan telur ke dalam daging buah, di mana larva yang menetas akan memakan bagian dalamnya. Akibatnya, buah menjadi busuk, rontok sebelum matang, dan tidak layak konsumsi. Serangan lalat buah yang tinggi dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang cukup besar bagi petani. kerugian ekonomi yang ditimbulkan sangat besar dengan rata-rata

kerugian sebesar 30% dari total nilai produksi. Dengan asumsi tingkat serangan 30%, total perkiraan kerugian ekonomi akibat serangan lalat buah terhadap beberapa jenis buah-buahan dan sayuran mencapai Rp48,5 triliun per tahunnya (Ening Ariningsih, 2022).

Di ekosistem alami, populasi lalat buah dapat dikendalikan oleh musuh alami seperti parasitoid dari ordo Hymenoptera, termasuk *Fopius arisanus* (Suputa, et al 2007), *Diachasmimorpha longicaudata* (Kuswadi, 2007), dan *Psytalia* spp.. Parasitoid ini menyerang stadia telur atau larva lalat buah, sehingga dapat mengurangi populasi hama secara alami. Namun, keberadaan dan efektivitas parasitoid sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, ketersediaan inang, serta praktik pertanian yang diterapkan, termasuk penggunaan pestisida yang dapat menghambat pertumbuhan parasitoid.

Sedangkan untuk informasi kelimpahan parasitoid lalat buah pada tanaman jambu biji masih terbatas, sehingga perlu dilakukan penelitian yang untuk mengetahui jenis lalat buah, parasitoid dan predator. Penelitian ini bertujuan untuk paras

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan dari bulan April s/d Mei 2025. Pengumpulan sampel *Bactrocera* spp dan musuhalaminya dilakukan pada ekosistem pertanian tanaman jambu biji pola tanam polikultur di Rumbai Kota Pekanbaru. Identifikasi serangga dan parasitoid dan predator dilakukan di Laboratorium Entomologi Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan Riau.

Metode Penelitian

Metode Penelitian dilakukan dengan metode *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan salah satu teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan dan perhitungan tertentu atau berdasarkan ciri-ciri yang telah ditetapkan dalam penelitian (Saputra et al., 2023)..

Pengamatan terhadap keanekaragaman dan kelimpahan spesies lalat buah dan parasitoidnya dilakukan untuk menggambarkan jumlah spesies dan kelimpahan serangga dan parasitoid dan predator tersebut di ekosistem pertanaman jambu biji pada 1 lokasi dengan pola tanam polikultur. Pada lokasi penelitian diambil 5 petak titik sampel secara sistematis secara diagonal yang disesuaikan dengan kondisi pertanaman jambu biji dilokasi. Setiap petak sampel diambil 0,5 kg buah yang bergejala serangan lalat buah.

Penelitian ini berbentuk survei yaitu melakukan pengamatan secara langsung (visual) dengan metode pengambilan *Bactrocera* spp dengan pemasangan perangkat menggunakan metil eugenol. Pemasangan Perangkat lalat buah yang digunakan adalah perangkat berbahan plastik, pada alat perangkat lalat buah dimasukan 2 bagian kapas masing-masing sudah ditetesi $\pm$ 0,2 ml metil eugenol.

Pengamatan dilakukan selama sebanyak 3 kali selama bulan Mei 2025. Hasil tangkapan dihitung populasinya kemudian disimpan untuk diidentifikasi. Data penunjang faktor abiotik suhu didapat dari stasiun pengukuran cuaca setempat.

Buah jambu biji yang terserang lalat buah dimasukkan ke dalam stoples plastik dengan ukuran sedang. Buah yang bergejala dibawa ke laboratorium untuk dilakukan rearing. Metode rearing yang dilakukan adalah menggunakan serbuk halus gergaji yang sudah dioven pada suhu 121°C, serbuk gergaji dimasukan kedalam toples rearing sebanyak 1/3 bagian botol, kemudian letakan buak di bagian atas dan tutup menggunakan kain kassa. Botol rearing diletakan diatas nampan yang sudah di isi air, hal ini bertujuan untuk menghindari semut masuk kedalam botol rearing. Nampan tersebut diletakan dibagian luar laboratorium yang masih mendapatkan cahaya matahari. Pemeriksaan dilakukan setiap hari sampai adanya imago lalat buah yang muncul. Imago lalat buah yang sudah muncul kemudian diidentifikasi dengan memperhatikan ciri morfologi lalat buah meliputi pola garis pada abdomen dan pola pita venasi sayap yang mengacu pada kunci dikotomi manual Suputa dkk. (2006) dan deskripsi spesies Plant Health Australia (2018).

Analisis Data

Data komposisi spesies dan jumlah individu serangga digunakan untuk menganalisis keanekaragaman dan kemerataan. Ukuran keanekaragaman yang dipergunakan ialah nilai indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln(p_i)$$

Keterangan:

H' = nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

S = jumlah total spesies dalam komunitas (richness)

p_i = proporsi jumlah individu spesies ke-i terhadap total individu (frekuensi relatif), yaitu:
 di mana:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i = jumlah individu spesies ke-i

N = jumlah total semua individu dari semua spesies

ln(p_i) = logaritma natural dari p_i (basis e)

Σ = penjumlahan untuk semua spesies (dari i = 1 hingga i = S)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Kondisi lingkungan pertanaman jambu biji

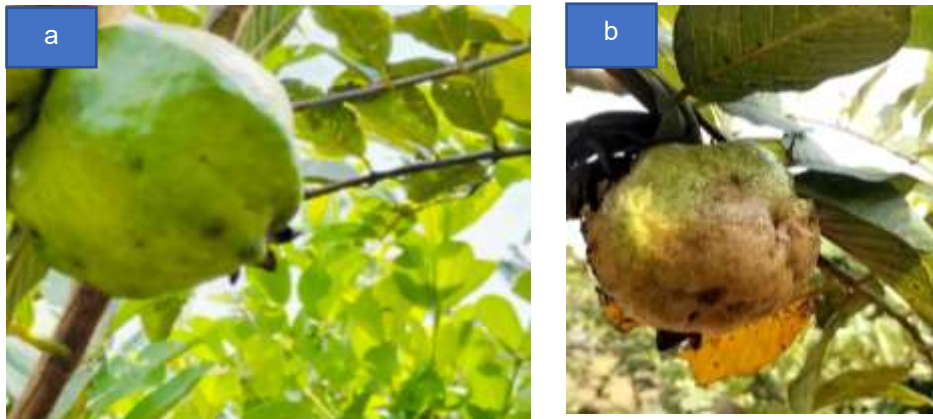
Lingkungan pertanaman jambu biji memiliki kisaran suhu 24 – 34°C, pertanaman jambu biji terletak di jalan. Sri Kurnia No.48, Kelurahan Agrowisata, Kec. Rumbai, Kota Pekanbaru. Pada areal ini terdapat beberapa macam tanaman buah-buahan, seperti jambu air, lengkeng, pepaya dan jeruk



Gambar 3 . Kondisi lingkungan di sekitar pertanaman jambu biji: a) pertanaman sekitar jambu biji dan b) pertanaman jambu biji (dokumentasi pribadi).

2. Gejala Serangan Lalat Buah

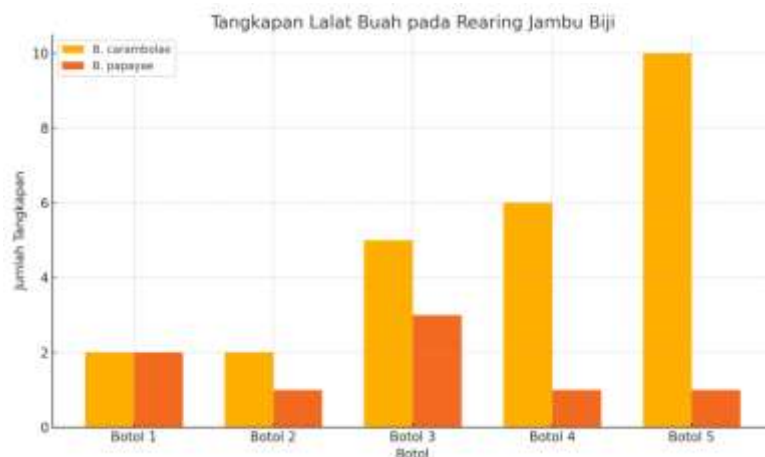
Gejala Serangan lalat buah pada jambu biji umumnya ditandai dengan adanya tanda tusukan kecil di permukaan kulit buah yang merupakan bekas peletakan telur oleh lalat betina. Pada bagian ini seringkali terlihat getah bening keluar dari lubang kecil tersebut. Seiring waktu, kulit buah di sekitar bekas tusukan akan berubah warna menjadi coklat atau kehitaman, dan terasa lebih lunak dibandingkan bagian lainnya. Apabila buah dibelah, bagian dalam akan menunjukkan kerusakan berupa lubang-lubang kecil yang disebabkan oleh larva (belatung) yang berkembang dari telur lalat buah. Larva tersebut memakan daging buah, sehingga menyebabkan kerusakan jaringan, buah menjadi busuk, berair, dan mengeluarkan bau tidak sedap. Akibat serangan ini, buah sering mengalami kematangan yang tidak normal atau bahkan jatuh sebelum matang.



Gambar 4. Gejala serangan lalat buah: a) bekas tusukan ovipositor lalat buah, b) bekas tusukan pada jumbo merubah menjadi coklat, busuk dan gugur (dokumentasi pribadi)

3. Jenis Lalat Buah Yang Menyerang Jambu Biji

Hasil identifikasi dari hama lalat buah yang berasal dari buah bergejala menunjukkan terdapat dua spesies lalat buah yang menyerang tanaman Jambu Biji yaitu *Bactrocera papayae* dan *Bactrocera carambolae* dengan jumlah imago yang muncul sebanyak 33 ekor yang terdiri dari 25 ekor *B. carambolae* dan 8 ekor *B. papayae* dari 15 buah yang diambil di lapangan. Dari perangkap yang dipasang terdapat empat spesies lalat buah yang terperangkai yaitu *Bactrocera papayae*, *Bactrocera carambolae*, *Bactrocera cucurbitae* dan *Bactrocera umbrosa*.



Gambar 5. Lalat buah pada hasil rearing

1). *Bactrocera carambolae*

Sayap dengan *costal band* tipis berwarna hitam-kemerahan sedikit melewati R2+3 dan sedikit melebar di bagian apeks dari R2+3 yang juga melewati apeks dari R4+5. Abdomen Tergum III-V membentuk pola T, pada tergum IV pita berbentuk persegi panjang pada bantalan anterolateral.

Skutum berwarna hitam, bercak cokelat kecil di sekitar mesonotal dan bagian dalam postpronotal. Pita lateral berwarna kuning. skutelum berwarna kuning. Terdapat *spot* hitam berbentuk bulat panjang pada bagian *preapical* dari permukaan femur depan, semua tibia berwarna hitam-coklat kecuali tibia tengah lebih pucat di bagian *apical* (DAFF, 2012).

2). *Bactrocera papaya*

Sayap dengan pola costa memanjang memanjang sampai ujung. Costalband yang menyempit. Costal cell tidak berwarna hingga pada bagian ujung sayap. Skutum berwarna hitam, pita lateral kuning pada mesonotum memanjang ke dekat rambut supra alart. Abdomen berwarna coklat pucat. Abdomen Tergum III-V membentuk pola T. Pada abdomen lalat betina terdapat ovipositor yaitu untuk peletakan telur pada buah cabai.

3). *Bactrocera cucurbitae*

Pada sayap terdapat pita coklat gelap pada costal band (garis costa) sampai pada pucuk (apeks) sayap dan pada garis anal dan venamelintang dm-cu. Skutum coklat merah keemasan, pita lateral berwarna kuning memanjang sampai rambutsupra alar dan pita longitudinal tengah sempit.

4). *Bactrocera umbrosa*

Pada sayap Terdapat 3 pita melintang pada sayap dengan warna coklat kemerahan. Skutum berwarna hitam dan pita lateral terdapat strip kuning pada kedua sisi lateral. Tergum III-V terdapat tanda berwarna hitam di bagian sisi lateral dan terdapat garis medial pendek pada bagian tengah tergum.

4. Kelimpahan Spesies Lalat Buah Pada Tanaman Jambu Biji

Kelimpahan spesies lalat buah yang diperoleh dari pemeliharaan buah bergejala dan lalat buah yang terperangkap dihitung setiap minggu. Rata-rata kelimpahan spesies lalat buah dari hasil buah bergejala dapat dilihat pada tabel 1 dan rata-rata kelimpahan spesies lalat buah dari lalat buah terperangkap dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Kelimpahan spesies lalat buah dari pemeliharaan buah jambu biji bergejala

Spesies	Jumlah imago yang muncul (ekor)	Kelimpahan spesies (%)
<i>B. carambolae</i>	25	75,76
<i>B. papayae</i>	8	24,24
Total	33	

Tabel 2. Kelimpahan spesies lalat buah dari lalat buah terperangkap pada jambu biji (pengamatan 1-3)

Spesies	Pengamatan (%)		
	I	II	III
<i>B. carambolae</i>	86,21	86,02	80,05
<i>B. papayae</i>	12,16	13,55	16,66
<i>B. umbrosa</i>	1,08	0,42	2,5
<i>B. cucurbitae</i>	0,54	0	0,8

5. Jenis parasitoid dan predator

Dari hasil metode pengambilan sampel, hand picking dan jaring serangga ditemukan sejumlah predator dan parasitoid. Berikut hasil analisis indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') berdasarkan data predator dan parasitoid yang ditemukan pada pertanaman jambu biji.

Tabel. 3 Jenis Parasitoid dan Predator yang ditemukan pada pertanaman jambu biji

Spesies	Total Individu	Proporsi (pi)	$pi \times \ln(pi)$
<i>Opius</i> sp. (Parasitoid)	8	0.145	-0.2804
<i>Lasius niger</i> (Predator)	14	0.255	-0.3483
<i>Ischnura heterosticta</i> (Predator)	13	0.236	-0.3409
<i>Anggang-anggang</i> (Predator)	20	0.364	-0.3679
Total Individu	55		

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap musuh alami lalat buah pada pertanaman jambu biji, ditemukan empat jenis entomofaga yang terdiri dari satu jenis parasitoid (*Opius* sp.) dan tiga jenis predator (*Lasius niger*, *Ischnura heterosticta*, dan *Anggang-anggang*). Analisis terhadap data jumlah individu dari ketiga kali pengambilan sampel menghasilkan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sebesar 1,34.

Nilai H' sebesar 1,34 termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang, yang menunjukkan bahwa komunitas musuh alami di lokasi penelitian memiliki tingkat variasi spesies yang cukup baik namun belum optimal. Dalam hal ini, *Anggang-anggang* tercatat sebagai spesies paling dominan dengan proporsi individu tertinggi (36,36%), diikuti oleh *Lasius niger* (25,45%) dan *Ischnura heterosticta*

(23,63%). Sementara itu, *Opius* sp. sebagai satu-satunya parasitoid hanya memiliki proporsi 14,55%, mengindikasikan bahwa tingkat parasitasi di lapangan masih rendah.

Dominasi satu atau dua spesies dalam komunitas entomofaga dapat menurunkan stabilitas ekosistem karena tingginya ketergantungan terhadap satu spesies pengendali. Keberadaan berbagai spesies musuh alami dengan distribusi yang lebih merata sangat penting untuk menciptakan regulasi populasi hama yang stabil dan berkelanjutan. Dalam sistem agroekosistem, keanekaragaman predator dan parasitoid memungkinkan pengendalian hama dari berbagai sisi dan tahapan perkembangan.

Kondisi keanekaragaman yang sedang ini juga dapat mencerminkan beberapa hal, seperti keterbatasan habitat pendukung musuh alami, kurangnya tanaman refugia, atau pengaruh residu pestisida. Oleh karena itu, perlu dilakukan pendekatan konservasi musuh alami, seperti penanaman refugia dan pengurangan input kimia, guna meningkatkan kelimpahan dan keragaman musuh alami.

6. Hasil Rearing Parasitoid

Hasil kegiatan rearing terhadap buah jambu biji bergejala serangan lalat buah tidak menunjukkan adanya parasitoid yang berhasil dikeluarkan. Ketidakesesuaian antara hasil rearing dan data lapangan ini menimbulkan beberapa kemungkinan yang dapat dijelaskan secara ekologis dan teknis. Salah satu kemungkinan adalah bahwa buah yang dikoleksi untuk rearing tidak mengandung larva lalat buah yang telah terparasitasi oleh parasitoid. *Opius* sp., yang ditemukan di lapangan, merupakan parasitoid endoparasit larva, sehingga keberhasilannya sangat tergantung pada waktu pengambilan buah. Jika buah diambil terlalu awal (saat larva belum ada) atau terlalu lambat (saat parasitoid telah menyelesaikan siklusnya atau larva keluar dari buah), maka tidak akan diperoleh parasitoid dari hasil rearing.

Selain itu, kondisi lingkungan rearing seperti kelembaban, suhu, dan aerasi mungkin belum optimal untuk mendukung perkembangan parasitoid hingga dewasa. Beberapa spesies parasitoid memerlukan kondisi lingkungan yang spesifik dan waktu perkembangan yang lebih lama dibandingkan inangnya. Jika periode inkubasi tidak memadai, parasitoid yang seharusnya muncul mungkin gagal berkembang atau tidak terdeteksi.

Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah perilaku parasitoid dan distribusi spasialnya di lapangan. Meskipun *Opius* sp. ditemukan, jumlahnya relatif sedikit rata-rata 3 untuk setiap pengambilan sampel, sehingga tingkat parasitasi di lapangan kemungkinan rendah. Hal ini diperkuat oleh dominasi predator dalam data lapangan, yang jumlahnya lebih banyak. Artinya, dalam ekosistem ini, peran musuh alami lebih banyak dimainkan oleh predator daripada parasitoid.

Dengan demikian, ketiadaan parasitoid pada hasil rearing bukan berarti parasitoid tidak ada di ekosistem, melainkan menunjukkan bahwa intensitas parasitasi masih rendah atau waktu dan metode pengambilan sampel belum optimal. Kondisi ini menjadi catatan penting bahwa pengamatan musuh alami sebaiknya dilakukan tidak hanya melalui rearing, tetapi juga melalui survei langsung dan pemantauan jangka panjang untuk mendapatkan gambaran yang lebih akurat tentang dinamika populasi musuh alami di lapangan.

Secara umum, kehadiran predator dan parasitoid yang bervariasi ini menunjukkan bahwa ekosistem jambu biji memiliki potensi untuk mendukung pengendalian hayati. Namun, rendahnya jumlah parasitoid dibandingkan predator menunjukkan perlunya upaya konservasi spesifik untuk meningkatkan populasi dan efektivitas parasitoid, misalnya melalui penyediaan habitat refugia, pengurangan insektisida, dan pengelolaan agroekosistem yang ramah lingkungan.

Beberapa ordo serangga dan laba-laba. Predator dengan jumlah tertinggi berasal dari famili Gerridae (ordo Hemiptera) dengan sebutan lokal *Anggang-anggang*, sebanyak 10 individu. Predator ini umumnya aktif di permukaan tanah dan air, berpotensi memangsa telur atau larva yang jatuh dari buah.

Selanjutnya, *Lasius niger* (Formicidae), spesies semut predator, ditemukan sebanyak 5 individu. Semut memiliki peran penting dalam memangsa larva atau pupa lalat buah, serta menjaga tanaman dari hama lain. Spesies laba-laba *Platycryptus undatus* dari famili Salticidae juga ditemukan sebanyak 3 individu, yang berperan sebagai predator aktif lalat dewasa yang sedang bertengger atau tidak aktif. Beberapa predator lain yang juga teridentifikasi namun dalam jumlah yang lebih rendah antara lain *Ischnura heterosticta* (Odonata: Coenagrionidae), *Paederus fuscipes* (Coleoptera: Staphylinidae), *Cyrtorhinus lividipennis* (Hemiptera: Miridae), dan *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae). Meskipun jumlahnya terbatas, keberadaan predator ini mencerminkan keberagaman musuh alami yang dapat membantu mengurangi populasi hama secara ekologis.

Secara umum, kehadiran predator dan parasitoid yang bervariasi ini menunjukkan bahwa ekosistem jambu biji memiliki potensi untuk mendukung pengendalian hayati. Namun, rendahnya jumlah parasitoid dibandingkan predator menunjukkan perlunya upaya konservasi spesifik untuk meningkatkan populasi dan efektivitas parasitoid, misalnya melalui penyediaan habitat refugia, pengurangan insektisida, dan pengelolaan agroekosistem yang ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan ditemui spesies lalat buah yang menyerang tanaman jambu biji adalah *Bactrocera carambolaes* dan *B.papayae*. Parasitoid yang ditemukan pada pertanaman jambu biji adalah *Opius* sp serta predator *Lasius niger*, *Ischnura heterosticta* dan anggang-anggang pada pertanaman jambu biji.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada dosen Ibu Hidrayani selaku pembimbing akademis dan semua teman-teman yang ikut memberikan semangat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariningsih E, Ashari, Saptana, Purwati SH, Saliem, Septanti, KS. 2022, Kerugian ekonomi dan manajemen pengendalian serangan lalat Buah pada komoditas hortikultura di Indonesia, Forum Penelitian Agro Ekonomi, Vol. 40 No. 2, Desember 2022: 71-89 DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/fae.v40n2.2022.71-89>,
- Drew RA, Hancock DL. 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. Bull Entomol Res Suppl Ser. 2:1– 68. doi:10.1017/S1367426900000278
- Drew, R. A. I., & Romig, M. C. (2000). The biology and behavior of fruit flies in relation to their pest status. In *Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior*.
- Handaru OD, Witjaksono, Arum DD, Triyana K, Suputa, 2024 Fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their parasitoid (Hymenoptera: Braconidae) species from registered snake fruit production during early rainy and dry seasons in the Special Region of Yogyakarta, Indonesia Journal of Entomological and Acarological Research 2012; volume 56:12633 Acarological Research 2024; volume 56:12635
- Handaru, O. D., Witjaksono, Suputa, Arum, D. D., & Triyana, K. (2024). Fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their parasitoid (Hymenoptera:). *Journal of Entomological and Acarological Research 2024, Volume 56:12635*.
- Helda, S. Mujiyanto. 2013. Identifikasi hama lalat buah (diptera: tephritidae) pada berbagai macam buah-buahan. *Jurnal Ziraah*, 36.
- Muryati, M., Hasyim, A., & de Kogel, W. J. (2007). Distribusi spesies lalat buah di Sumatera Barat dan Riau. *Jurnal Hortikultura*, 17(1), 82161.
- Nurcahyani, R. (2024). *Keanekaragaman Lalat Buah (Diptera: Tephritidae) dan Asosiasi Parasitoid pada Berbagai Varietas Tanaman Mangga (mangifera indica L.)*. Malang: universitas Brawijaya.
- Octriana, L. (2010). Identifikasi dan analisis tingkat parasitasi jenis parasitoid terhadap hama lalat buah *Bactrocera tau* pada tanaman markisa. *Jurnal Hortikultura*, 20(2), 97514.
- Peng, R. K., Christian, K., & Gibb, K. (1997). The effectiveness of the weaver ant (*Oecophylla smaragdina*) in the biological control of the fruit fly (*Bactrocera dorsalis*). *Biocontrol Science and Technology*, 7(3), 451–460.
- Riechert, S. E., & Lockley, T. (1984). Spiders as biological control agents. *Annual Review of Entomology*, 29(1), 299–320.
- Saputra, H. M., Dwi Nanda, T., Apriyadi, R., Henri, D., & Setiawan, F. (2023). Keanekaragaman Hama Lalat Buah Pada Tanaman Sayuran Buah di Kabupaten Bangka dan Kunci Identifikasinya. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(4), 705–716
- Van Driesche, R. G., et al. (2008). *Classical biological control of insect pests*. Springer.
- White, I. M., & Elson-Harris, M. M. (1992). *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. CAB International.
- Zida, I., Nacro, S., Dabiré, R., Moquet, L., Delatte, H., & Somda, I. (2020). Host Range and Species Diversity of Tephritidae of Three Plant Formations in Western Burkina Faso. *Bulletin Of Entomological Research*, 110(6), 732 742.

OPTIMALISASI PERAN MAGGOT DALAM PENINGKATAN KANDUNGAN UNSUR HARA MAKRO KOMPOS BERBASIS AMPAS TAHU DENGAN PENAMBAHAN KOTORAN AYAM

(Optimization of Maggot Utilization in Enhancing the Macro-Nutrient Content of Tofu Waste-Based Compost with the Addition of Chicken Manure)

Ahmad Fauzan, Ervina Aryanti*, Bakhendri Solfan

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Sultan Syarif
Kasim Jl. HR Soebrantas Km. 15 Pekanbaru Riau

*E-mail korespondensi: ervinaaryanti75@gmail.com

ABSTRACT

*Tofu dregs represent a significant by-product of tofu production that contributes to solid waste accumulation. One potential approach to managing this waste is composting, enhanced through the addition of chicken manure and maggots (*Hermetia illucens*) as biological decomposers. This study aimed to determine the most effective maggot density for improving the macro-nutrient quality of tofu dreg compost enriched with chicken manure, following the RSNI 7763:2024 compost quality standard. The experiment was conducted at Gunung Raya Street No. 69, Tenayan Raya District, Rejosari Village, Pekanbaru, Riau, with chemical analyses performed at the Wiwiadia Bintang Sains Padang Education Laboratory from May to June 2025. A Completely Randomized Design (CRD) was applied, consisting of four treatments: P0 (control, no maggots), P1 (50 g maggots), P2 (100 g maggots), and P3 (150 g maggots), each replicated five times. Parameters measured included pH, total nitrogen (N), available phosphorus (P), total potassium (K), organic carbon (C), and the C/N ratio. The results indicated that maggot application significantly enhanced the macro-nutrient content of tofu dreg compost. The treatment with 150 g of maggots (P3) yielded the highest improvement in total N, P, K, organic C, C/N ratio, and pH values, demonstrating its effectiveness in producing nutrient-rich compost.*

Keywords : maggot, tofu dregs, chicken manure, compost quality, macronutrients

PENDAHULUAN

Ampas tahu merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses produksi tahu dan termasuk kategori limbah organik yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Pemanfaatannya hingga kini belum optimal; sebagian besar produsen tahu masih membuang ampas tahu secara langsung tanpa pengolahan, sehingga menimbulkan permasalahan lingkungan di sekitar area produksi (Rahayu et al., 2016).

Indonesia memiliki sekitar 84.000 unit usaha tahu yang tersebar dari skala rumah tangga hingga industri menengah. Setiap 100 kg kedelai yang diolah umumnya menghasilkan limbah padat sekitar 40% dari total bahan baku (Faisal et al., 2016). Ampas tahu memiliki kandungan protein yang relatif tinggi dibandingkan limbah cairnya serta mengandung unsur hara penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), kalsium (Ca), besi (Fe), dan karbon (C) organik (Pertiwi & Sembiring, 2011). Berdasarkan karakteristik tersebut, limbah padat tahu berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki produktivitas tanaman. Selain itu, penggunaannya sebagai bahan dasar kompos juga dapat membantu memperbaiki struktur tanah yang menurun akibat penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus (Desiana et al., 2013).

Menurut Tua dan Anom (2014), pemanfaatan ampas tahu sebagai pupuk organik memiliki keuntungan karena bahan ini mudah diperoleh dan mengandung protein dalam jumlah yang cukup tinggi. Hama (2018) melaporkan bahwa ampas tahu mengandung protein sebesar 43,8%, lemak 0,9%, serat kasar 6%, kalsium 0,32%, fosfor 0,67%, magnesium 32,3 mg/kg, serta unsur nitrogen sekitar 16% dari total protein yang dikandungnya.

Kandungan unsur hara makro pada kompos berbasis ampas tahu dapat ditingkatkan melalui penambahan bahan organik lain seperti kotoran ayam. Pupuk kandang ayam merupakan salah satu

sumber bahan organik dengan kandungan unsur hara makro yang tinggi, meliputi Ca, Mg, S, N, P, dan K. Menurut Sari et al. (2016), pupuk kandang ayam memiliki kemampuan yang baik dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, serta mengandung kadar N, P, dan K yang lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang jenis lainnya. Tufaila et al. (2014) melaporkan bahwa komposisi unsur hara makro pada kotoran ayam terdiri atas N (1,72%), P (1,82%), K (2,18%), Ca (9,23%), dan Mg (0,86%).

Proses dekomposisi bahan organik seperti ampas tahu dan kotoran ayam dapat dipercepat melalui bantuan organisme dekomposer, salah satunya larva *Black Soldier Fly* (BSF) atau maggot. Menurut Sastro (2016), proses biokonversi oleh larva BSF lebih efisien dibandingkan oleh cacing tanah, karena larva ini mampu menguraikan bahan organik lebih cepat melalui aktivitas enzimatik dan mikrobiologis. Selain itu, maggot menghasilkan senyawa antibakterial yang berfungsi melindungi tanaman dari mikroorganisme patogen (Edyson et al., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Agustin et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan 200 g maggot dalam proses biokonversi sampah organik menghasilkan kasgot (frass) yang memenuhi standar kualitas pupuk organik berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian (Kementerian Pertanian) Tahun 2019. Kompos yang dihasilkan memiliki pH antara 4-9, kandungan karbon organik lebih dari 15%, rasio C/N kurang dari 25, total hara (NPK) di atas 2%, serta kandungan Fe tersedia di bawah 500 mg/kg. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas maggot efektif dalam mempercepat pengomposan dan meningkatkan kualitas nutrisi kompos organik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi, yaitu di Laboratorium Pendidikan Wiwiadia Bintang Sains, Padang, untuk kegiatan analisis kimia, serta di lokasi pembuatan kompos yang beralamat di Jl. Gunung Raya No. 69, Kecamatan Tenayan Raya, Kelurahan Rejosari, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Kegiatan penelitian dilaksanakan selama periode Mei hingga Juni 2025.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi labu Erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, labu Kjeldahl, *shaker*, spektrofotometer, dan SSA (*Spectrophotometer Atomic Absorption*). Bahan kimia yang digunakan antara lain air suling (akuades), kertas saring, asam sulfat (H_2SO_4), asam nitrat (HNO_3), larutan pewarna P, natrium hidroksida (NaOH), asam borat (H_3BO_3), dan ferosulfat ($FeSO_4$).

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu dosis maggot (*Black Soldier Fly*). Perlakuan terdiri atas empat taraf, yakni: P0 = tanpa maggot (kontrol), P1 = 50 g maggot, P2 = 100 g maggot dan P3 = 150 g maggot. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali sehingga diperoleh total 20 unit percobaan. Kompos matang kemudian diambil sampelnya untuk analisis laboratorium meliputi pH, kandungan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), karbon organik (C-organik), dan rasio C/N.

Proses Pembuatan Kompos

Bahan dasar terdiri atas 2 kg ampas tahu dan 2 kg kotoran ayam yang dicampur secara merata dalam wadah plastik berukuran panjang 56 cm, lebar 38 cm, dan tinggi 17 cm. Selanjutnya, maggot ditambahkan sesuai dosis perlakuan. Wadah diletakkan di tempat teduh yang terlindung dari sinar matahari langsung. Proses pengomposan berlangsung selama 14 hari. Selama pengomposan, suhu dan kelembapan dipantau setiap tiga hari sekali, dan bahan kompos dibalik satu kali setiap minggu untuk menjaga aerasi serta kestabilan suhu. Kompos dinyatakan matang apabila berwarna cokelat kehitaman, bertekstur remah, serta tidak menimbulkan bau menyengat.

Parameter Kompos

Pengamatan parameter dilakukan di laboratorium dengan cara mengambil sampel sebanyak 50 gram dari setiap unit percobaan untuk dianalisis. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi penetapan pH dengan Metode Elektrometri, kadar Nitrogen Total (Metode Kjeldahl), kadar Fosfor Total (Metode Murphy dan Riley), kadar Kalium Total (Metode SSA), kadar Karbon Organik (Metode Walkley dan Black) dan Rasio C/N.

Analisis data

Data hasil analisis laboratorium dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan bantuan perangkat lunak SAS 9.0. Apabila hasil menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 0,01%. Hasil kemudian dibandingkan dengan kriteria mutu pupuk organik padat berdasarkan RSNI 7763:2024. Seluruh data disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan interpretasi hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potential of Hydrogen (pH) Kompos

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, variasi jumlah maggot yang diberikan pada kompos ampas tahu dan kotoran ayam tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai pH kompos. Rerata pH kompos tersaji pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Rata-Rata Nilai pH Kompos.

Perlakuan	pH	Kriteria SNI (4-9)
Maggot 0 g	8.63	Sesuai standar
Maggot 50 g	8.55	Sesuai standar
Maggot 100 g	8.43	Sesuai standar
Maggot 150 g	8.40	Sesuai standar

Rentang pH pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam berada antara 8,40–8,63. Nilai pH pada perlakuan tanpa maggot maupun dengan variasi jumlah maggot tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kisaran pH seluruh perlakuan masih sesuai dengan standar RSNI 7763:2024, yaitu pH 4-9. Hasil ini sejalan dengan temuan Setiawan et al. (2024), yang melaporkan bahwa pH kompos dari limbah ampas sayur dan buah dengan penambahan maggot berada pada kisaran 8,27-8,81.

Tingginya pH kompos ampas tahu dan kotoran ayam diduga dipengaruhi oleh karakteristik bahan penyusunnya. Ampas tahu yang memiliki kandungan protein tinggi mengalami degradasi lanjutan menjadi amonia, yang kemudian bereaksi dengan air membentuk NH_4OH bersifat basa. Selain itu, semakin lama proses dekomposisi berlangsung, asam amino terus terurai sehingga pH meningkat menjadi lebih basa (Kusumadati et al., 2014). Penambahan kotoran ayam yang juga memiliki kandungan amonia tinggi turut berkontribusi dalam meningkatkan pH kompos (Shofiah et al., 2024).

N-Total (%) Kompos

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa variasi jumlah maggot yang diberikan pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kandungan N-total kompos. Rerata nilai N-total kompos disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Rata-Rata Nilai N-Total Kompos

Perlakuan	N-total (%)
Maggot 0 g	2.81 ^d
Maggot 50 g	3.80 ^c
Maggot 100 g	4.54 ^b
Maggot 150 g	5.32 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,01%.

Kandungan N-total pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam berada dalam kisaran 2,81–5,32%. Perlakuan dengan penambahan maggot sebanyak 150 g menghasilkan nilai N-total tertinggi, yaitu 5,32%, sedangkan kandungan N-total terendah terdapat pada perlakuan tanpa penambahan maggot, yaitu 2,81%. Nilai nitrogen tertinggi pada perlakuan maggot 150 g diduga terkait dengan semakin banyaknya larva yang terlibat dalam proses pengomposan. Jumlah maggot yang lebih besar meningkatkan keberadaan bakteri pengompos, mempercepat proses dekomposisi, serta menambah populasi bakteri pemfiksasi nitrogen seperti *Rhodospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, dan *Bacillus*. Mikroba ini berperan dalam mengikat nitrogen bebas sehingga dapat meningkatkan kadar N kompos (Fauzi et al., 2022). Bertambahnya jumlah mikroba tersebut mendorong peningkatan kontribusi nitrogen dalam kompos.

Musadik dan Agustin (2021) juga menjelaskan bahwa kandungan nitrogen pada kompos maggot berasal dari bahan organik yang didekomposisi oleh mikroorganisme, yang kemudian mengubah amonia menjadi nitrit. Temuan penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian Larasati et al. (2024), yang melaporkan bahwa semakin banyak maggot yang digunakan, semakin tinggi pula kandungan nitrogen yang dihasilkan.

Berdasarkan tabel diatas baik perlakuan dengan maupun tanpa maggot menunjukkan kadar nitrogen kompos lebih dari 2%. Hal ini diduga berkaitan dengan karakteristik bahan baku yang memiliki kadar nitrogen relatif tinggi. Menurut Hartatik et al. (2015) setiap 100 g limbah padat tahu mengandung nitrogen sebesar 1,24%, sedangkan kotoran ayam mengandung nitrogen sekitar 3,21% (Ichsani dan Burhanudin, 2021).

P-Total (%) Kompos

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan maggot pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kandungan P-tersedia. Nilai rata-rata P-tersedia kompos disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Rata-Rata Nilai P-Total Kompos

Perlakuan	P-total (%)
Maggot 0 g	1,10 ^c
Maggot 50 g	1.48 ^b
Maggot 100 g	2,02 ^b
Maggot 150 g	3.85 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,01%.

Kandungan P-tersedia pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam berada pada kisaran 1,10–3,85%. Penambahan maggot dalam proses pengomposan terbukti mampu meningkatkan kadar P-total kompos. Nilai P-total terendah diperoleh pada perlakuan tanpa maggot, yaitu 1,10%, sedangkan nilai tertinggi dicapai pada perlakuan dengan penambahan 150 g maggot sebesar 3,85%.

Peningkatan kadar P pada kompos akibat penambahan maggot diduga berkaitan dengan aktivitas bakteri proteolitik yang terdapat pada tubuh maggot, yang berperan dalam menguraikan protein bahan baku menjadi asam amino. Subagiyo & Setyati (2012) menyatakan bahwa bakteri proteolitik menghasilkan enzim protease yang mampu menghidrolisis protein menjadi oligopeptida, peptida rantai pendek, dan asam amino. Fosfat yang semula terikat pada rantai molekul kompleks kemudian dapat terlarut oleh asam organik yang dihasilkan bakteri pelarut P. Menurut Fauzi et al. (2022), kompos yang melibatkan maggot mengandung berbagai kelompok mikroba pelarut fosfat seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Escherichia*, dan *Xanthomonas*, serta fungi seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Culvularia*, serta aktinomisetes seperti *Streptomyces* dan *Bacillus megaterium* var.

K-Total (%) Kompos

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan maggot pada limbah ampas tahu dan kotoran ayam memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kandungan K-total kompos. Nilai rata-rata K-total kompos disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Rata-Rata Nilai K-Total Kompos

Perlakuan	P-total (%)
Maggot 0 g	1,10 ^c
Maggot 50 g	1.48 ^b
Maggot 100 g	2,02 ^b
Maggot 150 g	3.85 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,01%.

Kandungan K-total pada kompos berbahan limbah ampas tahu dan kotoran ayam berada pada kisaran 1,20-2,39%. Perlakuan dengan penambahan maggot menghasilkan kadar K-total tertinggi, yaitu

2,39%, sedangkan nilai terendah diperoleh pada perlakuan tanpa maggot sebesar 1,20%. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Aditiatama (2024) yang melaporkan bahwa penggunaan maggot dalam proses pengomposan ampas tahu dan limbah penetasan telur mampu meningkatkan kandungan hara kalium.

Tingginya kandungan K pada perlakuan penambahan 150 g maggot diduga terkait dengan meningkatnya jumlah bakteri yang berperan dalam proses dekomposisi, termasuk mikroba dari kelompok *Bacillus* yang berfungsi meningkatkan ketersediaan kalium dalam kompos. Bachtiar dan Ahmad (2019) menjelaskan bahwa peningkatan kadar kalium terjadi akibat aktivitas mikroba selama penguraian bahan organik. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Supriyatna & Ukit (2016), yang menemukan bahwa saluran pencernaan maggot mengandung berbagai bakteri selulolitik seperti *Bacillus* sp., *Ruminococcus* sp., *Proteus* sp., *Bacillus subtilis*, dan *Alcaligenes faecalis*, meskipun bakteri tersebut tidak memiliki enzim pengurai lignin.

C-Organik (%) Kompos

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan maggot pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kandungan C-organik. Nilai rata-rata C-organik kompos tercantum pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Rata-Rata Kandungan C Organik Kompos.

Perlakuan	C-organik (%)	SNI (Minimal 15%)
Maggot 0 g	17,34	Sesuai standar
Maggot 50 g	17,34	Sesuai standar
Maggot 100 g	17,66	Sesuai standar
Maggot 150 g	19,03	Sesuai standar

Kandungan C-organik pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam berada pada kisaran 17,34-19,03%. Baik perlakuan tanpa maggot maupun dengan penambahan maggot pada berbagai jumlah tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kadar C-organik. Nilai C-organik ini diduga dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku kompos, yaitu ampas tahu dan kotoran ayam. Amalia et al. (2022) melaporkan bahwa limbah tahu memiliki kandungan C-organik sekitar 5,80%, sedangkan menurut Sajar (2023), kotoran ayam memiliki kandungan C-organik awal sebesar 12,23%. Perbedaan komposisi bahan awal tersebut diperkirakan menjadi penyebab rata-rata kandungan C-organik yang relatif serupa antara perlakuan dengan dan tanpa maggot.

Selama proses pengomposan, kandungan C-organik dalam bahan organik akan menurun karena digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi. Pada proses dekomposisi, mikroorganisme memanfaatkan karbon melalui reaksi oksidasi yang menghasilkan energi (kalori) dan melepaskan karbon dioksida (CO₂) ke atmosfer. Sementara itu, unsur nitrogen yang terurai akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan selnya (Badan Litbang Pertanian, 2011).

Rasio C/N (%) Kompos

Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan bahwa penambahan maggot pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap rasio C/N. Nilai rata-rata rasio C/N kompos disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Rata-Rata Rasio C/N Kompos

Perlakuan	Rasio C/N	SNI (Minimal 15%)
Maggot 0 g	6.18 ^a	Sesuai standar
Maggot 50 g	4.57 ^b	Sesuai standar
Maggot 100 g	3.89 ^c	Sesuai standar
Maggot 150 g	3.59 ^c	Sesuai standar

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada taraf 0,01%.

Rasio C/N pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam berada dalam kisaran 3,59–6,18. Perlakuan dengan penambahan 150 g maggot menghasilkan rasio C/N terendah, yaitu 3,59, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan maggot 100 g yang memiliki rasio 3,89. Rasio C/N tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa maggot, yaitu 6,18, dan berbeda nyata dengan perlakuan maggot 50 g yang memiliki nilai 4,57. Seluruh perlakuan dalam penelitian ini telah memenuhi standar RSNI 7763:2024, yang mensyaratkan rasio C/N maksimal 25. Rasio C/N kompos yang rendah menunjukkan bahwa proses dekomposisi berjalan optimal, ditandai dengan oksidasi karbon untuk energi oleh mikroorganisme serta pemanfaatan nitrogen menjadi sintesis protein.

Selama proses pengomposan, pelepasan CO₂ menyebabkan penurunan kadar karbon (C), sementara kadar nitrogen (N) cenderung meningkat atau relatif stabil, sehingga rasio C/N menjadi turun. Ardiyansyah et al. (2023) menyatakan bahwa perubahan rasio C/N terutama dipengaruhi oleh penurunan kandungan karbon bahan kompos dan kestabilan nitrogen, sehingga rasio C/N pada akhir pengomposan menjadi lebih rendah.

Rasio C/N merupakan indikator penting dalam proses pengomposan karena erat kaitannya dengan aktivitas mikroorganisme. Mikroba membutuhkan karbon sebagai sumber energi dan nitrogen untuk pertumbuhan sel. Surtinah (2013) menjelaskan bahwa nilai rasio C/N mencerminkan tingkat kematangan kompos: semakin tinggi nilainya, semakin rendah tingkat dekomposisi dan kompos belum sepenuhnya matang. Sebaliknya, jika rasio C/N terlalu rendah, kelebihan nitrogen yang tidak dapat dimanfaatkan mikroba akan hilang melalui volatilisasi sebagai amoniak atau melalui proses denitrifikasi (Purnomo et al., 2017).

Kesesuaian Kandungan Unsur Hara Makro RSNI 7763 : 2024

Hasil analisis kandungan unsur hara makro dalam kompos ampas tahu dan kotoran ayam dengan penambahan pemberian maggot dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Kandungan Unsur Hara Makro Kompos Maggot Kompos

Perlakuan	Hara Makro (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O) %	Kriteria RSNI (Minimal 2%)
Maggot 0 g	5.11	Sesuai standar
Maggot 50 g	6.72	Sesuai standar
Maggot 100 g	8.59	Sesuai standar
Maggot 150 g	11.47	Sesuai standar
Kadar Ampas Tahu dan Kotoran Ayam (Tanpa Proses Dekomposisi)	6.24	

Terdapat perbedaan rata-rata kandungan unsur N, P, dan K pada setiap perlakuan. Kandungan NPK pada kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam dengan penambahan maggot pada berbagai dosis telah memenuhi standar mutu pupuk organik padat berdasarkan RSNI 7763:2024. Bahkan kompos berbahan ampas tahu dan kotoran ayam tanpa proses dekomposisi pun telah memenuhi syarat minimal hara makro (N + P₂O₅ + K₂O) sebesar 2% karena seluruh perlakuan menunjukkan nilai di atas batas tersebut. Hal ini diduga terkait dengan tingginya kandungan NPK bahan baku kompos, yaitu ampas tahu dan kotoran ayam, yang mencapai sekitar 6,24%. Selain itu, semakin banyak maggot yang ditambahkan, semakin tinggi pula aktivitas mikroorganisme yang mempercepat proses dekomposisi, sehingga unsur hara yang dihasilkan menjadi lebih tinggi.

Kandungan nitrogen dalam pupuk organik sangat dipengaruhi oleh bahan organik yang didegradasi oleh mikroorganisme (Pradiksa et al., 2022), oleh karena itu kelancaran proses dekomposisi menjadi faktor utama penentu kadar N. Peningkatan kadar N pada kompos maggot juga berasal dari aktivitas mikroba yang mengubah amonia menjadi nitrit (Musadik dan Agustin, 2021).

Kadar fosfor (P) dalam kompos maggot dipengaruhi oleh kandungan nitrogen. Hidayati et al. (2008) menyatakan bahwa kadar P mempunyai korelasi positif dengan kadar nitrogen. Semakin tinggi nitrogen yang tersedia, semakin besar pula perkembangbiakan mikroorganisme pelarut fosfat, sehingga kadar P dalam kompos ikut meningkat.

Kalium (K) berperan penting dalam proses fisiologis tanaman, seperti translokasi fotosintat dari daun ke organ penyimpanan serta pengaturan buka-tutup stomata melalui pergerakan ion K⁺. Bachtiar dan Ahmad (2019) menyatakan bahwa peningkatan K dalam kompos dipengaruhi oleh aktivitas mikroba selama dekomposisi bahan organik. Hal ini didukung oleh temuan Supriyatna dan Ukit (2016) yang

melaporkan bahwa saluran pencernaan maggot mengandung berbagai bakteri selulolitik seperti *Bacillus* sp., *Ruminococcus* sp., *Proteus* sp., *Bacillus subtilis*, dan *Alaligenes faecalis*, meskipun bakteri tersebut tidak memiliki enzim pengurai lignin.

KESIMPULAN

Penambahan maggot pada proses pengomposan ampas tahu dan kotoran ayam mampu meningkatkan seluruh parameter hara makro. Perlakuan dengan pemberian maggot sebanyak 150 g memberikan hasil paling optimal dalam meningkatkan pH, kadar N-total, P-total, K-total, serta rasio C/N. Selain itu, nilai N-total, P-total, dan K-total pada kompos yang diberi maggot telah sesuai dengan standar RSNI 37763:2024 untuk pupuk organik padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, H., Indriawan, I., & Kharisma, V. (2023). Pengurai sampah organik dengan maggot dan pemanfaatan sebagai media tanam torbangun. *Prosiding Seminar Nasional Perherti*, 331–339.
- Amalia, R. N., Devy, S. D., & Kurniawan, A. S. (2022). Potensi limbah cair tahu sebagai pupuk organik cair di RT. 31 Kelurahan Lempake Kota Samarinda. *1*(1), 36–41.
- Ardiyansyah, W., Aryanti, E., & Rahmadhani, E. (2023). Kualitas kimia kompos bahan asal serasah daun dan serbuk gergaji. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Ketahanan Pangan*, 1(1), 183–192.
- Bachtiar, Budirman, & Ahmad, A. H. (2019). Analisis kandungan hara kompos Johar (*Sassia siamea*) dengan penambahan aktivator Promi. *Bioma Jurnal Biologi Makassar*, 4, 68–76.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2011). Pupuk organik dari limbah organik sampah rumah tangga. *Buletin Agro Inovasi*, 3(9), 2–11.
- Desiana, I. S. B., Evizal, R., & Yusniani, S. (2013). Pengaruh pupuk organik cair urin sapi dan limbah tahu terhadap tumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 1(1), 133–119.
- Edyson, E., Indawan, I., Hapsari, R. I., Katamina, H., & Hastuti, P. I. (2023). Kasgot lalat tentara hitam sebagai pupuk organik untuk pertanian berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 17(1), 58–60.
- Faisal. (2016). Treatment and utilization of industrial tofu waste in Indonesia. *Asian Journal of Chemistry*, 28(3), 501–507.
- Fauzi, M., Hastiani, L., Suhada, Q. A. R., & Hernahadini, N. (2022). Pengaruh pupuk kasgot (bekas maggot) Magotsuka terhadap tinggi, jumlah daun, luas permukaan daun dan bobot basah tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 20(1), 20–30.
- Hama, S. (2018). Pemanfaatan kompos ampas tahu pada pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Perbal*, 6(3), 48–58.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2), 140–152.
- Hidayati, Y. A., Harlia, E., & Marlina, E. T. (2008). Upaya pengolahan feses domba dan limbah usar (*Vitiveria zizanioides*) melalui berbagai metode pengomposan. *Jurnal Ilmu Ternak*, 8(1), 87–90.
- Ichsani, A. R., & Burhanuddin. (2021). Pengaruh campuran tanah gambut dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan *Calliandra calothyrsus*. *Jurnal Hutan Lestari*, 9(2), 199–205.
- Kementerian Pertanian. (2019). *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah*.
- Kusumadati, W., Satata, B., & Zubaidah, S. (2014). Karakteristik ampas tahu dari berbagai metode pengeringan hasil fermentasi kapang dan waktu fermentasi garam. *Jurnal Agroscientiae*, 21(1), 17–22.
- Larasati, P., Saktiawan, Y., & Rupiwardani, I. (2024). Perbedaan peningkatan unsur hara kasgot pada sampah organik. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(2), 3767–3777.
- Musadik, I. M., & Agustin, H. (2021). Efektivitas kasgot sebagai media tanam terhadap produksi kailan. *Jurnal Penelitian Pertanian*, 25(2), 150–164.
- Pertiwi, I. Y., & Sembiring, E. (2011). Kajian pemanfaatan limbah ampas tahu menjadi kompos di industri tahu X di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 17(1), 70–79.

- Pradiksa, O. I., Setyati, W. A., & Widianingsih, W. (2022). Pengaruh bioaktivator EM4 terhadap proses degradasi pupuk organik cair *Cymodocea serrulata*. *Journal of Marine Research*, 11(2), 136–144.
- Purnomo, E. A., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Pengaruh variasi C/N rasio terhadap produksi kompos dan kandungan kalium (K), pospat (P) dari batang pisang dengan kombinasi kotoran sapi dalam sistem vermicomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan Undip*, 6(2), 1–15.
- Rahayu, L. H., Sudrajat, R. W., & Rinihapsari, E. (2016). Teknologi pembuatan tepung ampas tahu untuk produksi aneka makanan. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 7(1), 68–76.
- Sajar, S. (2023). Evaluasi pengaruh pupuk kandang ayam dan kompos gulma Ki Pahit (*Tithonia diversifolia*) terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Seminar of Social Sciences Engineering dan Humaniora*, 3(1), 376–390.
- Sari, K. M., Pasigai, A., & Wahyudi, I. (2016). Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis. *Jurnal Agrotekbis*, 4(2), 151–159.
- Sastro, Y. (2016). *Teknologi limbah organik kota menggunakan Black Soldier Fly*. BPTP.
- Setiawan, Y., Sarwono, E., & Asghaf, A. T. F. (2024). Analisis kualitas kasgot dari larva Black Soldier Fly menggunakan sampah organik sayur dan buah di TPS 3R Pasar Segiri, Samarinda. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(2), 190–195.
- Shofiah, R., Oksana, Kurnia, L., Suryani, P., Septirosya, T., & Hera, N. (2024). Kandungan unsur Fe, Cu, dan Zn pada kombinasi kompos dengan pupuk kandang sapi dan ayam. *Jurnal Agrotela*, 5(1), 1–5.
- Subagiyo, & Setyati, W. (2012). Isolasi dan seleksi bakteri penghasil enzim ekstraseluler dari sedimen mangrove. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 17(3), 164–168.
- Supriyatna, A., & Ukit. (2016). Screening and isolation of cellulolytic bacteria from gut of black soldier fly larva (*Hermetia illucens*) feeding with rice straw. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 8(3), 314–320.
- Surtinah, S. (2013). Pengujian kandungan unsur hara dalam kompos dari serasah jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(1), 11–17.
- Tufaila, M., Laksana, D., & Alam, S. (2014). Aplikasi kompos kotoran ayam untuk meningkatkan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) di tanah masam. *Jurnal Agroteknos*, 4(2), 119–126.

PENGARUH ZAT PENGATUR TUMBUH TERHADAP INDUKSI KALUS TANAMAN GAMBIR (*Uncaria gambir* ROXB.) ASAL PAKPAK BHARAT

*(The Effect of Plant Growth Regulator on Callus Induction of Gambier (*Uncaria gambir* Roxb.) from Pakpak Bharat)*

Nida Wafiqah Nabila M. Solin*, Luthfi Aziz Mahmud Siregar, Mohammad Basyuni, Revandy Iskandar
Muda Damanik

Program Studi Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Sumatera Utara
JL. Dr. A. Sofian No. 3 Medan 20155, Sumatera Utara, Indonesia

*Email korespondensi: nida.wafiqah@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

*Callus induction is a crucial stage in plant tissue culture, especially for species such as *Uncaria gambir*, which holds high potential in the pharmaceutical and agricultural industries. This study aims to evaluate the effectiveness of two combinations of plant growth regulators (PGRs)—2,4-D with kinetin versus NAA with BAP—in inducing high-quality callus based on morphological parameters: time of callus emergence, callus texture, and callus color. The study was conducted using a non-factorial Complete Randomized Design (CRD), consisting of two experimental series. The first series comprised 12 combinations of 2,4-D (0, 1, 2, and 3 ppm) with kinetin (0.5, 1, and 1.5 ppm), while the second series consisted of 20 combinations of NAA (0, 0.25, 0.75, and 1 ppm) with BAP (0, 0.75, 1.5, and 2.25 ppm). The results showed that the combination of 2,4-D at 2 ppm without kinetin produced the earliest callus emergence (7.2 days), with 80% friable texture and a dominant greenish-white color (80%), which are key indicators of meristematic and viable callus. In contrast, NAA–BAP combinations generally resulted in slower callus formation (emergence >15 days), compact texture, and yellowish-white or greenish-white coloration. Statistical analysis revealed significant differences ($p < 0.05$) among treatments, demonstrating that the 2,4-D–kinetin combination is more effective in inducing callus, and recommended as the optimal protocol for callus culture and cell suspension culture in gambier plants.*

Keywords : auxin, cytokinin, friable callus, medicinal plant

PENDAHULUAN

Tanaman gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb.) merupakan salah satu komoditas pertanian penting di Indonesia, khususnya di wilayah Sumatera Utara dan Sumatera Barat. Berdasarkan data statistik pertanian, Indonesia merupakan negara pengekspor gambir utama dunia yang mampu mengekspor gambir sebesar 19 ribu ton dengan nilai ekspor mencapai US\$ 57 juta pada tahun 2022. Pakpak Bharat merupakan penghasil gambir terbanyak di Sumatera Utara dengan total produksi 1128,0 ton/tahun dengan produktivitas 0,94 ton/Ha (Badan Pusat Statistik Sumatera Utara, 2021) ; (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022). Gambir dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia karena kandungan senyawa metabolit sekunder katekin yang memiliki nilai ekonomi tinggi terutama sebagai bahan baku industri obat-obatan (Munggari et al., 2022; Wardana et al., 2023). Gambir juga telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan aditif untuk produksi pakan ruminansia (Pazla et al., 2025).

Pemanfaatan gambir untuk menghasilkan metabolit sekunder dapat dilakukan melalui perbanyakan vegetatif dan generatif, namun membutuhkan waktu produksi yang cukup lama dan memiliki keterbatasan bahan baku (Hernani et al., 2020). Permintaan gambir yang terus meningkat mengharuskan dilakukannya peningkatan ketersediaan ekstrak gambir berkualitas. Perbanyakan (mikropropagasi) dengan teknik kultur jaringan ditemukan berpotensi sebagai pelengkap pertanian tradisional dalam produksi industri metabolit tanaman bioaktif (Sharma et al., 2011). Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan kultur kalus dari tanaman obat penting karena kalus memiliki potensi besar sebagai alternatif produksi metabolit sekunder untuk penggunaan industri, sehingga mengurangi tekanan pada populasi alami (Dar et al., 2021).

Kalus adalah massa sel yang berproliferasi tanpa diferensiasi yang berarti. Kalus dapat diperoleh dari bagian manapun dari seluruh tanaman yang mengandung sel yang membelah. Untuk

memaksimalkan pembentukan senyawa tertentu, kalus sebaiknya berasal dari bagian tanaman yang diketahui memiliki produksi tinggi (Chattopadhyay et al., 2002). Kultur kalus merupakan langkah awal dalam menentukan produksi bahan metabolit sekunder. Perkembangan eksplan menjadi kalus dipengaruhi oleh media yang digunakan, jenis dan sumber eksplan, serta zat pengatur tumbuh dan konsentrasi yang digunakan (Utomo et al., 2024).

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik yang bekerja dalam konsentrasi rendah untuk mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penggunaan ZPT memiliki peran penting dalam proses kultur jaringan terutama dalam mengarahkan pertumbuhan kalus yang belum terdiferensiasi. Interaksi dan keseimbangan ZPT yang digunakan dalam media mampu menentukan pertumbuhan sel yang dikulturkan (Widyastuti dan Deviyanti, 2018). Dua kelompok ZPT yang sering digunakan dalam induksi kalus adalah auksin dan sitokinin. Penggunaan auksin dan sitokinin untuk menginduksi kalus dari eksplan tanaman baik secara tunggal maupun kombinasi telah digunakan secara luas dan terdokumentasikan dengan baik pada berbagai tanaman (Ikeuchi et al., 2013).

Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) dan kinetin sangat terkenal karena kemampuannya dalam mendorong pembentukan kalus. 2,4-D merupakan auksin sintetis yang meningkatkan pembelahan sel dan perkembangan kalus. Sementara Kinetin merupakan suatu jenis sitokinin yang mendukung pembelahan sel dan pembentukan tunas, dan telah terbukti meningkatkan kualitas kalus bila digunakan bersama 2,4-D. NAA merupakan auksin sintetis yang banyak digunakan dalam kultur jaringan yang aplikasinya dalam konsentrasi tinggi mampu memicu terbentuknya kalus (Millenia et al., 2022). BAP merupakan sitokinin yang berperan dalam memacu pertumbuhan tunas baru dan multiplikasi tunas pada tanaman, serta mempengaruhi pembentukan kalus pada kultur jaringan tanaman (Widyawati, 2010).

Penelitian gambir di bidang kultur jaringan telah dilakukan oleh Adri (2017) bahwa ZPT 2,4-D pada konsentrasi 1 mg/l dapat menginduksi embrio somatik tanaman gambir secara langsung. Menurut Utomo et al., (2024), kombinasi 2,4-D 0,5 mg/L dan 1 mg/L BAP mampu membentuk kalus pada umur 17,86 HST. Penelitian Zainal et al., (2023) menunjukkan bahwa perlakuan 6 ppm BAP ditambah 0,1 ppm NAA merupakan perlakuan optimal untuk meningkatkan jumlah dan dan tunas gambir.

Dar et al., (2021) melakukan penelitian untuk menemukan konsentrasi terbaik empat zat pengatur tumbuh (BAP, NAA, kinetin dan 2,4-D) pada *Atropa acuminata*, salah satu tanaman obat yang penting. Mereka menemukan bahwa kombinasi fitohormon yang berbeda dapat menghasilkan jenis dan derajat kalus yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komposisi ZPT yang optimal untuk induksi kalus tanaman gambir secara in vitro. Penelitian difokuskan pada dua kombinasi ZPT utama, yaitu 2,4-D dengan kinetin, serta NAA dengan BAP, dengan harapan dapat diperoleh formulasi yang paling efektif untuk menghasilkan kalus berkualitas untuk tujuan memperbanyak metabolit sekunder melalui kultur kalus tanpa menskarifikasi seluruh tanaman.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian UIN Sultan Syarif Kasim Riau dari bulan Maret sampai dengan bulan Desember 2024.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *laminar air flow cabinet*, *hotplate*, autoklaf, timbangan analitik, aluminium foil, plastik bening, lakban bening, karet gelang, kertas label, kertas HVS, tisu, cawan petri, gunting, pipet tetes, pinset, *scalpel*, botol kultur, gelas piala, gelas ukur, oven, lampu bunsen, *magnetic stirrer*, kertas pH, batang pengaduk, *hand sprayer*, alat tulis, rak kultur, dan kamera digital.

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun gambir asal Pakpak Bharat yang diperoleh dari rumah kasa Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Sultan Syarif Kasim Riau, media MS (*Murashige* dan *skoog*), zat pengatur tumbuh (2,4-D, NAA, kinetin dan BAP), gula, HCl 0,1 N, HCl 1 N, NaOH 0,1 N, aquadest steril, alkohol 70%, bayclin, fungisida Dithane M-45 80WP, bakterisida Agrept 20WP, tween 80 dan spiritus.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial, yang terdiri dari 2 seri percobaan. Seri pertama adalah 12 kombinasi konsentrasi 2,4-D dan Kinetin, dimana 2,4-D terdiri dari 4 taraf konsentrasi, yaitu 0, 1, 2 dan 3 ppm dan Kinetin terdiri dari 3 taraf konsentrasi, yaitu 0, 0,5 dan 1 ppm. Seri kedua adalah 20 kombinasi konsentrasi NAA dan BAP, dimana NAA terdiri dari 5 taraf konsentrasi, yaitu 0, 0,25, 0,5, 0,75, dan 1

ppm dan BAP terdiri dari 4 taraf konsentrasi, yaitu 0, 0,75, 1,5 dan 2,25 ppm. Masing-masing unit percobaan terdiri dari 5 ulangan, sehingga terdapat 160 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi alat

Semua alat seperti botol-botol kultur, petridish, pinset, scapel, dan lainnya dicuci bersih kemudian direndam menggunakan larutan byclin 20% selama 24 jam lalu dicuci kembali hingga bersih dengan air setelah itu dikeringkan dan seluruh alat tanam dibungkus kertas (kecuali botol kultur) untuk disterilkan dengan autoklaf pada tekanan 15 psi dan temperatur dengan suhu 121°C selama 45 menit. Alat-alat digunakan setelah disterilisasi disimpan ke dalam oven.

Pembuatan Media Kultur

Siapkan alat dan bahan, kemudian buatlah larutan media kultur dengan komposisi 250 ml aquades, makro MS (1,11g/l), agar-agar (1,625 g/l), gula (7,5 g/l). Kemudian tuangkan semua larutan ke dalam gelas ukur dengan label perlakuan. Selanjutnya tambahkan larutan stok hormon 2,4-D dan kinetin ke dalam masing-masing gelas ukur sesuai dengan perlakuan yang diberikan. Masukkan stirrer ke dalam masing-masing gelas ukur. Kemudian homogenkan dengan menggunakan magnetic stirrer kurang lebih satu jam ketika larutan telah homogen, ukurlah pH larutan dengan menggunakan pH meter. pH yang dikehendaki untuk pertumbuhan eksplan adalah 5-5,8. Apabila pH larutan terlalu rendah dapat ditambahkan larutan NaOH untuk menaikkan pH larutan, sebaliknya apabila terlalu tinggi dapat diturunkan menggunakan larutan HCL, dan dilanjutkan dengan *hotplate* hingga mendidih. Setelah mendidih larutan dituang ke dalam botol kultur $\pm$ 25 ml setiap botolnya. Botol ditutup menggunakan plastic PP 0,3 mm dan diikat dengan karet. Media disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 1,5 Psi selama 30 menit. Setelah itu botol-botol ditempatkan pada rak-rak kultur dan dilakukan penyeprotan dengan alkohol 70%..

Sterilisasi Daun Gambir

Tahap awal sterilisasi gambir adalah ambil daun gambir dari rumah kasa, kemudian masukkan ke dalam botol dan dibawa ke ruangan sterilisasi. Tahapan sterilisasi dilakukan mengikuti metode (Solin & Siregar, 2025), langkah awal dimulai dengan mencuci eksplan air mengalir selama 30 menit, dilanjutkan menggunakan tween 80 (3 tetes/L) selama 15 menit, kemudian bilas dengan aquades sebanyak 3 kali selama 3-5 menit, selanjutnya perendaman fungisida Dithane M-45 80WP sebanyak (3g/L) + bakterisida Agrept 20WP (3g/L) selama 30 menit, selanjutnya eksplan direndam dalam larutan alkohol 70% selama 1 menit kemudian bilas dengan aquades steril sebanyak 3 kali selama 3-5 menit, konsentrasi 20% lama perendaman 15 menit kemudian rendam dengan konsentrasi 10% selama 15 menit dan bilas sebanyak 3 kali selama 3-5 menit. Setelah itu eksplan disterilisasi dengan aquades steril.

Penanaman Eksplan dan Induksi Kalus

Penanaman eksplan dilakukan dengan cara memotong bagian daun menggunakan scalpel kemudian menggunakan pinset diletakkan dalam petridish. Hasil potongan daun gambir ditanam di dalam botol yang mengandung media MS dan ZPT, berjumlah 1 eksplan per botol. Kemudian botol ditutup dengan aluminium foil dan plastik PP kemudian diikat dengan karet sebanyak 3 lapis. Semua botol kultur diberikan label kemudian disusun pada rak kultur sesuai dengan denah perlakuan.

Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan di ruang kultur dengan menjaga kebersihan dan suhu ruangan. Di dalam ruang kultur dipasang lampu TL 20 watt. Kultur diberikan penyinaran dan disemprot alkohol 70% setiap harinya.

Parameter Pengamatan

Hari Muncul Kalus

Pengamatan hari muncul kalus diamati setiap setelah eksplan ditanam. diawali dengan terjadinya pembengkakan pada permukaan eksplan daun serta daun menggulung selanjutnya disusul dengan terbentuknya kalus pada pinggir daun atau tulang daun akibat dari perlukaan.

Persentase Eksplan Berkalus

Perhitungan dilakukan di akhir pengamatan yaitu 60 hst. Dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\frac{\text{jumlah eksplan berkalus}}{\text{total eksplan}} \times 100\%$$

Warna Kalus

Pengamatan warna kalus diamati pada saat di hari terakhir pengamatan, yaitu 28 hst. Penentuan warna kalus ditetapkan berdasarkan keterangan warna kalus yaitu hijau, hijau keputihan, putih kekuningan, kuning kecoklatan, coklat dan sebagainya yang diamati dengan menggunakan RHS Colour Chart.

Tekstur Kalus

Pengamatan tekstur kalus diamati pada saat di hari terakhir pengamatan, yaitu 28 hst dengan mengamati tekstur kalus yang terbentuk. Tekstur kalus dibedakan menjadi 3 macam: kalus kompak (*non friable*), remah (*friable*), dan perpaduan antara tekstur kalus kompak dan kalus remah (*intermediate*).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji ANOVA, apabila berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji BNJ dengan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Muncul Kalus

Waktu muncul kalus merupakan waktu pembentukan kalus pertama pada tanaman eksplan. yang ditandai dengan pembengkakan jaringan, atau benjolan putih akibat cedera jaringan tanaman eksplan. Eksplan yang mulai membentuk kalus dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Waktu Muncul Kalus

Waktu muncul kalus dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jenis eksplan dan zat pengatur tumbuh yang digunakan (Mayerni et al., 2020). Penelitian ini menggunakan daun muda sebagai eksplannya, sehingga dapat dilihat bahwa hampir semua perlakuan dapat memunculkan kalus sejak 7 HST sampai 25 HST (Tabel 1). Dalila et al., (2013) mengatakan bahwa eksplan daun muda terdiri dari sel-sel kompeten dalam jaringan parenkim yang aktif mengalami pembelahan sel, sehingga akan lebih responsif terhadap induksi kalus. Kalus tidak terbentuk pada perlakuan kontrol 1 (tanpa 2,4-D dan kinetin), dan baru terbentuk pada 28 HST pada kontrol 2 (tanpa NAA dan BAP), yang mengindikasikan bahwa zat pengatur tumbuh tanaman diperlukan untuk induksi kalus. Perlakuan 2,4-D dan kinetin serta BAP dan NAA secara umum menunjukkan bahwa 2,4-D lebih superior dibandingkan NAA dalam memicu pembelahan sel.

Tabel 1. Waktu Muncul Kalus

Kinetin	2,4-D			
	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm
0 ppm	-	8.8 ^{ab}	7.2 ^a	7.6 ^a
0.5 ppm	15.2 ^{cde}	10.4 ^{ab}	10 ^{ab}	8.4 ^a
1 ppm	13 ^{bc}	9.8 ^{ab}	8.6 ^a	8.4 ^a
NAA	BAP			
	0 ppm	0,75 ppm	1.5 ppm	2,25 ppm
0 ppm	28.1 ^l	18.8 ^{defghij}	16.2 ^{cdef}	16.9 ^{cdefg}
0.25 ppm	17.9 ^{defghij}	22.2 ^{ik}	20.6 ^{ghij}	15.1 ^{cd}
0.5 ppm	19.2 ^{defghij}	19.8 ^{fghij}	15.7 ^{cdef}	20.5 ^{ghij}
0.75 ppm	21.4 ^{hijk}	25.4 ^{kl}	17.9 ^{defghij}	17.2 ^{cdefghi}
1 ppm	18.7 ^{defghij}	21.5 ^{ijk}	17.1 ^{cdefgh}	19.5 ^{efghij}

Keterangan: Superskrip yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf $p < 0,05$

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa waktu muncul kalus tercepat terdapat pada perlakuan 2,4-D 2 ppm dan 2,4-D 3 ppm tanpa kinetin, yaitu pada hari ke-7.2 dan 7.6, tetapi tidak berbeda nyata dengan

perlakuan 2,4-D lainnya (Tabel 1). Hasil ini sama dengan yang diperoleh Daulay et al., (2025) pada induksi kalus gambir Cubadak, dimana pemberian 2,4-D sebesar 3 ppm dan 2 ppm tanpa kinetin dapat menumbuhkan kalus tercepat, yaitu pada hari ke-7.66 dan 8.55. Waktu muncul kalus pada penelitian ini lebih cepat daripada penelitian Utomo et al., (2024) pada gambir varietas Udang, dimana pemberian 2,4-D 2 mg/L + BAP 1 mg/L baru mampu membentuk kalus pada 20 HST. Pada tanaman Rubiaceae lainnya, *M. speciosa*, perlakuan 2,4-D tanpa kinetin ditemukan memiliki potensi organogenik yang lebih tinggi dan menghasilkan kalus remah. Tetapi kinetin, baik diaplikasikan sendiri maupun bersamaan dengan 2,4-D tidak dapat mendorong pertumbuhan kalus sebaik 2,4-D (Zuldin et al., 2013).

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perlakuan kinetin 1 dan 1.5 ppm tanpa 2,4-D memiliki kemampuan menumbuhkan kalus yang lebih lama, dibanding perlakuan 2,4-D tanpa kinetin. Hasil ini juga sama dengan penelitian (Daulay et al., 2025), dimana pemberian kinetin 1 ppm tanpa 2,4-D merupakan waktu terlama untuk memunculkan kalus pada tanaman gambir varietas Cubadak. Ini mengindikasikan bahwa penambahan 2,4-D dapat mempercepat munculnya kalus dan pemberian kinetin tanpa 2,4-D dapat memperlambat pertumbuhan kalus. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dalila et al., (2013) bahwa 2,4-D penting untuk induksi kalus, dan penambahan kinetin berguna untuk mendorong pertumbuhan kalus.

Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa 2,4-D dengan/atau tanpa kinetin secara signifikan mampu membentuk kalus lebih cepat (7.2 HST) dibanding kombinasi NAA dengan BAP yang dua kali lebih lama (15.1 HST). Sejalan dengan penelitian Sakpere, et al., (2014) bahwa ada peningkatan kalus yang signifikan dengan penambahan 2,4-D dan kinetin dibanding BAP dan NAA. Khalida et al., (2019) menyatakan bahwa 2,4-D merupakan auksin terbaik untuk menginduksi pembentukan kalus, Ini diduga karena 2,4-D merupakan auksin yang mempunyai daya aktivitas yang kuat (Thomas & Chaturvedi, 2008), yang berfungsi memicu pembentukan kalus (Dwitara et al., 2023) karena mengubah sel menjadi terdiferensiasi saat mulai membelah (Dalila et al., 2013).

Kecepatan muncul kalus bukan satu-satunya indikator keberhasilan kultur kalus, namun merupakan indikator utama efisiensi dan keberhasilan protokol kultur, konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh, dan kualitas potensial kalus yang dihasilkan. Dengan demikian, setidaknya beberapa bentuk pembentukan kalus diduga melibatkan dedifferensiasi sel (Ikeuchi et al., 2013).

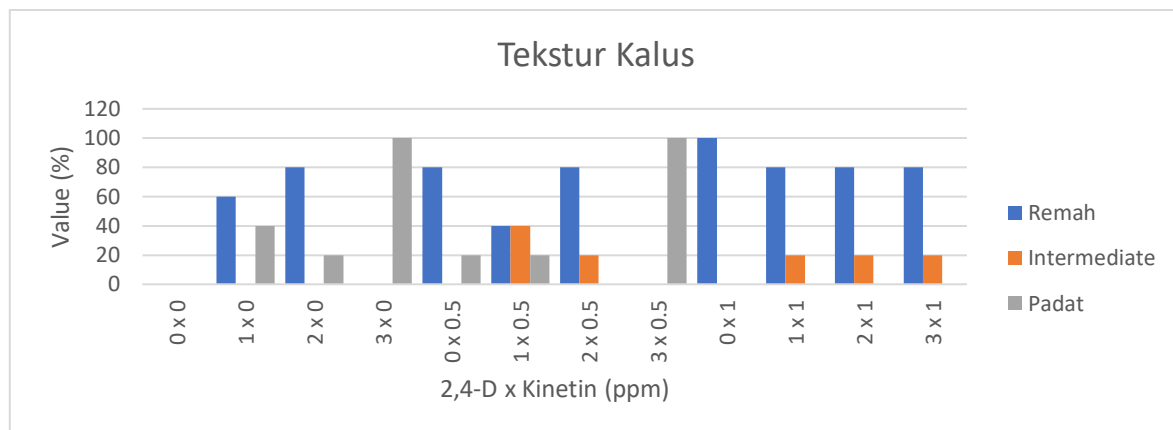
Morfologi Kalus

Pemberian zat pengatur tumbuh juga mempengaruhi perkembangan, warna, dan tekstur kalus. Konsentrasi auksin yang tinggi dapat meningkatkan perkembangan kalus, tetapi sitokinin mempengaruhi warna kalus (Tarigan et al., 2024). Hasil pengamatan untuk parameter tekstur kalus dapat dilihat pada Gambar 2, dan hasil pengamatan untuk warna kalus dapat dilihat pada Gambar 3. Tekstur kalus merupakan parameter yang penting untuk melihat pertumbuhan dari suatu kalus. Tekstur kalus yang terbentuk dapat menentukan kualitas dari suatu kalus. Selain itu tekstur kalus dapat digunakan untuk mengetahui bahwa sel-sel tersebut merupakan sel yang masih aktif membelah dan sel-sel yang mengalami stagnasi dalam proses pembelahan sel (Putri et al., 2024). Tekstur kalus dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu kompak, intermediet dan remah.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kombinasi 2,4-D 0-2 ppm dengan kinetin 0-1 ppm menghasilkan kalus remah 80%. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa 2,4-D mampu menginduksi kalus menjadi remah dengan mendorong pembelahan sel yang cepat dan dedifferensiasi (Muthi'ah et al., 2023; Souza et al., 2014). Hal berbeda ditemukan pada perlakuan 3 ppm 2,4-D dengan 0 dan 0.5 ppm kinetin, dimana kalus bertekstur padat 100%. Ini diduga karena perlakuan auksin yang terlalu tinggi dapat membuat kalus menjadi kompak. Semakin tinggi konsentrasi auksin yang diberikan akan mempengaruhi peningkatan konsentrasi eksplan endogen (Astuti et al., 2020), sehingga sel-sel yang semula membelah mengalami penurunan aktifitas proliferasinya. Perbedaan tekstur kalus menjadi remah pada konsentrasi 3 ppm 2,4-D dengan penambahan sitokinin 1 ppm, diduga karena auksin dan sitokinin pada konsentrasi tersebut bekerja secara sinergis, sebagaimana yang dikatakan Syahid et al., (2010) bahwa kombinasi auksin dan sitokinin pada konsentrasi tepat mampu menghasilkan kalus dengan struktur remah.

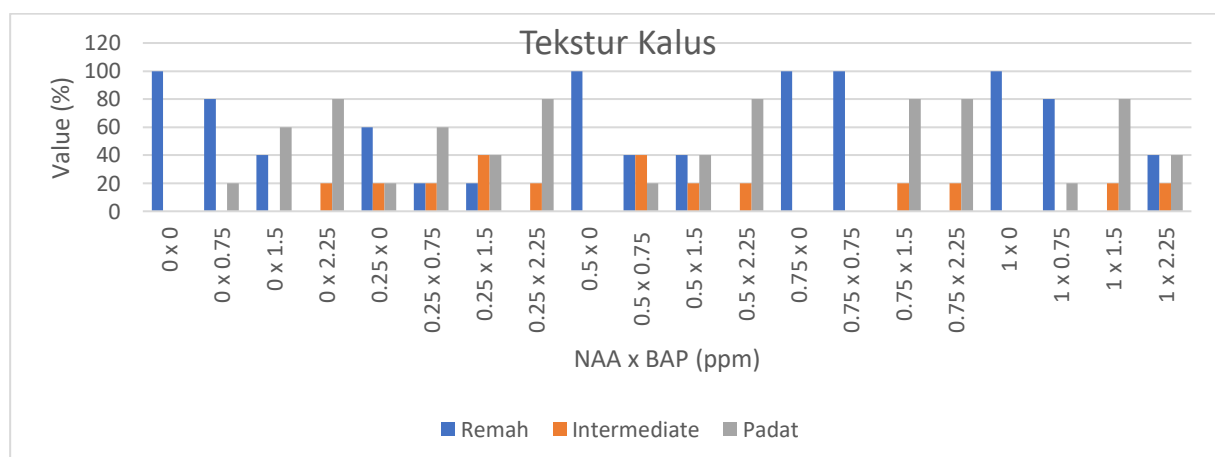
Dari gambar 2 dapat terlihat bahwa kombinasi 2,4-D dan kinetin lebih banyak menghasilkan kalus dengan tekstur remah dibanding kombinasi NAA dan BAP. Borejsza-Wysocki & Hrazdin, (1994) mengatakan bahwa 2,4-D mendorong peningkatan ukuran vakuola dan secara umum pembentukan kalus yang lebih longgar. Tekstur dari kalus remah, memiliki karakteristik sel-sel yang mudah rapuh dan renggang. Hal ini karena kalus dengan tekstur yang remah secara cepat dapat mengalami pembelahan untuk membentuk sel yang baru. George et al., (2008) mengatakan bahwa kalus yang baik adalah yang bersifat friable atau remah karena penyerapan nutrisi dan mediumnya akan lebih efisien akibat luas permukaan kalus yang kontak dengan medium tinggi. Rasud (2020) menambahkan bahwa kalus dengan tekstur yang remah memiliki karakter yang baik karena mudah untuk dipisah menjadi sel-sel

yang tunggal, dan mampu meningkatkan jumlah aerasi dari oksigen antar sel sehingga dapat mempermudah dalam melakukan perbanyakan melalui kultur suspensi. Hal ini sangat ideal untuk keperluan produksi suspensi sel dan propagasi masal, karena kalus remah mudah terlepas dan tersebar dalam medium cair, memiliki tingkat pembelahan sel yang tinggi, dan lebih homogen secara seluler.



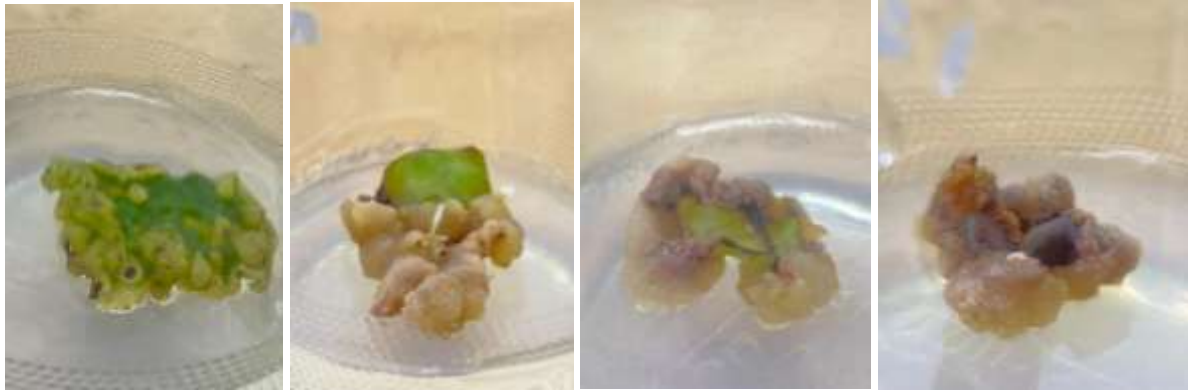
Gambar 2. Tekstur Kalus menggunakan ZPT 2,4-D dan Kinetin

Sebaliknya, pada gambar 3 terlihat bahwa kombinasi NAA dengan BAP menunjukkan pola yang lebih kompleks. Konsentrasi NAA 0-1 ppm tanpa BAP cenderung menghasilkan kalus remah, dan peningkatan konsentrasi BAP dengan maupun tanpa NAA cenderung meningkatkan persentase kalus padat. Junairiah et al., (2021) mengatakan bahwa tekstur kalus yang padat disebabkan oleh sitokinin, yang berperan dalam transfer nutrisi. Lebih banyak sukrosa dalam medium yang melewati pembuluh floem menyebabkan tekanan turgor. Karena perbedaan kandungan cairan, tekanan turgor meningkat, memungkinkan osmosis untuk membawa nutrisi dan air dari medium ke dalam sel. Akibatnya, dinding sel akan menjadi lebih kaku, menghasilkan kalus yang padat. Dwitara et al., (2023) menambahkan bahwa kalus tipe kompak terdiri dari sel-sel padat yang sulit dipisahkan dan memiliki vakuola besar. Kalus tipe kompak cocok sebagai sumber metabolit sekunder karena kalus tipe kompak dapat mengakumulasi lebih banyak metabolit sekunder daripada kalus tipe remah.



Gambar 3. Tekstur Kalus menggunakan ZPT NAA dan BAP

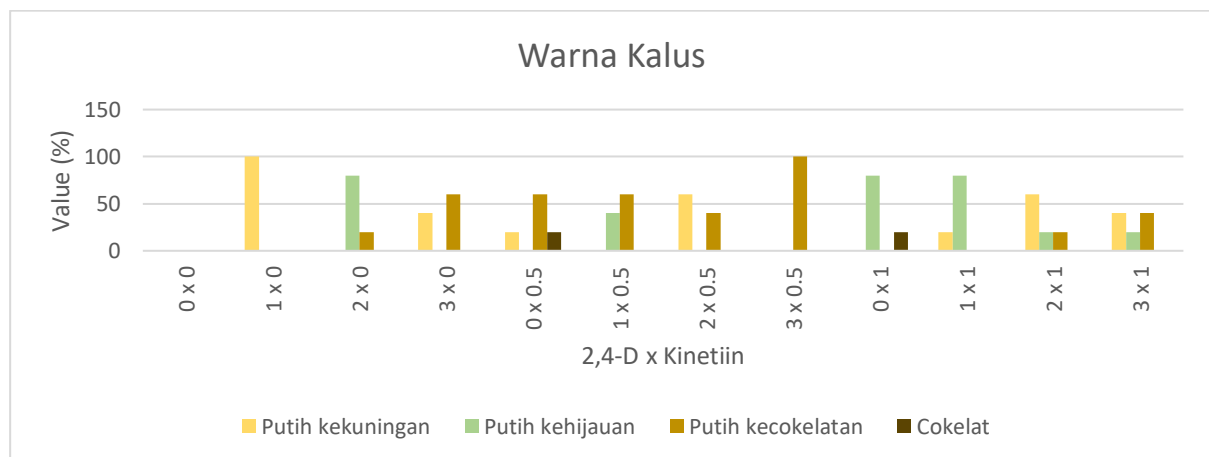
Warna kalus merupakan indikator penting yang mencerminkan status fisiologis dan metabolisme jaringan. Hasil pengamatan menunjukkan variasi warna kalus yang signifikan antar perlakuan, yang berkorelasi dengan komposisi ZPT yang digunakan. Menurut Rasud (2020), warna kalus menggambarkan penampilan visual sel-sel kalus sehingga dapat diketahui tingkat keaktifan pembelahan sel-selnya. Kalus yang memiliki pigmen berwarna terang menunjukkan bahwa kalus tumbuh dan berkembang dengan baik. Sebaliknya, pigmen berwarna gelap menunjukkan bahwa pertumbuhan kalus kurang baik atau tidak baik (Utomo et al., 2024).



Gambar 4. Warna Kalus: (A). Putih Kehijauan, (B). Putih Kekuningan, (C). Putih Kecokelatan, (D). Cokelat

Gambar 4 menunjukkan perbedaan warna kalus yang diamati, yang terbagi menjadi warna putih kehijauan, putih kekuningan, putih kecokelatan dan cokelat. Kondisi warna kalus yang bervariasi disebabkan oleh adanya pigmentasi, cahaya, dan bagian tanaman yang digunakan sebagai sumber eksplan. Hal ini sesuai dengan penelitian Sari et al., (2018) yang menyatakan bahwa variasi warna kalus dipengaruhi oleh pigmentasi, jenis eksplan, dan pengaruh cahaya.

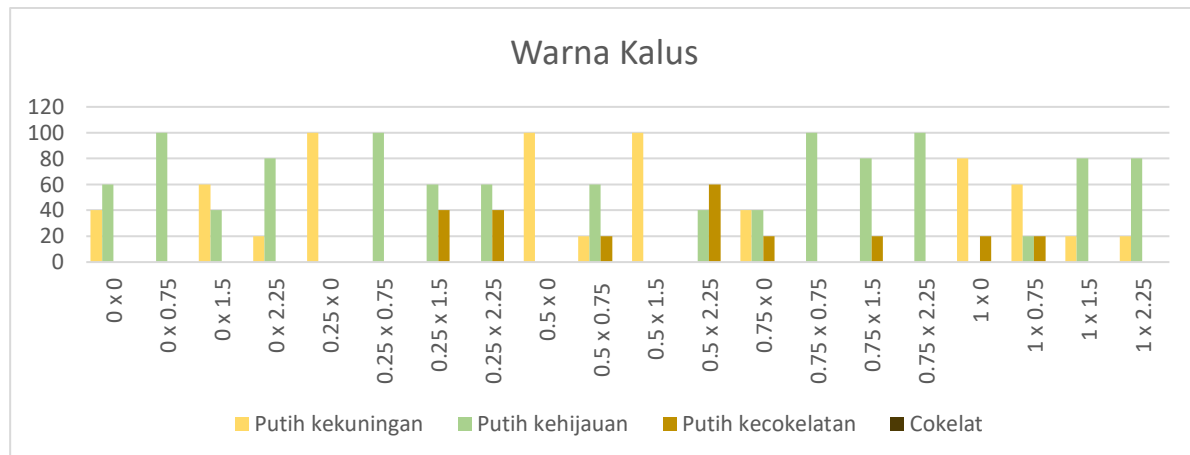
Dari data warna kalus (Gambar 5 dan 6) terlihat pola yang menarik berkaitan dengan kombinasi ZPT yang digunakan. Pada kombinasi 2,4-D dengan Kinetin, warna putih kehijauan cenderung mendominasi pada konsentrasi Sitokinin yang lebih tinggi atau sama dengan auksin, misalnya pada perlakuan 1 ppm Kinetin tanpa 2,4-D dan 1 ppm 2,4-D dengan 1 ppm Kinetin. Pada kombinasi NAA dengan BAP, warna putih kehijauan juga ditunjukkan pada konsentrasi BAP 1.5 ppm dan 2.25 ppm dengan dan tanpa NAA. Kalus yang memiliki warna putih kehijauan menunjukkan bahwa kualitas kalus tersebut baik karena dapat menunjukkan adanya perkembangan pigmen klorofil dalam jaringan, dan hal ini diduga karena penambahan sitokinin, baik kinetin maupun BAP di dalam media. Kinetin dan BAP merupakan hormon sitokinin yang mendorong pembentukan klorofil. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rahayu & Mardini (2015) bahwa warna hijau pada kalus akibat efek sitokinin dalam pembentukan klorofil. Sitokinin yang ditambahkan pada media dapat menghambat perombakan butir klorofil karena sitokinin mampu mengaktifkan proses metabolisme dalam sintesis protein (Lina et al., 2013). Kalus yang menghasilkan warna hijau keputihan merupakan ciri-ciri kalus yang baik karena pada kalus yang berwarna keputihan merupakan kalus yang masih aktif membelah sehingga apabila dilanjutkan ke tahap proliferasi sampai ke tahap regenerasi bisa berkembang ke fase fase selanjutnya (Dewanti et al., 2023).



Gambar 5. Warna Kalus menggunakan ZPT 2,4-D dan Kinetin

Gambar 5 dan 6 juga menunjukkan bahwa kalus berwarna putih kekuningan ditemukan pada konsentrasi sitokinin yang lebih rendah daripada auksin, misalnya pada perlakuan 1 ppm 2,4-D tanpa kinetin, juga pada perlakuan NAA 0.25, 0.5 dan 1 ppm tanpa BAP yang semuanya menghasilkan kalus putih kekuningan 100%. Sari et al., (2018) menyatakan bahwa kalus berwarna kuning disebabkan oleh proses degradasi klorofil, kekurangan kinetin, dan rendahnya konsentrasi kinetin. Tetapi kalus yang berwarna putih masih dapat dikatakan bahwa kalus tersebut memiliki kualitas yang baik. Warna kalus

putih hingga putih kekuningan mempunyai sel yang masih aktif melakukan pembelahan tetapi belum mengandung klorofil (Isda & Salsabilla, 2022). Ibrahim et al., (2013) menambahkan bahwa kalus berwarna kekuningan dan putih kekuningan merupakan kalus embriogenik, yang diharapkan mampu berkembang menjadi embrio somatik.



Gambar 6. Warna Kalus menggunakan ZPT NAA dan BAP

Perlakuan konsentrasi 1 ppm kinetin menghasilkan tekstur berwarna coklat (*browning*) sebesar 20%. Selain itu, warna putih kecokelatan juga muncul 100% pada perlakuan 3 ppm 2,4-D dengan 0.5 ppm kinetin. Khoiriyah et al., (2023) mengatakan bahwa *browning* umumnya disebabkan oleh senyawa fenolik yang biasanya muncul dan terakumulasi saat eksplan dilukai, biasanya disebabkan oleh aktivasi enzim Polyphenol Oxidase (PPO). Warna coklat pada kalus disebabkan oleh adanya zat fenolik pada eksplan dan akan mempengaruhi warna coklat dan pembentukan kalus pada eksplan. Selain itu warna coklat juga dapat dipengaruhi oleh konsentrasi hormon yang diberikan kurang sesuai sehingga penyerapan unsur hara pada media tanam juga tidak sesuai dengan kondisi eksplan yang di tanam. Fenomena ini disebabkan oleh oksidasi fenol yang dihasilkan oleh eksplan. Fenol bersifat toksik bagi sel dan menyebabkan kematian eksplan. Hal ini merupakan kemunduran fisiologis eksplan (Dwitara et al., 2023).

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian kombinasi 2 ppm 2,4-D tanpa kinetin dapat menghasilkan kalus lebih cepat (7.2 hari), dan menghasilkan kalus remah (80%) serta warna putih kehijauan (80%) yang baik untuk induksi kalus dan dapat dijadikan sebagai protocol proliferasi kalus untuk tujuan suspensi sel selanjutnya. Sementara kombinasi terbaik NAA dan BAP mampu memunculkan kalus pada 0.25 ppm NAA dan 2.25 ppm BAP (15.2 hari) dengan tekstur kompak 80% dan warna putih kehijauan 60%. Kalus kompak biasanya mengandung banyak metabolit sekunder karena tersusun atas struktur yang padat serta didalamnya terkandung banyak air, tetapi pembelahan sel dari kalus friable lebih cepat daripada kalus kompak (Prashariska & Pitoyo, 2021). Warna kalus kuning dan putih kekuningan baik untuk embrio somatic dan warna putih kecokelatan dan coklat merupakan ciri bahwa kalus mulai mengalami penurunan regenerasi (Setiawan et al., 2020).

KESIMPULAN

Kombinasi perlakuan terbaik untuk induksi kalus tanaman gambir adalah kombinasi 2,4-D 2 ppm dengan kinetin 0 ppm, karena menghasilkan waktu pertumbuhan kalus tercepat (7.2 hari), kalus remah (80%) dan warna kalus putih kehijauan (80%) yang diharapkan dapat menjadi protocol induksi kalus yang selanjutnya dapat digunakan dalam proliferasi kalus dan induksi suspensi sel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adri, R. F. (2017). Pengaruh 2,4-D terhadap Induksi Embrio Somatik Tanaman Gambir (*Uncaria gambir* Roxb.). *Menara Ilmu*, XI(1)(75), 135–141.
- Astuti, R. D., Harahap, F., & Edi, S. (2020). Callus induction of mangosteen (*garcinia mangostana* L.) in vitro with addition of growth regulators. *Journal of Physics: Conference Series*, 1485(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1485/1/012029>
- Badan Pusat Statistik Sumatera Utara. (2021). *Luas Tanaman dan Produksi Gambir Tanaman Perkebunan Rakyat menurut Kabupaten/Kota - Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara*.

- <https://sumut.bps.go.id/Id/Statistics-Table/2/MjEzIzI=/Luas-Tanaman-Dan-Produksi-Gambir-Tanaman-Perkebunan-Rakyat-Menurut-Kabupaten-Kota.Html>.
<https://sumut.bps.go.id/Id/Statistics-Table/2/MjEzIzI=/luas-tanaman-dan-produksi-gambir-tanaman-perkebunan-rakyat-menurut-kabupaten-kota.html>
- Borejsza-Wysocki, W., & Hrazdin, G. (1994). Establishment of callus and cell suspension cultures of raspberry *ideaus* cv. Royalty). In *Plant Cell, Issue and Organ Culture* (Vol. 37). Kluwer Academic Publishers.
- Chattopadhyay, S., Farkya, S., Srivastava, A. K., & Bisaria, V. S. (2002). Bioprocess Considerations for Production of Secondary Metabolites by Plant Cell Suspension Cultures. In *Biotechnol. Bioprocess Eng* (Vol. 7).
- Dalila, Z. D., Jaafar, H., & manaf, A. A. (2013). *Effects of 2,4-D and Kinetin on Callus Induction of Barringtonia racemosa Leaf and Endosperm Explants in Different Types of Basal Media*. 12(1), 21.
- Dar, S. A., Nawchoo, I. A., Tyub, S., & Kamili, A. N. (2021). Effect of plant growth regulators on in vitro induction and maintenance of callus from leaf and root explants of *Atropa acuminata* Royal ex Lindl. *Biotechnology Reports*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00688>
- Daulay, M. R., Shofiah, R., & Nabila, N. W. (2025). INDUKSI KALUS GAMBIR VARIETAS CUBADAK (*Uncaria gambir* ROXB.) DENGAN PEMBERIAN 2,4-D DAN KINETIN SECARA IN VITRO. *Seminar Nasional Integrasi Pertanian Dan Peternakan*, 3(1), 211–221. <https://semnasfpp.uin-suska.ac.id/index.php/snipp>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2022). *Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020-2022*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian Republik Indonesia. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/template/uploads/2022/11/BUKU-STATISIK-NON-UNGGULAN-2020-2022.pdf>
- Dwitara, G. A. C., Hariyanto, S., Purnobasuki, H., Junairiah, & Utami, E. S. W. (2023). Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and kinetin on callus induction and growth of *Physalis angulata* L. leaf explants. *Open Access Research Journal of Biology and Pharmacy*, 8(2), 027–032. <https://doi.org/10.53022/oarjbp.2023.8.2.0027>
- George, E. F. ., Hall, M. A. ., & Klerk, G.-J. de. (2008). *Plant propagation by tissue culture*. Springer.
- Ibrahim, M. S. D., Hartati, S. R., Purwito, A., & Sudarsono. (2013). Induksi Kalus Embriogenik dan Daya Regenerasi Kopi Arabika menggunakan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid dan 6-Benzyladenine. *Buletin RISTRI*, 4, 91–98.
- Ikeuchi, M., Sugimoto, K., & Iwase, A. (2013). Plant callus: Mechanisms of induction and repression. In *Plant Cell* (Vol. 25, Issue 9, pp. 3159–3173). American Society of Plant Biologists. <https://doi.org/10.1105/tpc.113.116053>
- Isda, M. N., & Salsabilla, M. J. (2022). In Vitro Callus Induction in *Tacca* (*Tacca chantrieri* Andre) Leaf Explants on Murashige and Skoog Media with Different Concentrations of Sucrose. *Jurnal Biologi UNAND*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.25077/jbioua.10.1.1-9.2022>
- Junairiah, Wulandari, D. A., Utami, E. S. W., & Zuraidassanaaz, N. I. (2021). Callus induction and secondary metabolite profile from elephantopus scaber L. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 6(1). <https://doi.org/10.22146/JTBB.59234>
- Khalida, A., Aneloi Noli Laboratorium Riset Fisiologi Tumbuhan dan Kultur Jaringan, Z., & Biologi, J. (2019). Induksi Kalus Anggrek Lilin (*Aerides odorata* Lour.) dengan Pemberian beberapa Konsentrasi 2,4 Diklorofenoksiasetat (2,4 D) Callus Induction of *Aerides odorata* Lour. by Adding 2,4 Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D). *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)*, 7(2), 109–117.
- Khoiriyah, S., Santosa, D., Purwantini, I., Ilmu Farmasi, M., Farmasi, F., Gadjah Mada, U., Biologi Farmasi, D., & Riset Tumbuhan Obat Dan Bahan Alam, P. (n.d.). Efek Kombinasi 2,4 D Dan Kinetin Pada Pembentukan Kalus Daun *Catharanthus roseus* (L.) G. Don Serta Deteksi Alkaloidnya. *Majalah Farmaseutik*, 19(3), 2023. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v19i3.82593>
- Lina, F. R., Ratnasari, E., & Wahyono, R. (2013). Pengaruh 6-benzylamino purine (BAP) dan 6-furfuryl amino purine (Kinetin) pada Media MS terhadap Pertumbuhan Eksplan Ujung Apikal Tanaman Jati secara In Vitro. *LenteraBio*, 1, 57–61. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>
- Mayerni, R., Satria, B., Wardhani, D. K., & Chan, S. (2020). Effect of auxin (2,4-D) and cytokinin (BAP) in callus induction of local patchouli plants (*Pogostemon cablin* Benth.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 583(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/583/1/012003>
- Millenia, F. K., Sumadi, S., Suminar, E., Nuraini, A., & Pitaloka, G. G. (2022). Induksi Kalus Eksplan Daun Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch) dengan Pemberian NAA dan CaP Secara In Vitro. *JURNAL GALUNG TROPIKA*, 11(3), 317–329. <https://doi.org/10.31850/jgt.v11i3.1023>

- Mohamad Zuldin, N. N., Said, I. M., Mohd Noor, N., Zainal, Z., Jin Kiat, C., & Ismail, I. (2013). Induction and analysis of the alkaloid mitragynine content of a mitragyna speciosa suspension culture system upon elicitation and precursor feeding. *The Scientific World Journal*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/209434>
- Munggari, I. P., Kurnia, D., Deawati, Y., & Julaeha, E. (2022). Current Research of Phytochemical, Medicinal and Non-Medicinal Uses of Uncaria gambir Roxb.: A Review. In *Molecules* (Vol. 27, Issue 19). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules27196551>
- Muthi'ah, A., Sakya, A. T., Setyawati, A., Samanhudi, & Rahayu, M. (2023). Callus induction of Calotropis gigantea using BAP and 2,4-D in vitro. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1177(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1177/1/012021>
- Pazla, R., Zain, M., Antonius, Ikhlas, Z., Natsir, A., Hidayat, R., Ginting, N., Yanti, G., Rosani, U., Mohd-Aris, A., Hidayat, M. Z., Fitri, Y., Sucitra, L. S., & Utami, B. V. (2025). In Vitro Evaluation of Gambier Leaf Extract (Uncaria gambir Roxb.) from Pangkalan, West Sumatra, as a Natural Feed Additive to Improve Nutrient Digestibility in Ruminants. *Andalasian Livestock*, 2(2), 170–177. <https://doi.org/10.25077/alive.v2.n2.p170-177.2025>
- Prashariska, K., & Pitoyo, A. (2021). Pengaruh Indole 3-Acetic Acid (IAA) dan Benzyl Aminp Purin (BAP) terhadap Induksi dan Deteksi Alkaloid Kalus Kamillen(Matricaria chamomilla L.). *Innofarm : Jurnal Inovasi Pertanian*, 23(2), 104–114.
- Putri, S. S., Susiyanti, Muztahidin, N. I., & Isminingsih, S. (2024). Callus Induction of Ciangir Passion Fruit (Passiflora sp.) Leaves at Several Concentration Levels of Growth Regulators Substance 2,4-D and BAP. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1), 168–178. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i1.6454>
- Rahayu, T., & Mardini, U. (2015). Respon Eksplan Nodus dan Daun Tanaman Binahong (Anredera cordifolia L.) pada Media MS dengan Variasi Konsentrasi BAP. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 657–661.
- Rasud, Y. (2020a). Induksi Kalus secara In Vitro dari Daun Cengkeh (Syzigium aromaticum L.) dalam Media dengan Berbagai Konsentrasi Auksin (In Vitro Callus Induction from Clove (Syzigium aromaticum L.) Leaves on Medium Containing Various Auxin Concentrations). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Januari, 25(1), 67–72. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.67>
- Rasud, Y. (2020b). Induksi Kalus secara In Vitro dari Daun Cengkeh (Syzigium aromaticum L.) dalam Media dengan Berbagai Konsentrasi Auksin (In Vitro Callus Induction from Clove (Syzigium aromaticum L.) Leaves on Medium Containing Various Auxin Concentrations). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Januari, 25(1), 67–72. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.67>
- Sakpere, A. M. A., Ajayi, S. A., & Adelusi, A. A. (2014). Effect of growth regulators and explant types on callus induction in Telfairia occidentalis Hook F. *African Journal of Biotechnology*, 13(20), 2015–2021. <https://doi.org/10.5897/ajb2013.12919>
- Sari, Y. P., Kusumawati, E., Saleh, C., KUSTIAWAN, W., & SUKARTINGSIH, S. (2018). Effect of sucrose and plant growth regulators on callogenesis and preliminary secondary metabolic of different explant Myrmecodia tuberosa. *Nusantara Bioscience*, 10(3), 183–192. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n100309>
- Setiawan, R. B., Rahmah, M., Trisnia, H., Chaniago, I., Syukriani, L., Yunita, R., Jamsari, J., & Setiawan, R. B. (2020). Embryogenic callus induction of coffee [Coffea arabica L.] on several plant growth regulator concentration and incubation temperature. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 497(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/497/1/012012>
- Sharma, M., Sharma, A., Kumar, A., & Basu, S. K. (2011). Enhancement of Secondary Metabolites in Cultures Plant Cells Through Stress Stimulus. *American Journal of Plant Physiology*, 6, 50–71. <https://doi.org/10.3923/ajpp.2011.50.71>
- Solin, N. W. N. M., & Siregar, L. A. M. (2025). OPTIMASI METODE STERILISASI EKSPLAN DAUN GAMBIR (Uncaria gambir (Hunter) Roxb) ASAL PAKPAK BHARAT SECARA IN VITRO. *Seminar Nasional Integrasi Pertanian Dan Peternakan*, 3(1), 58–68. <https://seminasfpp.uin-suska.ac.id/index.php/snipp>
- Souza, J. M. M., Berkov, S., & Santos, A. S. (2014). Improvement of friable callus production of Boerhaavia paniculata rich and the investigation of its lipid profile by GC/MS. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 86(3), 1015–1027. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130098>
- Syahid, S. F., Kristina, N. N., & Seswita, D. (2010). Pengaruh Komposisi Media terhadap Pertumbuhan Kalus dan Kadar Tannin dari Daun Jati Belanda (Guazuma ulmifolia Lamk) secara In Vitro. *Jurnal Littri*, 16(1), 1–5.
- Tarigan, P. L., Sukendah, S., Dewanti, F. D., Pribadi, N. Y., & Zulmi, S. N. (2024). Somatic Embryogenesis Induction in Coffea arabica L. by 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid and 6-Furfurylaminopurine. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 7(3), 731–738. <https://doi.org/10.37637/ab.v7i3.1841>

- Thomas, T. D., & Chaturvedi, R. (2008). Endosperm culture: A novel method for triploid plant production. In *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* (Vol. 93, Issue 1, pp. 1–14). <https://doi.org/10.1007/s11240-008-9336-6>
- Utomo, A. T. G., Zainal, A., & Yusniwati, Y. (2024). Induksi Kalus Tanaman Gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb.) Pada Beberapa Konsentrasi 2,4-D Secara In Vitro. *Agroteknika*, 7(2), 264–274. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i2.263>
- Wardana, A. P., Aminah, N. S., Kristanti, A. N., Fahmi, M. Z., Zahrah, H. I., Widiyastuti, W., Ajiz, H. A., Zubaidah, U., Wiratama, P. A., & Takaya, Y. (2023). Nano *Uncaria gambir* as Chemopreventive Agent Against Breast Cancer. *International Journal of Nanomedicine*, 18, 4471–4484. <https://doi.org/10.2147/IJN.S403385>
- Zainal, A., Anwar, A., Gustian, Fitriawati, & Yunita, R. (2023). The effects of several concentrations of BAP and source of explants to gambier shoot induction (*Uncaria gambier* (Hunter) Roxb). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1160(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1160/1/012021>

GAMBARAN ERITROSIT, LEUKOSIT DAN HEMOGLOBIN AYAM KAMPUNG YANG DIPELIHARA DI DAERAH TROPIS : STUDI KASUS KECAMATAN BUNGA RAYA KABUPATEN SIAK PROVINSI RIAU

(Description of Erythrocytes, Leukocytes, and Hemoglobin of Kampung Chickens Raised in Tropical Areas: A Case Study of Bunga Raya District, Siak Regency, Riau Province)

Elfawati^{1*}, Rahmi Febriyanti¹, Restu Misrianti¹

¹ Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email korespondensi: elfa.wati@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Kampung chicken was the Indonesian native genetic resource that has been reared at highlands and lowlands. Bunga Raya is one of the areas in Riau Province that has hot climates, where the temperature during the day is around 25-32°C. The aim of the study was to determine the hematological profile of kampung chickens reared in hot tropical climates by conducting a case study in Bunga Raya, Siak, Riau Province. The study used 35 adult kampung chickens. Parameters in the study were erythrocyte, leukocyte and hemoglobin. The results showed that the concentrations of the erythrocytes was $2.38 \pm 0.01 \times 10^6/\text{mm}^3$, the leukocyte was $17.26 \pm 0.5 \times 10^3/\text{mm}^3$, and the hemoglobin was $10.85 \pm 0.3 \text{ g/dL}$, those three blood parameters were in the normal range. Based on the blood profile in this study, it could be concluded that the kampung chickens have adapted to the hot climate of the tropics.

Keywords: hematological profile, hot climate

PENDAHULUAN

Ayam kampung merupakan sumber daya genetik asli Indonesia yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi bibit unggul karena mempunyai variasi fenotip dan genotip yang cukup besar yang tercermin dari pola warna bulu yang beragam. Ayam kampung sudah dipelihara di Indonesia dalam jangka waktu yang lama dan tersebar dari dataran rendah yang beriklim panas sampai dataran tinggi yang beriklim sejuk.

Ayam dapat berproduksi secara optimum jika dipelihara pada suhu lingkungan optimum (*thermoneutral zone*), dimana *thermoneutral zone* ayam dewasa berkisar antara 18-23.9°C (Czarick dan Fairchild, 2008). Suhu lingkungan yang panas dapat menyebabkan terjadinya stres panas pada ayam (Mujahid *et al.*, 2007) karena tubuh ayam ditutupi bulu sehingga sulit membuang panas tubuhnya ke lingkungan (Ajakaiye *et al.*, 2010). Cekaman panas menyebabkan penurunan produktivitas, gangguan pertumbuhan (Mashaly *et al.*, 2004) serta peningkatan angka kematian (St-Pierre *et al.*, 2003) karena cekaman panas mempengaruhi fisiologis. Salah satu parameter fisiologis adalah gambaran darah seperti jumlah eritrosit, jumlah leukosit dan kadar haemoglobin.

Kecamatan Bunga Raya dipilih sebagai lokasi penelitian dengan pertimbangan secara umum Kecamatan Bunga Raya beriklim panas dengan temperatur udara berkisar antara 25-32°C yang melebihi suhu lingkungan optimum bagi ayam. Selain itu, di Kecamatan Bunga Raya banyak terdapat ayam kampung yaitu 53.226 ekor (Kabupaten Siak dalam Angka 2024). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui profil hematologi ayam kampung yang dipelihara pada daerah tropis yang beriklim panas dengan melakukan studi kasus di Kecamatan Bunga Raya Kabupaten Siak Provinsi Riau.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel darah ayam kampung dilakukan di Kecamatan Bunga Raya, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Total ayam kampung yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 35 ekor. Sampel ayam kampung jantan dan betina yang digunakan berumur lebih kurang 6 bulan yang belum dewasa kelamin. Sampel darah diambil dari vena sayap (*vena brachialis*) menggunakan spuit 3 cc kemudian dimasukkan ke dalam tabung EDTA 5 ml.

Analisis gambaran darah dilakukan untuk mengukur eritrosit, leukosit dan haemoglobin. menggunakan RT-7600 for Vet Auto Hematology Analyzer. Data hasil penelitian ditabulasi, kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan *mean* (rata-rata) dan standar deviasi. Data jumlah eritrosit, leukosit dan

haemoglobin ayam kampung hasil penelitian kemudian dibandingkan dengan jumlah eritrosit, leukosit dan haemoglobin ayam normal menurut Mitruka dan Rawnsley (1981).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Penelitian

Rataan bobot badan sampel ayam kampung yang digunakan pada penelitian ini adalah $1,63 \pm 0,28$ kg dengan koefisien keragaman 17,02%. Data ini memperlihatkan bahwa bobot badan sampel ayam kampung relatif sama.

Kecamatan Bunga Raya berada pada 101°58'-102°14' Bujur Timur dan 0°39'-1°04' Lintang Utara dengan luas wilayah 151 km². Topografi Kecamatan Bunga Raya adalah dataran rendah tidak berbukit dengan ketinggian berkisar 0-27 m dpl. Di Kecamatan Bunga Raya terdapat areal perkebunan sawit seluas 4.822,60 ha atau 31.94% dari luas wilayahnya (Kabupaten Siak Dalam Angka, 2022). Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : Kabupaten Siak dalam Angka (2025)

Suhu dan kelembaban udara di Kecamatan Bunga Raya selama penelitian disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 diketahui suhu udara di Kecamatan Bunga Raya secara umum berada di atas *thermoneutral zone* ayam yaitu 18-23,9°C (Czarick dan Fairchild, 2008). Rini *et al* (2019) menyatakan kelembaban udara optimum untuk pemeliharaan ayam adalah 50-70%.

Tabel 1. Suhu dan Kelembaban Udara di Kecamatan Bunga Raya selama Penelitian

Waktu	Suhu (°C)		Kelembaban (%)	
	Kisaran	Rataan $\pm$ Std. Deviasi	Kisaran	Rataan $\pm$ Std. Deviasi
07.00	22,6 – 25,6	24,0 $\pm$ 0,8	91 - 98	95 $\pm$ 2,0
13.00	27,1 – 33,7	30,8 $\pm$ 1,5	52 - 93	67 $\pm$ 8,3
18.00	25,1 – 33,3	29,5 $\pm$ 1,8	53 - 85	75 $\pm$ 8,0

Gambaran Darah Ayam Kampung

Gambaran darah ayam kampung di Kecamatan Bunga Raya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan Jumlah Eritrosit, Leukosit dan Kadar Haemoglobin Ayam Kampung di Kecamatan Bunga Raya

Parameter	Ayam Kampung (N=35)	Kisaran Normal*
Eritrosit (juta/mm ³)	2.38±0.01	1,50-4,50
Leukosit (ribu/mm ³)	17,26±0,5	9,20-31,0
Haemoglobin (g/dL)	10,85±0,3	7,40-13,1

Keterangan : N adalah jumlah sampel ; * Mitruka dan Rawnsley (1981).

Eritrosit

Eritrosit atau sel darah merah adalah komponen darah yang jumlahnya paling banyak, yang berfungsi mengikat dan membawa oksigen dari paru-paru ke sel untuk oksidasi dan karbondioksida dari sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Berdasarkan Tabel 2 diketahui rata-rata jumlah eritrosit ayam kampung di Kecamatan Bunga Raya berada pada jumlah normal, yang berarti walaupun suhu udara di Kecamatan Bunga Raya cenderung panas, namun kondisi tersebut tidak berpengaruh terhadap jumlah eritrosit ayam kampung.

Pada ayam yang menderita cekaman panas sekresi hormon kortisol dan kortikosteron yang berfungsi dalam proses glikolisis, glukoneogenesis dan lipolisis, meningkat (Tamzil, 2014). Proses glukoneogenesis akan merombak protein menjadi glukosa sehingga menyebabkan berkurangnya protein untuk pertumbuhan dan pembentukan eritrosit (Wijayanti *et al.*, 2014).

Leukosit

Leukosit merupakan bagian dari sistem pertahanan tubuh. Pada penelitian ini, rata-rata jumlah leukosit ayam kampung berada dalam jumlah normal. Kadar leukosit yang normal menunjukkan tidak ada sampel ayam yang terindikasi terinfeksi agen penyakit (Ulupi dan Ihwantoro, 2014).

Tamzil (2014) menyatakan peningkatan suhu lingkungan akan meningkatkan jumlah leukosit; hal ini terkait dengan meningkatnya sekresi hormon kortisol dan kortikosteron yang dapat mengganggu fungsi kekebalan tubuh. Virden dan Kidd (2009) menyatakan kortikosteroid utama pada unggas adalah kortikosteron dan pada mamalia adalah kortisol. Kortikosteroid merupakan bagian dari *adreno corticotropic hormone* (ACTH) dan termasuk ke dalam hormon *glucocorticoid*. Peningkatan kadar hormon *glucocorticoid* berpengaruh tidak baik terhadap kesehatan dan pertumbuhan ternak karena mengganggu fungsi kekebalan tubuh dan jaringan limfoid serta menginduksi *glukoneogenesis* (Virden dan Kidd, 2009).

Haemoglobin

Haemoglobin berfungsi mengikat oksigen dalam darah. Tabel 2 menunjukkan rata-rata kadar haemoglobin ayam kampung di Kecamatan Bunga Raya berada pada kisaran normal. Kadar haemoglobin normal menunjukkan kemampuan ayam mengikat oksigen berada dalam kondisi baik (Mahmud *et al.*, 2017).

Kadar haemoglobin ayam di daerah tropis berkisar antara 7,0-13,0 g/dL (Powell, 2000). Tamzil (2014) menyatakan pada ayam yang menderita stres panas terjadi penurunan kadar haemoglobin, hal ini karena hipotalamus mensekresikan *Corticotropin Releasing Factor* (CRF) ke bagian anterior hipofisa, dan selanjutnya hipofisa anterior mensintesis ACTH yang dapat menekan konsentrasi haemoglobin. Kadar haemoglobin berbanding lurus dengan jumlah eritrosit, produksi eritrosit dan haemoglobin akan ditingkatkan ketika kadar oksigen rendah (Wijayanti, *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa gambaran darah ayam kampung di Kecamatan Bunga Raya berada dalam jumlah normal, yang berarti bahwa ayam kampung mampu beradaptasi dengan iklim panas di daerah tropis. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang gambaran darah lain untuk mendapatkan informasi yang lebih komprehensif tentang gambaran darah ayam kampung di daerah tropis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajakaiye, J.J., J.O. Ayo dan S.A. Ojo. 2010. *Effects of Heat Stress on Some Blood Parameters and Egg Production of Shika Brown Layer Chickens Transported by Road*. Biol. Res. 43: 183-189.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Siak. 2024. *Kabupaten Siak dalam Angka*. Siak Sri Indra Pura (ID): BPS Kabupaten Siak. 395 hal.
- Czarick M.III. dan Fairchild, B.D. 2008. *Poultry Housing for Hot Climates*. Dalam Daghir, N.J. Editor. *Poultry Production in Hot Climates*. Trowbridge (UK): Cromwell Press. Pp 80-131.
- Mahmud, A.T.B.A., R. Afnan, D.R. Ekastuti, dan I.I. Arief. 2017. *Profil Darah, Performans dan Kualitas Daging Ayam Persilangan Kampung Broiler pada Kepadatan Kandang Berbeda*. Jurnal Veteriner 18(2): 247-256.
- Mashaly, M.M., G.L. Hendricks, M.A. Kalama, A.E. Gehad, A.O. Abbas dan P.H. Patterson. 2004. *Effect of Heat Stress on Production Parameters and Immune Responses of Commercial Laying Hens*. Poult. Sci. 83: 889-894.

- Mitruka, B.M. dan H.M. Rawnsley. 1981. *Clinical Biochemical and Hematological Reference Values in Normal Experimental Animals and Normal Humans*. 2nd ed. Chicago (US): Year Book Medical Publishers. 413p.
- Mujahid, A., Y. Akiba dan M. Toyomi. 2007. *Acute Heat Stress Induces Oxidative Stress and Decreases Adaptation in Young White Leghorn Cockerels by Downregulation of Avian Uncoupling Protein*. Poultry Sci. 86: 364-371.
- Powell, F.L. 2000. *Respiration. Dalam Sturkie's Avian Physiology* 5th Ed. Whittow G.C. Editor. San Diego (US): Academic Press.
- Rini, S.R., Sugiharto dan L.D. Mahfudz. 2019. *Pengaruh Perbedaan Suhu Pemeliharaan terhadap Kualitas Fisik Daging Ayam Broiler Periode Finisher*. Jurnal Sains Peternakan Indonesia. 14(4): 387-395.
- St-Pierre, N.R., B. Cobanov dan G. Schnitkey. 2003. *Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries*. J. Dairy Sci. 86: E52-E77.
- Tamzil, M.H. 2014. *Stress Panas pada Unggas: Metabolisme, Akibat dan Upaya Penanggulangannya*. Wartazoa 24(2): 57-66.
- Ulupi, N dan Ihwantoro, T.T. 2014. *Gambaran Darah Ayam Kampung dan Ayam Petelur Komersial pada Kandang Terbuka di Daerah Tropis*. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan 02(1): 219-223.
- Viriden, W.S dan Kidd, M.T. 2009. *Physiological Stress in Broilers: Ramifications on Nutrient Digestibility and Responses*. J. Appl. Polut. Res. 18: 338-347.
- Wijayanti, D., M. Hartono dan Riyanti. 2014. *Gambaran Darah Ayam Petelur Fase Grower (7-10 Minggu) pada Kepadatan Kandang Berbeda*. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu 2(3): 71-80.

HUBUNGAN PENGETAHUAN DAN ASUPAN ENERGI DENGAN KURANG ENERGI KRONIS (KEK) PADA IBU HAMIL WILAYAH KERJA PUSKESMAS SEDINGINAN KABUPATEN ROKAN HILIR

(The Correlation Knowledge And Energy Intake With Chronic Energy Deficiency (Ced) Among Pregnant Women In The Sedinginan Health Centre Working Area Rokan Hilir Regency)

Siti Nurlisa*, Yanti Ernalina & Tahrir Aulawi

Program Studi Gizi Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email korespondensi: sitinurlisa29@gmail.com

ABSTRACT

CED includes conditions related to mother experiencing long-term energy and nutrient deficiencies. This study aims to determine the correlation between knowledge and energy intake with chronic energy deficiency (CED) in pregnant women in the Working Area of Sedinginan Health Center, Rokan Hilir Regency. The type of this research is an analytical survey with a cross-sectional approach. The sampling method for this research is proportional random sampling with 70 respondents. The results of the univariate test of respondents' knowledge as follows, insufficient knowledge 62.9%, and energy intake, the majority of respondents 67.1% had insufficient energy intake. The nutritional status of pregnant women who do not experience chronic energy deficiency CED is 55.7%, and 44.3% experience CED. The results of the chi-square test analysis showed a significant relationship between knowledge and KEK ($p\text{-value} = 0.009$) and energy intake with KEK ($p\text{-value} = 0.000$) value OR 9,285 in pregnant women in the working area of the Sedinginan Health Center. Conclusion, there is a correlation between knowledge and energy intake with chronic energy deficiency in pregnant women in the Working Area of Sedinginan Health Center, Rokan Hilir Regency.

Keywords: chronic energy deficiency, energy intake, knowledge, pregnant women.

PENDAHULUAN

Komplikasi ataupun gangguan ketika masa kehamilan menjadi permasalahan kesehatan dengan melibatkan ibu, bayi, maupun keduanya (Nafiah dkk. 2023). Akibat Kurang Energi Kronis (KEK) ibu hamil yakni beresikonya mengalaminya anemia, pendarahan, berat badan ibu tidaknya bertambah normal serta terkenanya penyakit infeksi. Menggunakan KEK saat hamil memiliki beberapa efek negatif pada bayi yang sedang berkembang, termasuk memperlambat laju pertumbuhan janin, meningkatkan risiko keguguran atau aborsi, kelainan perkembangan, berat badan lahir rendah (BBLR), perkembangannya otak yang tertunda, dan mungkin IQ yang lebih rendah. Kelahiran prematur, perdarahan pascapersalinan, persalinan yang lama dan sulit, serta meningkatnya kebutuhan untuk operasi caesar adalah hasil dari KEK selama persalinan (Simbolon dan Batbual, 2019).

Komplikasi kehamilan berdampak pada kehidupan perempuan, dan KEK termasuk penyebabnya. Angka kematian ibu di Indonesia adalah 305 kematian per 100.000 kelahiran hidup, yang masih tergolong tinggi. Selain jauh dibandingkannya tujuan pembangunan berkelanjutan yaitu 70 per 100.000 kelahiran hidup, angka ini juga tidak memenuhi target nasional tahun 2024 yaitu 83 per 100.000 kelahiran hidup. Dua penyebab esensial kematian ibu adalah preeklamsia dan perdarahan postpartum (UNICEF, 2023).

Komplikasi atau gangguan pada masa kehamilan menjadi masalah kesehatan yang melibatkan ibu, bayi ataupun ibu dan bayi (Nafiah dkk., 2023). Akibat KEK bagi ibu hamil yakni ibu hamil beresiko mengalaminya bta anemia, pendarahan, berat badan ibu tanpa bertambah dengan normal serta terkenanya penyakit infeksi. Akibat KEK pada janin termasuknya yaitu Berat Badan Lahir Rendah (BBLR) (Simbolon dan Batbual, 2019). Berdasarkan profil statistik (2023) angka BBLR di Indonesia yaitu 12,54%. BBLR umumnya dihadapkan risikonya kesehatan dengan lebih tinggi juga membutuhkannya perhatian berhusus guna menjamin pertumbuhan dan perkembangan anak. BBLR mempengaruhi kesehatan jangka panjang dan menciptakan tantangan perkembangan potensi sumber daya manusia yang berdampak pada kemampuan kognitif dan produktivitas di masa depan.

Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (2018) dari 34 provinsi menemukan prevalensi ibu hamil dengan mengalaminya nya KEK rata-ratanya provinsi yaitu berjumlah 17,3%. Prevalensi KEK Wanita Usia Subur (WUS) dengan hamil berkategori usia 15-19 tahun berjumlah 33,5%, umur 20-24 tahun berjumlah 23,3%, umur 25-29 tahun berjumlah 6,7%, umur 30-34 tahun berjumlah 12,3%, umur 35-39 tahun berjumlah 8,5%, umur 40-44 tahun berjumlah 6,5% dan umur 45-49 tahun berjumlah 11,1%. Data ini menunjukkan bahwa remaja merupakan kelompok dengan risiko KEK tertinggi. Menurut World Health Organization (2023), Angka Kelahiran Remaja telah menurun secara global sejak tahun 2000, akan tetapi kemajuannya lambat dan tidak merata.

Data rutin tahun 2022 dari 34 provinsi menunjukkannya jika dari 3.249.503 ibu hamil dengan diukur nya Lingkar Lengan Atas (LILA), sebanyak 283.833 ibu hamil (8,7%) memiliki LILA <23,5 cm dan berisik nya KEK (KEMENKES, 2022). Kabupaten Rokan Hilir sendiri, berdasarkan data Dinas Kesehatan Provinsi Riau tahun 2021, prevalensi ibu hamil KEK sebesar 7,1%.

Pengetahuan ibu hamil merupakan pemahaman yang diperoleh dari pengalaman, pendidikan, atau observasi yang mempengaruhi perilaku dan kebiasaan hidup, termasuk pemilihan makanan (Harna dkk., 2023). Ibu hamil berpengetahuan dengan optimal berkecenderungan lebihnya selektif dalam memenuhi kebutuhan gizi. Penelitian Triyawati and Yuliani (2023) menunjukkan terdapatnya hubungan signifikan antara pengetahuannya ibu hamil akan kejadian KEK ($p\text{-value} = 0,020$). Hasil serupa ditemukan pada penelitian Astuti *et al.* (2022) dengan $p\text{-value} = 0,026$.

Asupan energi juga menjadi indikator penting dengan berimplikasikan KEK bagi ibu hamil. Menurut Kadir. (2021) ibu hamil beserta janin rentan terhadap dampak kurang energi. Selamanya kehamilan, calon ibu membutuhkan lebih banyaknya zat gizi misalnya energi daripadanya wanita dengan tanpa hamil disebabkan makanan dengan dikonsumsi akan didistribusikan bagi dirinya serta janin. Berdasarkan Kemenkes (2023) lebih darinya separuh ibu hamil berasupan energi kurangnya < 70% dari Angka Kecukupan Gizi (AKG). Penelitian Mahendika *et al.* (2023) menunjukkannya terdapatnya hubungan bersignifikan antara asupan energi akan kejadian KEK ($p\text{-value} 0.011$).

Survei awal di Puskesmas Sedinginan menunjukkan bahwa capaian pemberiannya makanan tambahan bagi ibu hamil KEK hanya 50%, sedangkan nya target Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) pada tahun 2024 ialah 80%, sedangkan di Puskesmas Sedinginan pada tahun 2023 sebesar 50%. Prevalensi Ibu hamil KEK 11,3% (2021), 13,9% (2022), dan 13,6% (2023) yang menggambarkan keadaan yang harus ditangani secara baik sebagai prioritas masalah gizi.

Perumusan permasalahan dengan menjadinya fokus penelitian apakah terdapatnya hubungan diantara pengetahuan juga asupan energi akan kurang energi kronik pada ibu hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Sedinginan. Kelas ibu hamil Puskesmas Sedinginan dilakuka di tiap masing-masing wilayah rutin setiap bulan. Mengacu berlatar belakang sebelumnya, penulis terdorong guna mengetahuinya hubungan Pengetahuan dan Asupan Energi terhadap Kurang Energi Kronis (KEK) ibu hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Sedinginan dengan memperhatikan pengaruh variabel terpilih yang berkontribusi terhadap pengetahuan dan asupan energi.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian dibahas ialah bermetode kuantitatif dan berpendekatan *cross-sectional* saat pengumpulan data. Pada penelitian penulis mengaplikasikan jenis penelitian *survei analitik* dengan menerapkan kuesioner guna instrumen pengumpulan data serta guna mendapatkannya korelasi ataupun keterkaitan diantara variabel independen (pengetahuan dan asupan energi ibu hamil) dan variabel dependen (KEK) di Wilayah Kerja Puskesmas Sedinginan Kabupaten Rokan Hilir. Sampel penelitian diambil dari kelas ibu hamil dari 12 desa. Cara pemilihan sampel penelitian ialah *proportional random sampling* dengan termasuk nya bagian *Probability Sampling*. Instrumen dengan diaplikasikan ialah kuesioner pengetahuan dengan rancangan kuesioner digunakan untuk mengumpulkan data pengetahuan dan lembar *food recall 2 x 24 hours* untuk asupan energi yang dilakukan pada *weekday* dan *weekend* secara tidak berturut-turut.

Data dengan diaplikasikan pada penelitian berbentuk data primer juga data sekunder. Data primer dalam penelitian yaitu data karakteristik reponden, pengukuran pengetahuan gizi dengan kuesioner, asupan energi dengan lembar *food recall 2x 24 hours* dan data antropometri terkait ukuran LILA. Data sekunder dalam penelitian yaitu jumlah ibu hamil di Puskesmas Sedinginan Kabupaten Rokan Hilir. Analisis data pada penelitian yakni melaluinya beberapa tahapan yaitu Teknik analisis data dengan diterapkan pada perihal diteliti yakni dengan deskriptif kuantitatif. Analisis data univariat dan bivariat dengan *uji chi-square*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden dalam penelitian disajikan dalam Tabel 1

Tabel 1. Karakteristik Responden

Usia	Frekuensi (n)	Persentase (%)
<20 tahun	9	12,8
20-35 tahun	55	78,6
≥ 35 tahun	6	8,6
Trimester Kehamilan	Frekuensi (n)	Persentase (%)
1	11	15,7
2	36	51,4
3	23	32,9
Pendidikan	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Dasar	43	61,5
Menengah	26	37,1
Tinggi	1	1,4
Total	70	100%

Berdasarkan tabel 1 rata-rata responden memiliki usia rentang 20-35 tahun, trimester kehamilan lebih banyak yaitu trimester 2, dan pendidikan rata-rata responden adalah pendidikan dasar. Gambaran umum pengetahuan mengenai KEK pada ibu hamil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Pengetahuan Responden

Pengetahuan	N	%
Kurang	29	56,8
Cukup	11	21,6
Baik	11	21,6
Total	51	100%

Berdasarkan Tabel 2 distribusi frekuensi pengetahuan responden menunjukkan bahwa mayoritas responden, sebanyak 29 orang (56,8%), memiliki pengetahuan yang kurang. Sebanyak 11 orang (21,6%) memiliki pengetahuan yang cukup, dan jumlah yang sama, 11 orang (21,6%), memiliki pengetahuan yang baik.

Data asupan energi responden diketahui dengan menggunakan *food recall* 2x24 jam. Distribusi frekuensi asupan energi responden disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Asupan Energi Responden

Asupan Energi	Jumlah (n)	%
Sangat Kurang	17	33,3
Cukup	34	66,7
Total	51	100%

Berdasarkan Tabel 3, distribusi frekuensi asupan energi responden menunjukkan bahwa sebagian besar responden, yaitu 34 orang (66,7%), memiliki asupan energi yang cukup. Namun, masih terdapat 17 orang (33,3%) yang asupan energinya sangat kurang.

Data Kurang Energi Kronis (KEK) responden diketahui dengan menggunakan Lingkaran Lengan Atas (LILA). Distribusi frekuensi Kurang Energi Kronis (KEK) responden disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Kurang Energi Kronis (KEK) Responden

Kurang Energi Kronis (KEK)	Jumlah (n)	%
KEK	24	47,1
Tidak KEK	27	52,9
Total	51	100%

Berdasarkan Tabel 4, distribusi frekuensi responden yang mengalami Kurang Energi Kronis (KEK) menunjukkan bahwa 24 orang (47,1%) mengalami KEK, sementara 27 orang (52,9%) tidak mengalami KEK.

Hasil analisis statistik mengenai hubungan pengetahuan terhadap kejadian KEK di Wilayah Kerja Puskesmas Sedinginan Kabupaten Rokan Hilir dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hubungan Pengetahuan Terhadap Kejadian KEK

Pengetahuan	Kurang Energi Kronis (KEK)				Total		P value
	KEK		Tidak KEK				
	F	%	F	%	F	%	
Kurang	18	62,1	11	37,9	29	100	0,011
Cukup	5	45,5	6	54,5	11	100	
Baik	1	9,1	10	90,9	11	100	

Berdasarkan Tabel 5. didapatkan hasil penelitian bahwa ibu hamil yang memiliki pengetahuan kurang sebagian besar mengalami KEK 25 responden (55,7%) dan pengetahuan kurang yang tidak mengalami KEK sebanyak 19 responden (44,3%). Ibu hamil dengan pengetahuan yang cukup menunjukkan bahwa 9 responden (64,3%) tidak mengalami KEK, sedangkan 5 responden (35,7%) mengalami KEK. Adapun ibu hamil dengan pengetahuan yang baik, 11 responden (91,7%) tidak mengalami KEK, sementara 1 responden (8,3%) mengalami KEK. Hasil uji *chi-square* maka diperoleh nilai *p-value* <0,05 yaitu 0,009 hal ini diduga bahwa adanya hubungan yang signifikan antara tingkat pengetahuan dengan kejadian KEK, ibu hamil dengan pengetahuan yang baik cenderung memiliki risiko lebih rendah untuk mengalami KEK.

Hasil analisis statistik mengenai hubungan asupan energi terhadap kejadian KEK di Wilayah Kerja Puskesmas Sedinginan Kabupaten Rokan Hilir dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hubungan Asupan Energi Terhadap Kejadian KEK

Asupan Energi	Kurang Energi Kronis (KEK)				Total		P value
	KEK		Tidak KEK				
	F	%	F	%	F	%	
Sangat Kurang	14	82,4	3	17,6	17	100	0,001
Cukup	10	29,4	24	70,6	34	100	

Berdasarkan Tabel 6. dapat dilihat bahwa ibu hamil yang memiliki asupan energi kurang cenderung mengalami KEK yaitu sebanyak 28 responden (59,6%), sedangkan ibu hamil yang memiliki asupan energi cukup cenderung tidak mengalami KEK yaitu sebanyak 20 responden (87%). Hasil uji *chi-square* diketahui nilai *p-value* <0,05 yaitu 0,000, hal ini diduga bahwa adanya hubungan yang signifikan antara tingkat asupan energi dengan kejadian KEK, di mana ibu hamil dengan asupan energi yang lebih baik cenderung memiliki risiko lebih rendah untuk mengalami KEK. Nilai *Odds Ratio* = 9,285 yang berarti ibu hamil dengan asupan energi kurang berisiko 9,285 kali lebih besar mengalami KEK.

Penelitian ini melibatkan seluruh kelas ibu hamil di wilayah kerja puskesmas sedinginan, baik trimester 1, 2, dan 3, dengan total responden sebanyak 70 responden. Mayoritas responden dalam penelitian ini adalah ibu hamil rentang usia 20-25 tahun, trimester 2, dan pendidikan rata-rata adalah pendidikan dasar.

Pengetahuan

Penelitian sejalan dengan penelitian (Nuryanti *et al.*, 2022) yang mengungkapkan bahwa sebagian besar responden yaitu 78,3% ibu yang mengalami KEK memiliki pengetahuan kurang dengan nilai signifikansi sebesar *p-value* 0,007. Data pengetahuan kurang pada kelas ibu hamil setelah diamati rata-rata dominan pada kelas ibu hamil edukasi lebih mendemonstrasikan masalah perawatan prenatal, dan persiapan persalinan dengan edukasi gizi pada hal umum saja, ini tergambar dari jenis kuesioner tertutup dengan pertanyaan yang diberikan positif dan negatif dengan rata-rata jawaban terendah pada dampak KEK, dan jika dihubungkan bahwa rata-rata pendidikan ibu hamil masih pada pendidikan dasar yaitu 43 responden (61,5%). Ibu dengan tingkat pendidikan yang lebih rendah cenderung memiliki pengetahuan yang terbatas tentang gizi dan kesehatan, yang dapat menyebabkan asupan gizi yang tidak memadai selama kehamilan dengan demikian meningkatkan risiko KEK, karena ibu tidak mengetahui pentingnya pola makan yang seimbang dan gizi yang cukup untuk mendukung kesehatan mereka dan perkembangan janin. Sebaliknya, ibu dengan pendidikan yang lebih tinggi umumnya memiliki akses yang lebih baik ke informasi kesehatan dan cenderung lebih sadar akan pentingnya gizi, sehingga lebih mampu mencegah kejadian KEK (Harna dkk., 2023).

Pengetahuan Ibu tentang gizi, pemilihan makanan dan kebiasaan diet dipengaruhi oleh pengetahuan, sikap terhadap makanan dan praktek atau perilaku pengetahuan tentang gizi melandasi pemilihan makanan. Pendidikan formal dari ibu rumah tangga sering kali mempunyai asosiasi yang positif dengan pengembangan pola-pola konsumsi makanan dalam keluarga. Studi menunjukkan

bahwa jika tingkat pendidikan dari ibu meningkat akan mempengaruhi tingkat gizi yang baik (Pohan dkk., 2022). Tingkat pengetahuan gizi menunjukkan betapa pentingnya pengetahuan tentang kehamilan bagi ibu hamil. Oleh karena itu, pendidikan kesehatan yang baik dan terjangkau harus menjadi prioritas untuk semua ibu hamil (Harna dkk., 2023). Penelitian Wati *et al.* (2024) menjelaskan bahwa nilai hubungan pengetahuan dan KEK yaitu *p-value* 0,023 yang berarti terdapat hubungan antar pengetahuan dengan KEK.

Ibu hamil yang memiliki pengetahuan kurang dan cukup mengenai kesehatan sering kali mengalami kondisi KEK sebagai dampak dari informasi yang tidak memadai mengenai gizi dan perawatan diri selama kehamilan. Pada ibu hamil dengan pengetahuan kurang, terdapat beberapa faktor yang berkontribusi, seperti akses yang terbatas terhadap sumber informasi yang akurat, rendahnya tingkat pendidikan, serta minimnya komunikasi sehat dengan tenaga medis. Kurangnya pemahaman tentang pentingnya asupan gizi yang cukup dapat menyebabkan mereka tidak memenuhi kebutuhan gizi yang diperlukan untuk mendukung kesehatan ibu dan perkembangan janin.

Sementara itu, ibu hamil dengan pengetahuan cukup cenderung memiliki informasi yang lebih baik, namun pengetahuan tersebut belum cukup mendalam untuk sepenuhnya mencegah KEK dan KEK muncul sebelum kehamilan sehingga butuh edukasi yang lebih dini. Ibu hamil yang memahami pentingnya gizi, tetapi masih menghadapi tantangan dalam menerapkan pengetahuan tersebut ke dalam kebiasaan sehari-hari, baik karena keterbatasan ekonomi, akses ke makanan bergizi yang terbatas, atau bahkan ketidakpahaman dalam memilih makanan yang tepat. Oleh karena itu, meskipun ada peningkatan pengetahuan, masih ada kesenjangan antara pemahaman dan praktik yang tepat yang dapat membantu mencegah KEK dalam kehamilan.

Pengetahuan merupakan hasil "tahu" dan terjadi setelah orang mengungkapkan kepeduliannya terhadap suatu objek tertentu. Pengetahuan atau kognitif merupakan domain yang sangat penting untuk terbentuknya tindakan seseorang (*Over Behavior*). Pengalaman dan penelitian ternyata perilaku didasari oleh pengetahuan (Notoadmojo, 2003). Pengetahuan ibu hamil merupakan pemahaman dan kepedulian tentang hal yang diperoleh dari pengalaman, pendidikan, atau observasi yang berperan penting dalam membentuk perilaku dan tindakan seseorang, termasuk dalam konteks pemilihan makanan dan kebiasaan sehari-hari (Harna dkk., 2023). Hal ini didukung dari penelitian Afriani dkk. (2025), di Dusun Tundung, Desa Mantang NTB melakukan gerakan peduli gizi pada ibu hamil melalui intervensi berbasis edukasi gizi dengan hasil rata-rata peningkatan berat badan rata-rata ibu hamil naik 1,5-2 kg, dan didukung peningkatan proporsi ibu hamil dengan status gizi normal dari 40% menjadi 68%, serta terjadi penurunan prevalensi KEK dari 28% turun menjadi 12%.

Keberadaan informasi sangat penting untuk mengubah perilaku seseorang (Khomsan, 2021). Ibu dengan pengetahuan yang baik akan memberikan asupan yang cukup terhadap bayinya (Winarsih, 2019). Berdasarkan penelitian Harna *et al.* (2024) dari 140 ibu hamil menunjukkan terdapat korelasi yang signifikan antara tingkat pengetahuan dengan kejadian KEK ($p < 0,05$), dengan nilai *odds ratio* sebesar 0,223. Ibu hamil dengan pengetahuan rendah mempunyai peluang 0,223 lebih tinggi terkena KEK dibandingkan ibu hamil dengan pengetahuan baik.

Pengetahuan mengenai gizi dan kesehatan akan berpengaruh terhadap pola konsumsi pangan. Semakin luas pengetahuan ibu hamil mengenai gizi, maka akan semakin memperhatikan pola konsumsinya yang dapat memenuhi kecukupan gizi dan dapat mempertahankan kesehatan ibu hamil sehingga terhindar dari masalah gizi salah satunya KEK. Penelitian sejalan dengan penelitian Nadrah dkk. (2024) dengan jumlah responden 30 yaitu 15 ibu hamil status gizi normal dengan pengetahuan baik 66,7% dan 15 ibu hamil KEK dengan pengetahuan kurang 93,3%, dari hasil analisis uji *chi-square* diperoleh nilai *p-value* 0,002, yang berarti ada hubungan yang signifikan antara pengetahuan dengan pada ibu hamil di Puskesmas Antang Perumas.

Adanya pengetahuan tentang kebutuhan gizi ibu hamil juga memotivasi ibu hamil untuk selalu mengonsumsi gizi seimbang, dan berusaha untuk mencegah terjadinya KEK. Hasil penelitian sejalan penelitian Mahendika dkk. (2023) dimana terdapat hubungan pengetahuan dengan kejadian KEK pada ibu hamil di Puskesmas Andalas, dengan nilai *Odds Ratio* = 7,800 artinya responden yang memiliki pengetahuan kurang beresiko 7,800 kali mengalami KEK dibanding dengan responden yang memiliki pengetahuan tinggi. Penelitian oleh Fitriani *et al.* (2024) menunjukkan hubungan signifikan antara tingkat pengetahuan gizi dengan *p-value* 0,0002 dengan kejadian KEK pada ibu hamil, menegaskan pentingnya edukasi gizi untuk mencegah KEK dan risiko kelahiran bayi dengan berat badan rendah.

Pengetahuan ibu berpengaruh terhadap kejadian KEK, hal ini disebabkan karena tingkat pengetahuan gizi seseorang berpengaruh terhadap sikap dan perilaku dalam pemilihan makanan yang

pada akhirnya akan berpengaruh pada keadaan gizi individu yang bersangkutan. Semakin tinggi tingkat pengetahuan gizi seseorang diharapkan semakin baik pula keadaan gizinya. Tingkat pendidikan dan pengetahuan yang lebih tinggi akan memudahkan seseorang atau masyarakat untuk menyerap informasi dan mengimplementasikannya dalam perilaku dan gaya hidup sehari-hari. Pengetahuan ibu merupakan segala sesuatu yang diketahui oleh ibu tentang zat makanan yang diperlukan oleh pertumbuhan dan kesehatan janin dan ibu hamil. Ibu hamil yang memerlukan perhatian khusus, terutama dalam hal makanan agar asupan gizi yang diberikan dapat seimbang. Gizi seimbang pada ibu hamil berguna untuk memenuhi kebutuhan ibu dan janin yang dikandungnya. Hal tersebut dikarenakan ibu hamil merupakan kelompok yang rentan akan zat gizi dan diperlukan pemantauan khusus masalah gizi. Penelitian Sawadogo *et al.* (2024) mengungkapkan bahwa tingkat pendidikan yang rendah meningkatkan risiko KEK di kalangan remaja putri dan ibu muda di Afrika Sub-Sahara, menekankan pentingnya program edukasi gizi bagi kelompok rentan.

Asupan Energi

KEK adalah hasil dari ketidakseimbangan antara asupan energi dan pemenuhan kebutuhan energi tubuh. KEK kondisi saat tubuh tidak mendapatkan cukup energi dari makanan yang dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan energi dasar. Saat tubuh mengalami fase ini maka tubuh akan mencari sumber energi lain dalam memenuhi kebutuhan metabolisme. Salah satu sumber energi alternatif adalah dengan menggunakan cadangan lemak dari dalam tubuh. Lemak pada dasarnya bahan pengganti saat asupan energi tidak mencukupi, saat penggunaan lemak terus berlangsung tanpa diimbangi dengan asupan energi maka tubuh akan menggunakan protein yang ada pada hati dan otot sebagai sumber energi. Proses pemecahan protein dan lemak tidak akan ideal jika selalu dilakukan pengulangan tiap harinya karena protein dan lemak bukan memiliki peran utama dalam menghasilkan energi. Salah satu tanda fisik dari kondisi ini adalah kehilangan massa otot, yang teridentifikasi pada ukuran lingkaran lengan atas (Harna dkk., 2023).

Berdasarkan teori *Fetal Programming*, menurut teori ini seorang ibu hamil yang mengalami malnutrisi atau kekurangan gizi akan menyebabkan bayi yang dikandungnya mengalami asupan makanan yang kurang terhadap pertumbuhannya. Ibu yang kurang gizi pada umumnya mempunyai kapasitas fisik yang kurang ideal yang akan berpengaruh terhadap kapasitasnya dalam memberikan pelayanan secara ideal pada keluarga terutama janin yang dikandungnya (Kadir, 2021). Kebutuhan gizi selama kehamilan harus diperhatikan dalam pemenuhan gizi ibu dan janin. Rekomendasi gizi setiap negara biasanya berbeda-beda. Bila di Indonesia rekomendasi merujuk pada Angka Kecukupan Gizi (AKG) (Fikawati dkk., 2015).

Hamil mengkompensasi sekitar 5 persen per hari peningkatan aktivitas metabolisme dan meningkatkan aktivitas otot, sehingga menghasilkan kehamilan berkualitas baik. Tambahan asupan energi ibu hamil trimester kedua dan ketiga kurang lebih sebesar 300 kkal. Trimester pertama, ibu seringkali mengalami kehilangan nafsu makan, sehingga usahakan untuk mengonsumsi tambahan energi sebesar 180 kkal per hari dari kebutuhan (Hardinsyah dan Supriasa, 2024). Asupan energi yang memenuhi kebutuhan energi pada prinsipnya dapat didefinisikan dari pertimbangan fisiologis keseimbangan energi. Asupan energi dari makanan dan minuman sesuai dengan pengeluaran energi total, sehingga terjadi keseimbangan energi bagi tubuh, hal ini berarti bahwa total energi yang diukur pada keseimbangan energi dapat menjadi dasar nilai asupan energi atau kebutuhan energi acuan (Goldberg, 2003).

Trimester pertama kehamilan asupan makan yang disarankan agar makan dengan porsi yang tidak terlalu banyak tapi frekuensi sering. Selama periode trimester pertama, pilih makanan yang kering serta tidak berkuah. Trimester kedua kehamilan nafsu makan ibu hamil akan mulai normal. Saat usia kandungan 4 hingga 6 bulan, ibu hamil bisa makan 3 kali sehari. Trimester ketiga kehamilan nafsu makan ibu hamil normal tetapi harus memilih dan memperhatikan jenis makanan dan keadaan berat tubuh ketika memasuki usia kehamilan trimester tiga. Berat badan berlebih biasanya pada trimester ini tidak mengalami mual muntah (Winarsih, 2019). Asupan energi yang berbeda beda tiap trimesternya memiliki hubungan dengan KEK ini sejalan penelitian Erna *et al.* (2024) dari 100 ibu hamil terdapat 49% asupan energi kurang dan 54% asupan energi cukup (51%) asupan energi yang kurang mempunyai kemungkinan untuk melahirkan bayi dengan berat badan lahir rendah dibandingkan dengan ibu dengan asupan energi yang cukup, dengan (*p-value* 0,002) yang berarti asupan energi signifikan dengan KEK pada ibu hamil. Kemudian Asupan energi memiliki hubungan dengan KEK yaitu sejalan penelitian Izzati and Mutalazimah (2022), dengan Rancangan penelitian adalah tinjauan kritis terhadap 10 artikel terkait hubungan asupan energi KEK pada ibu hamil dari *database* 7 artikel jurnal bereputasi nasional dan 3 artikel jurnal bereputasi internasional dalam 10 tahun terakhir, hasil uji multivariat pada 4 artikel asupan

energi mempunyai pengaruh paling dominan terhadap KEK. Penelitian oleh Afrinis *et al.* (2020) mengungkapkan bahwa asupan energi di bawah 80% dari Angka Kecukupan Gizi dan pembatasan makanan selama kehamilan meningkatkan risiko KEK di daerah pedesaan Sungai Sembilan, Riau. Penelitian oleh Fitriani *et al.* (2024) juga membahas bahwa asupan energi (*p-value* 0,0022) berhubungan signifikan dengan kejadian KEK.

Asupan gizi saat ibu hamil akan sangat berpengaruh pada *outcome* kehamilan. Status gizi dan kesehatan ibu sebelum hamil, selama hamil dan selama menyusui. Pada manusia, masa ini disebut 1000 Hari Pertama Kehidupan (HPK) dan dihitung dari 270 hari kehamilan dan 730 hari kehidupan pertama bayi (sampai anak berusia 2 tahun), Masa ini merupakan masa yang sensitif, karena dampak kekurangan gizi pada bayi pada masa ini bersifat permanen dan tidak dapat diubah. Pengaruh tersebut tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan fisik, tetapi juga perkembangan mental dan intelektual (Simbolon dkk., 2018).

Kehamilan menyebabkan meningkatnya metabolisme energi. Karena itu, kebutuhan energi dan zat gizi lainnya meningkat selama kehamilan. Peningkatan energi dan zat gizi tersebut diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan janin, penambahan besarnya organ kandungan, serta perubahan komposisi dan metabolisme tubuh ibu. Sehingga kekurangan zat gizi tertentu yang diperlukan saat hamil. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Mahendika dkk. (2023) dimana berdasarkan hasil uji statistik *chi square* diperoleh *p-value* sebesar 0,009 yang berarti terdapat hubungan yang bermakna antara asupan energi dengan kejadian KEK. Jika asupan energi ibu hamil mencukupi kebutuhan akan menjadikan status gizi ibu hamil baik. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Harna *et al.* (2024), menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara asupan energi dengan kejadian KEK pada ibu hamil ($p < 0,05$). Sebanyak 65,5% responden dengan asupan energi kurang mengalami KEK. Hasil statistik menunjukkan nilai OR sebesar 0,392 yang berarti ibu hamil yang asupan energinya tidak mencukupi memiliki kemungkinan 0,392 kali lebih besar untuk mengalami KEK dibandingkan dengan ibu hamil yang asupan energinya cukup.

KEK terjadi karena asupan makanan yang tidak sesuai dengan kebutuhan. Ibu hamil memerlukan asupan makanan yang lebih, karena selain digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan dirinya sendiri juga harus berbagi dengan janin yang dikandungnya. Asupan makanan menentukan status gizi ibu hamil, ketika ibu hamil tidak terpenuhi kebutuhan energinya, janin yang dikandungnya juga berisiko mengalami kekurangan gizi, sehingga pertumbuhan dan perkembangan janin menjadi terhambat.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil uji univariat pengetahuan kurang 44 responden (62,9%), pengetahuan cukup 14 responden (20%), dan pengetahuan baik 12 responden (17,1%). Berdasarkan asupan energi, mayoritas responden memiliki asupan energi yang kurang 47 responden (67,1%), asupan energi normal 18 responden (25,7%) dan asupan energi lebih 5 responden (7,2%). Status gizi ibu hamil yang tidak mengalami KEK sebanyak 39 responden (55,7%) dan 31 responden (44,3%) mengalami KEK. Hasil uji bivariat terdapat hubungan yang signifikan antara pengetahuan (*p-value* 0,009) dan asupan energi (*p-value* 0,000) nilai OR 9,285 dengan KEK pada ibu hamil. Simpulan terdapat hubungan pengetahuan dan asupan energi dengan KEK pada ibu hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Sedinginan Kabupaten Rokan Hilir. Berdasarkan hasil penelitian ini, ditemukan bahwa terdapat asupan energi ibu hamil rata-rata kurang dan pengetahuan kurang. Pengetahuan yang sering didemonstrasikan adalah tentang ANC oleh karena itu peran ahli gizi kunjungan untuk intervensi kelas ibu hamil memotivasi ibu sehingga edukasi dan konseling dapat meningkatkan minat dan emotivasi penerapan edukasi yang difokuskan pada materi tentang pentingnya sarapan, membatasi garam, penambahan porsi karbohidrat, protein, bahan pengganti yang mudah didapat dan sesuai dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat, serta cara penyusunan menu seimbang yang sederhana dan bergizi, lemak dan gula yang berlebihan. Mengikut sertakan orang terdekat yang bisa memberi dorongan kepada ibu hamil sehingga Kualitas dan kuantitas asupan makan pada setiap waktu makan pagi, siang, malam, serta selingan, yang menjadi perhatian utama dalam pemenuhan gizi seimbang terpenuhi. Edukasi gizi yang menekankan pentingnya kombinasi karbohidrat kompleks, protein berkualitas tinggi, lemak sehat, serta vitamin dan mineral dari sayur dan buah sangat diperlukan agar ibu hamil dapat mengatur pola makan yang sesuai dengan kebutuhannya dan mendukung pertumbuhan optimal janin.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, N., N. F. Ningsih, dan E. D. Wahyuni. 2025. Gerakan Peduli Gizi: Pencegahan Kek pada Ibu Hamil Trimester I di Dusun Tundung, Desa Mantang, Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3 (1), 93-98. DOI:10.58540/sambarapkm.v3i1.733
- Afrinis, N., B. Verawati., E. R. Rizqi., W. Lasepa., A. Alini, and N. Syuryadi. 2020. Energy Intake and Food Restriction as Determinant Factors Of Chronic Energy Deficiency Among Pregnant Women in Rural Areas of Sungai Sembilan, Riau, Indonesia. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 8(4); 235–241. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.9042>
- Almatsier, S. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 337 hal.
- ASDI (Asosiasi Dietisien Indonesia). 2023. *Penuntun Diet dan Terapi Gizi Edisi 4*. Jakarta. Buku Kedokteran EGC. 403 hal.
- Astuti, C., R. Majid, and F. Prasetya. 2022. Chronic Energy Deficiency in Women from Muna District: Association with Body Image and Knowledge. *Diversity: Disease Preventive of Research Integrity*, 2 (2); 76–83. <https://doi.org/10.24252/diversity.v2i2.21442>.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2023. *Profil Statistik Kesehatan 2023*.
- Dewi, L. A. K. S., I. M. Suarjana, dan P. I. A. Eka. 2022. Hubungan Tingkat Pengetahuan dan Asupan Energi dengan (KEK) Pada Siswi SMP 1 Sidemen. *Journal of Nutrition Science*, 11(3); 174-178.
- DINKES (Dinas Kesehatan). 2022. *Profil Kesehtana Provinsi Riau 2021*.
- Erna, K.W., R. Murwani., M. I. Kartasurya, and S. Sulistiyani. 2024. Determinants of Chronic Energy Deficiency (CED) Incidence in Pregnant Women: A Cross-Sectional Study in Banyumas, Indonesia. *Narra Journal*, 4 (1); 1-8 <http://doi.org/10.52225/narra.v4i1.742>
- Fikawati, S., A. Syafiq, dan K. Karima. 2015. *Gizi Ibu dan Bayi*. Rajawali Pers. Depok. 236 hal.
- Fitriani., Yarmaliza, and T. N. Farisni. 2024. Analyzing the level of Knowledge, Food Consumption Diversity and Nutritional Intake On Chronic Energy Deficiency Among Pregnant Women in Stunting Prevention. *European Journal of Medical and Health Sciences*, 6(2); 45–52.
- Goldberg. 2003. *Encyclopedia of food sciences and nutrition (2nd ed)*. Academic Press. Denmark. 420 hal
- Hardinsyah dan D. N. Supariasa. 2024. *Ilmu Gizi: Teori dan Aplikasi*. EGC. Jakarta. 622 hal.
- Harna., A. M. A. Irawan., Rahmawati, dan M. Sa'pang. 2023. *Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil*. Penamuda Media. Yogyakarta. 120 hal.
- Harna., Rahmawati., A. M. A. Irawan, and M. Sa'pang. 2024. Prevalence and Determinant Factors of Chronic Energy Deficiency (CED) in pregnant Women. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 9(1); 65-73 DOI: <http://dx.doi.org/10.30867/action.v9i1.1443>
- Izzati, R. F. and M. Mutalazimah. 2022. Energy, Protein Intake, and Chronic Energy Deficiency in Pregnant Women: A Critical Review. *Advances in Health Sciences Research*, 49(4); 70-77.
- Kadir, S. 2021. *Gizi Masyarakat*. Absolute Media. Yogyakarta. 199 hal.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2023. *Buku Kesehatan Ibu dan Anak (KIA)*. Jakarta. 96 hal.
- _____. 2022. *Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah Tahun 2021*. Kementerian Kesehatan RI.
- _____. 2018. *Laporan Nasional riskesdas 2018*.
- _____. 2023. *Pemberian Makanan Tambahan (PMT) Berbahan Pangan Lokal untuk Balita dan Ibu Hamil*. Jakarta: Kemenkes RI
- Khomsan, A. 2021. *Teknik Pengukuran Pengetahuan Gizi*. IPB Press. Bogor. 88 hal.
- Kun, H., L. Zhao., Q. Guo., D. Yu., Y. Yang., Q. Cao., X. Yuan., L. Ju., S. Li., X. Cheng., X. Xu, and H. Fang. 2022. Comparison of the 24 h Dietary Recall of Two Consecutive Days, Two Non-Consecutive Days, Three Consecutive Days and Three Non-Consecutive Days for Estimating Dietary Intake of Chinese Adult. *Nutrients*, 14(9): 2-14 <https://doi.org/10.3390/nu14091960>.
- Mahendika, D., M. Yuliani., Supriatin, dan D. Ivantaria. 2023. Kurang Energi Kronis (KEK) pada Ibu Hamil. *Health Science Journal*, 6(2); 16368-16375 <http://studentjournal.umpo.ac.id/index.php/HSJ>.
- Nadrah, N., R. Handayani, dan F. Fatwiany. 2024. Hubungan Pengetahuan Ibu Hamil Tentang Gizi dengan Kejadian Kurang Energi Kronik pada Kehamilan. *Jurnal Mercusuar*, 7(1); 011–017. <https://doi.org/10.36984/jkm.v7i1.414>

- Nafiah, U., N. Aryanti., Arsulfa., R. H. Lestari., D. Waluyo., S. A. Yusuf., Supyati., N. I. Nasruddin., Suryanti., D. Sari., A. T. Kawareng., J. Syah, dan A. Y. Pomalingo. 2023. *Kesehatan dan Gizi Ibu Hamil*. Eureka Media Aksara. Jawa Tengah. 209 hal.
- Nuryanti, P., Rukamini, and P. Azzahroh. 2022. Factors Associated with the Incidence of Chronic Energy Deficiency in Pregnant Women. *Pregnancy Journal*, 11(2); 123-133
- Notoadmojo, S. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat: Prinsip-Prinsip Dasar Cet.2*. Rineka Cipta. Jakarta. 214 hal
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 28. 2019. *Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia*.
No 41. 2014. *Pedoman Gizi Seimbang*
- Pohan, A., Mahyunidar, dan S. P. Puspan. 2022. *Pengetahuan Gizi Kehamilan: Kekurangan Energi Kronik*. Foryhisa Karya. Yogyakarta. 58 hal.
- Simbolon dan B. Batbual. 2019. *Pencegahan Stunting Periode 1000 Hari Pertama Kehidupan Melalui Intervensi Gizi Spesifik pada Ibu Hamil Kurang Energi Kronis*. Deepublish. Yogyakarta. 139 hal.
- Simbolon, D., Jumiyati, dan A. Rahmadi. 2018. *Pencegahan dan Penanggulangan Kurang Energi Kronik (KEK) dan Anemia pada Ibu Hamil*. Depublish. Yogyakarta. 78 hal.
- Triyawati, L. and E. Yuliani. 2023. Knowledge, Education, and Information Affect Chronic Energy Deficiency Among Pregnant Mothers in the Area of Public Health Center Balen, Bojonegoro, Indonesia. *Majalah Obstetri & Ginekologi*, 31(1); 1–10.
<https://doi.org/10.20473/mog.v31i12023.1-10>.
- UNICEF (United Nations Internasional Children's Emergency). 2023. *Maternal Nutrition In Indonesia Landscape Analysis And Recommendations*.
- Wati, E. K., R. Murwani., M. I. Kartasurya and S. Sulistiyani. 2042. Determinants of Chronic Energy Deficiency (CED) Incidence In Pregnant Women: A Cross-Sectional Study in Banyumas, Indonesia. *Asian Journal of Clinical Nutrition*, 14(1); 1–8. <http://doi.org/10.52225/narra.v4i1.74>
- Wawan, A. dan M. Dewi 2021. *Teori & Pengukuran Pengetahuan, Sikap dan Perilaku Manusia*. Yogyakarta. Nuha Medika. 132 hal.
- WHO (World Health Organization). 2023. World Health Statistics.
- Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi X. 2012. *Presentasi dan poster*. BPS, Depkes, Badan POM, Bappenas, Deptan dan Ristek. Jakarta
- Winarsih. 2019. *Pengantar Ilmu Gizi dalam Kebidanan*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 192 hal.

PENGARUH PEMBERIAN INFUSA BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea* L.) DALAM AIR MINUM TERHADAP PERFORMA BURUNG PUYUH PERIODE PRA-PRODUKSI

*(The Effect of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* L.) Infusion in Drinking Water on the Performance of Pre-Production Quails)*

Kristo Girsang, Kusna Zai, Anania Zega, Indra Panggabean, Diva Saragih, Iis Yuanita*

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah

*email: iis.yuanita@pet.upr.ac.id

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of butterfly pea flower infusion (*Clitoria ternatea* L.) in drinking water on the performance of quail (*Coturnix coturnix japonica*) during the pre-production period. The butterfly pea flower infusion was obtained by mixing 1 kg of dried flowers with 4 L of water at 90°C. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 6 replications. Each replication consisted of 4 one-week-old quail with an initial weight of 15.53 ± 1.36 g per bird. The butterfly pea flower infusion treatments included P0 (drinking water without butterfly pea flower infusion), P1 (drinking water + 0.1% infusion), P2 (drinking water + 0.2% infusion), and P3 (drinking water + 0.3% infusion). The observed variables included feed intake, water intake, body weight gain, feed conversion, and first laying age. The results showed that the administration of butterfly pea flower infusion had no effect ($P > 0.05$) on all quail performance variables during the pre-production period. However, numerically, the best weight gain was found in quail given 0.2% butterfly pea flower infusion. It can be concluded that the administration of butterfly pea flower infusion in drinking water has no negatively affect to quail performance, so it can be used as an alternative natural additive in drinking water.

Keywords: Butterfly pea flower infusion, pre-production, infusion, performance

PENDAHULUAN

Peternakan burung puyuh merupakan salah satu alternatif penghasil telur dan daging yang cukup produktif selain peternakan ayam dan itik petelur (Setyaningrum & Nugroho, 2021). Burung puyuh dengan nama latin *Coturnix coturnix japonica* ini memiliki ukuran tubuh yang kecil sehingga dalam pemeliharaannya tidak memerlukan lahan yang luas. Produksi telur burung puyuh mencapai 250-300 butir per tahun dengan bobot rata-rata per telur 10 g serta umur pertama kali bertelur burung puyuh adalah 41 hari, sehingga bisnis burung puyuh semakin digemar (Mone *et al.*, 2016).

Beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas burung puyuh yaitu manajemen pemeliharaan, pakan, dan kandang. Pemberian pakan merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan suatu usaha peternakan produksi ternak. Pakan yang baik harus memenuhi kandungan nutrisi selain itu juga perlu diberikan *feed aditif* yang berasal dari bahan alami yang aman untuk diberikan salah satunya adalah bunga telang (*Clitoria ternatea* L.). Konsumsi Pakan adalah banyaknya pakan yang diberikan dikurangi sisa pakan yang menunjukkan rata-rata jumlah pakan yang dikonsumsi seekor burung puyuh sesuai dengan periode yang ditentukan. Sari *et al.* (2023), menjelaskan bahwa konsumsi pakan dapat dipahami sebagai suatu mekanisme penting dalam pemeliharaan ternak, yaitu proses masuknya sejumlah zat gizi yang terkandung di dalam ransum. Menurut Gaol *et al.*, (2015) menyakan bahwa konsumsi ransum dipengaruhi oleh berbagai aspek, antara lain kualitas pakan, umur dan bobot badan ternak, tingkat aktivitas, palatabilitas, tingkat produksi, serta manajemen pemeliharaannya. Selain konsumsi pakan, konsumsi air minum juga merupakan faktor penentu utama dalam optimasi performa produksi ternak. Terdapat hubungan yang linear antara asupan air dengan konsumsi pakan. Penelitian pemeliharaan burung puyuh, konsumsi air minum merupakan parameter fisiologis penting.

Rotikan *et al.* (2018) menjelaskan bahwa umur pertama kali burung puyuh mulai bertelur pada kisaran 41 sampai dengan 43 hari. Rentang waktu tersebut setara dengan kurang lebih enam minggu umur pemeliharaan. Hal ini menunjukkan bahwa pada usia tersebut burung puyuh telah mencapai tingkat kematangan fisiologis dan reproduktif yang ditandai dengan dikeluarkannya telur pertama, sehingga dapat dijadikan acuan dalam menentukan masa awal produksi pada fase pemeliharaan. Burung puyuh dengan bobot tubuh sekitar 90 hingga 100 gram umumnya mulai memasuki fase bertelur pada umur 35 hingga 42 hari, Peneliti tersebut menegaskan bahwa tingkat produksi telur dipengaruhi oleh beberapa faktor penting,

antara lain strain yang digunakan, umur pertama kali bertelur, serta jumlah pakan yang dikonsumsi (Diwayani *et al.*, 2012). Untuk menjamin produktivitas burung puyuh, maka pertumbuhan pada fase pra produksi sangat penting untuk diperhatikan agar bobot badan maupun organ reproduksinya dapat berkembang dengan baik. Salah satu upaya peningkatan pertumbuhan burung puyuh adalah dengan pemberian bahan aditif yang mengandung senyawa aktif yang baik untuk kesehatan dan performa burung puyuh. Bahan aditif yang akan diberikan pada penelitian ini berupa infusa bunga telang melalui air minum burung puyuh.

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan tanaman yang dikenal luas sebagai sumber bahan alami yang kaya akan senyawa bioaktif. Penelitian terbaru yang dilakukan Abriyani *et al.* (2022) mengemukakan bahwa bunga telang pada uji fitokimia daun bunga telang memiliki kandungan senyawa *alkaloid, flavonoid, saponin, kuinon, polifenol, tannin, triterpenoid*. Beberapa tahun terakhir, tepung bunga telang telah mendapatkan perhatian sebagai pakan tambahan dalam industri peternakan, khususnya unggas. Kandungan nutrisi dan sifat fungsional dari tepung bunga telang, termasuk aktivitas antioksidan dan antibakteri, menjadikannya bahan yang potensial untuk meningkatkan performa ternak. Penelitian Yuanita *et al.* (2025) menyatakan bahwa produksi ayam pedaging dapat ditingkatkan melalui pemberian tepung bunga telang, terutama pada level 4% dalam ransum. Peningkatan ini terlihat dari pertumbuhan yang lebih baik, penurunan jumlah total koliform, serta bertambahnya bobot relatif organ dalam dan jaringan limfoid pada ayam broiler. Penelitian terbaru Mujnisa *et al.* (2025) menjelaskan bahwa pemberian ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*) pada ayam pedaging berpotensi menurunkan stres oksidatif, memperbaiki kesehatan usus, dan menghasilkan karkas yang lebih baik, sehingga keunggulan dari bunga telang ini diharapkan dapat mempengaruhi produksi ternak puyuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan mengevaluasi pengaruh pemberian infusa bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dalam air minum terhadap performa produksi burung puyuh.

BAHAN DAN METODE

TEMPAT DAN WAKTU

Penelitian dilaksanakan di Kandang Percobaan Program Studi Peternakan, Jurusan Budidaya Pertanian, Universitas Palangka Raya, waktu pelaksanaan penelitian selama 3 bulan pemeliharaan yakni Juli hingga Oktober 2025.

PROSEDUR PENELITIAN

a. Alat dan bahan

Peralatan penelitian yang akan digunakan meliputi 24 unit kandang petak ukuran standar (27 x 35 cm²), lampu pijar 5 Watt 24 unit, tempat pakan 24 unit, tempat air minum 24 unit, timbangan digital ketelitian 0,01 gram/kg, gelas ukur, spuit 10 cc, kalkulator, alat tulis, kamera *handphone*, kompor gas, dan panci serta berbagai perlengkapan seperti, koran, sekam padi, kertas label, plastik.

Bahan penelitian yang akan digunakan meliputi 96 ekor burung puyuh (umur 7 hari), ransum yang diberikan adalah BR 1 untuk umur 1- 42 hari dan umur 43 hari – 98 hari menggunakan pakan comfeed khusus puyuh yang memasuki fase produksi, infusa bunga telang, dan desinfektan.

b. Prosedur penelitian

Penelitian ini menggunakan 24 unit kandang standar 27x35 cm yang telah didesinfeksi dan dilengkapi dengan fasilitas penerangan (lampu pijar), tempat pakan, dan tempat minum. Lampu kandang diaktifkan satu hari sebelum kedatangan subjek. Sebanyak 24 ekor bibit burung puyuh (umur 7 hari) diperoleh dari Peternakan Barokah Farm, Palangka Raya. Sebelum perlakuan, burung puyuh diadaptasikan selama 3 hari terhadap lingkungan, air minum, dan pakan standar, serta dicatat berat awalnya. Pada hari ke-4 (umur 11 hari), burung puyuh dialokasikan ke kandang perlakuan yang telah diberi penomoran untuk memulai pemberian perlakuan infusa bunga telang melalui air minum. Selama pemeliharaan pakan yang diberikan berupa pakan komersial.

Infusa dibuat dari bunga telang segar yang dikeringkan. Air dipanaskan hingga suhu 90°C. Setelah api dimatikan, air panas diukur sesuai kebutuhan dan bunga telang kering diseduh dengan perbandingan 1:4 (1 kg bunga telang per 4 liter air) hingga dingin. Infusa yang sudah dingin kemudian disaring. Infusa yang dihasilkan dicampurkan ke dalam air minum ternak sesuai dengan level perlakuan:

P0 : Kontrol (air minum tanpa infusa bunga telang)

P1 : Air minum + 0,1% infusa bunga telang

P2 : Air minum + 0,2% infusa bunga telang

P3 : Air minum + 0,3% infusa bunga telang

Parameter yang diamati meliputi konsumsi air minum (Water Intake/WI) dalam mililiter (ml) dan konsumsi pakan (Feed Intake/FI) dalam gram (g). Konsumsi pakan dihitung sebagai selisih antara pakan yang diberikan dan sisa pakan pada periode pengamatan tertentu. Kedua variabel asupan ini

dianggap krusial karena secara langsung memengaruhi kesehatan, pertumbuhan, dan performa burung puyuh secara keseluruhan. Selanjutnya yang diamati adalah Pertambahan Bobot Badan (PBB), yang disajikan dalam satuan gram/ekor/minggu. PBB merupakan selisih bobot badan pada akhir minggu pengamatan dikurangi bobot badan pada awal minggu pengamatan. Pengukuran PBB ini memberikan indikasi efektivitas pakan dan perlakuan infusa bunga telang dalam mendorong pertumbuhan bobot hidup ternak selama masa penelitian. Efisiensi penggunaan pakan diukur melalui konversi pakan (*feed conversion ratio*/FCR). Perhitungan FCR dilakukan dalam dua fase pemeliharaan berbeda: pada Fase Praproduksi (umur 1-6 minggu), FCR dihitung sebagai perbandingan antara konsumsi pakan (g) dengan bobot badan (g).

ANALISIS DATA

Data yang diperoleh dari pengamatan penampilan burung puyuh dianalisis menggunakan Analisis Varian (*Analysis of Variance* - ANOVA) untuk menguji pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati. Model matematika yang digunakan untuk analisis tersebut adalah: $\Sigma Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$
 Dimana :

Y_{ij} : Hasil pengamatan untuk pengaruh perlakuan yang ke-i dan ulangan ke-j

μ : Nilai tengah umum

j : ulangan (1, 2, 3, 4, 5, 6)

i : perlakuan (P0, P1, P2, P3)

α_i : pengaruh perlakuan pada taraf ke-i

ϵ_{ij} : pengaruh percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j (galat)

Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan, analisis data akan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test* - DMRT) untuk mengidentifikasi perlakuan mana saja yang memiliki perbedaan nyata dan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan infusa bunga telang tidak menunjukkan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap seluruh parameter produksi yang diamati. Pada data penelitian pola perubahan secara numerik memberikan beberapa indikasi perbedaan yang penting untuk diperhatikan. Pengaruh pemberian air minum yang mengandung infusa bunga telang terhadap performa burung uyuh periode pra produksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh infusa bunga telang terhadap performa dan umur pertama bertelur burung puyuh

Parameter	P0	P1	P2	P3
Konsumsi Pakan (g)	17.98 ± 0.82	18.21 ± 1.21	18.21 ± 0.95	18.48 ± 0.69
Konsumsi Minum (ml)	39.26 ± 2.31	37.64 ± 4.88	36.83 ± 2.86	38.36 ± 6.10
PBB (g)	136.73 ± 1.94	136.66 ± 7.03	138.60 ± 8.87	137.66 ± 4.66
FCR	5.62 ± 0.23	5.60 ± 0.34	5.53 ± 0.39	5.64 ± 0.39
Awal Bertelur (hari)	48.33 ± 2.07	47.83 ± 5.04	47.67 ± 3.83	47.17 ± 2.14

Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap semua parameter yang diamati. Namun secara numerik, nilai pertambahan bobot badan yang pada perlakuan infusa bunga telang lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan senyawa aktif yang dikandung bunga telang dapat meningkatkan kesehatan saluran pencernaan sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pakan menjadi bobot badan. Hal ini didukung oleh penelitian Yuliasari *et al.* (2023) yang menemukan bahwa seduhan simplisia bunga telang mengandung senyawa flavonoid, antosianin, dan sifat antioksidan yang tinggi. Kandungan antosianin di bunga telang juga telah dikonfirmasi oleh Ramdan & Alviansyah (2024) melalui uji differensial pH, yang memperlihatkan bahwa ekstrak etanol bunga telang mengandung antosianin dalam konsentrasi signifikan. Aktivitas antioksidan antosianin ini bisa jadi berkontribusi dalam menurunkan stres oksidatif di tubuh puyuh, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan pakan untuk membentuk bobot badan dan seperti pada P3 dari hasil penelitian.

Flavonoid total bunga telang juga telah diukur oleh Vifta *et al.* (2020) yang melaporkan nilai flavonoid tinggi dan aktivitas antioksidan yang cukup besar menggunakan metode FRAP. Flavonoid ini dapat mendukung penyerapan nutrisi dan stabilitas metabolik, yang mungkin menjelaskan numerik peningkatan konsumsi pakan dan efisiensi konversi pakan (FCR) pada kelompok dengan infusa. Selain itu, infusa bunga telang mungkin juga memberikan efek prebiotik. Hal ini didukung oleh penelitian Vintari

et al. (2024) yang menunjukkan bahwa ekstrak bunga telang terenkapsulasi (maltodekstrin dan gelatin) memiliki potensi untuk mendukung pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus*, menunjukkan aktivitas prebiotik. Jika senyawa prebiotik ini aktif dalam saluran cerna puyuh, ia bisa memodulasi mikrobiota usus sehingga meningkatkan pencernaan dan pertumbuhan konsisten dengan numerik kenaikan pertambahan bobot badan (PBB) di perlakuan P3.

Pertambahan bobot badan yang lebih tinggi pada perlakuan pemberian infusa, juga dipengaruhi oleh konsumsi pakan yang lebih tinggi dapat dilihat pada tabel 1 seperti hasil

KESIMPULAN

Bunga telang dapat diberikan pada burung puyuh periode pra-produksi melalui air minum dalam bentuk infusa, dan berpotensi dalam peningkatan bobot badan burung puyuh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini didanai oleh Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya melalui program PKM tahun anggaran 2025 dengan nomor kontrak 3221/UN24.5/KM/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriyani, E., Yuniarsih, N., Fikayuniar, L., Sulastris, D., Farmasi, F., Buana, U., Karawang, P., & Karawang, I. (2022). Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Clitoria Ternatea L Dan Uji Toksisitas Terhadap Larva Udang Artemia Salina. *Skrining Fitokimia Ekstrak ... Journal of Pharmacopolium*, 5(2), 220–222.
- Mone, D. A. W., Sudjarwo, E., & Muharlien. (2016). admin,+271-698-1-CE. *Jurnal Ternak Tropika*, 17(2), 43–49.
- Mujnisa, A., Amrah, N. A., & Pakiding, W. (2025). Clitoria ternatea Extract as Natural Antibiotic Growth Promoter (AGP) on Broiler Concerning Carcass Quality and Intestine Morphometric. *Asian Journal of Dairy & Food Research*, 44(3).
- Ramdan, S. R. K., & Alviansyah, A. (2024). Penetapan Kadar Antosianin Ekstrak Etanol Bunga Telang (Clitoria ternatea) dengan Metode Differensial pH. *Pharmacy Genius*, 3(1), 1–6.
- Rotikan, F., Lambey, L. J., Bagau, B., & Laihad, J. (2018). PERFORMANS PRODUKSI BURUNG PUYUH BETINA (Coturnix coturnix japonica). *Zootek*, 38(1), 262–269.
- Sari, Y. P., Peternakan, P. S., Pertanian, F., Peternakan, D. A. N., Islam, U., Sultan, N., & Kasim, S. (2023). *Terfermentasi Dalam Ransum Terhadap Konsumsi Ransum , Pertambahan Bobot Badan Dan Konversi Ransum Burung Puyuh Umur 1-35 Hari Badan Dan Konversi Ransum Burung Puyuh Umur 1-35 Hari*. 11681201494.
- Setyaningrum, R. P., & Nugroho, A. T. (2021). Model Dan Teknik Pembibitan Ternak Burung Puyuh Di Kabupaten Bekasi. *Jurnal Abdimas Perbanas*, 2(1), 41–46. <https://doi.org/10.56174/jap.v2i1.376>
- Vifta, R. L., Winarti, N., & Rahayu, S. (2020). Flavonoid total dan potensi antioksidan bunga telang (clitoria ternatea l.) Sebagai tanaman fungsional kabupaten semarang. *Media Informasi Penelitian Kabupaten Semarang*, 2(1), 38–49.
- Vintari, C. E., Yulianti, E., & Ferdinal, F. (2024). Ekstrak Metanol Bunga Telang (Clitoria Ternatea L.): Kapasitas Total Antioksidan Dan Kadar Metabolik Sekunder. *Jurnal Sosial Dan Sains (SOSAINS)*, 4(9).
- Yuanita, I., Chotimah, H., Silitonga, L., & Tambunan, E. (2025). Improvement of Broiler Growth Performance by Feeding Butterfly Pea (Clitoria ternatea L.) Flower Meal. *Journal of Research in Veterinary Sciences*, 5(0), 1. <https://doi.org/10.5455/jrvs.20250319021843>
- Yuliasari, H., Ayuningtyas, L. P., & Erminawati, E. (2023). Identifikasi senyawa bioaktif dan evaluasi kapasitas antioksidan seduhan simplisia bunga telang (Clitoria ternatea L.). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 18(1), 1–9.

KUALITAS FISIK, pH DAN NILAI FLEIGH SILASE TEBON JAGUNG DAN DAUN SINGKONG DENGAN KOMPOSISI YANG BERBEDA

(Physical Quality, pH And Fleigh Value of Corn Straw and Cassava Leafes Silage with Different Compositions)

Jepri Juliantoni*, Arsyadi Ali, Anwar Efendi Harahap, Elfawati & Affan Kholiqul Al Haqqi Lubis

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email korespondensi: jepri.juliantoni@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

The availability of high-quality forage often becomes a challenge in ruminant livestock farming, especially during the dry season or when land is limited. This issue highlights the need for alternative feed sources that are economical, nutritious, and capable of being preserved for extended periods, one of which is through the ensiling process. The combination of corn straw and cassava leaves has the potential to produce high quality silage. This study aims to determine the effect of the comparison of corn straw and cassava leaves on the physical quality, pH, and fleigh value of silage. The research was conducted in March–April 2025 at the Nutrition and Feed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau. This study used an experimental method with a complete randomized design (CRD), consisting of five treatments and four replication. The parameters observed were odor, color, texture, presence of mold, pH, and fleigh value. The results showed that the difference in ingredient composition was significantly ($P < 0.05$) on texture, mold, and fleigh value, but had no effect ($P > 0.05$) on aroma, color, and pH. It can be concluded that the best treatment was a composition of 25% corn straw and 75% cassava leaves with an odor value of 3.38, color of 3.37, texture of 2.93, presence of fungi 3.48, pH of 4.29, fleigh value of 126.54.

Keywords: by-product, fermentation, formulation, physical quality, corn straw

PENDAHULUAN

Produktivitas ternak ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain faktor nutrisi dan pakan. Untuk berproduksi tinggi, ternak tidak hanya membutuhkan bahan pakan yang berkualitas, tetapi juga interaksi antara masing-masing bahan. Efisiensi pakan dapat dicapai menggunakan bahan pakan lokal terutama pemanfaatan bahan pakan asal limbah pertanian ataupun perkebunan. Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif pakan pengganti yang bernutrisi tinggi, murah, mudah didapat dengan harga yang terjangkau dan tersedia sepanjang tahun (Feri 2018). Limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan antara lain adalah tebon jagung.

Tebon jagung adalah bagian jagung yang terdiri dari batang, daun, dan bagian lainnya yang memiliki banyak air (Ahmad *et al.*, 2020). Produk tanaman ini dapat digunakan sebagai pakan ternak. Umur panen jagung memengaruhi nutrisi dalam tebon jagung (Sengkey *et al.*, 2020). Untuk produksi jagung pipilan, jagung manis yang dipanen lebih muda memiliki nutrisi yang lebih banyak daripada tanaman jagung yang dipanen lebih tua (Umam *et al.*, 2014). Tanaman ini biasanya dipanen pada umur 45-65 hari setelah tanam ketika masih dalam fase vegetatif, sehingga memiliki kandungan nutrisi dan palatabilitas yang optimal untuk ternak. Weerakkody *et al.* (2018) menyampaikan bahwa tebon jagung mempunyai komponen bahan kering 36.95 % - 42.345 %, protein kasar 7.21 - 7.67 %, serat kasar 23.71 %- 25.41% serta kandungan energi metabolis 3168.75 kkal/kg -3715.67 kkal/kg. Tetapi tebon jagung memiliki kekurangan protein yang rendah. maka dari itu perlu ditambahkan bahan lain yaitu daun singkong.

Daun singkong adalah sumber daya alam dengan potensi sebagai bahan untuk pakan ternak. Tanaman ini merupakan komoditas yang dapat tumbuh dengan baik, bahkan di tanah berpasir atau jenis tanah lempung yang memiliki kandungan bahan organik rendah serta suhu yang tinggi. Ternak

sangat menyukai daun singkong, yang dikenal memiliki kualitas tinggi, terutama dari segi kandungan proteinnya yang merupakan nutrisi yang sering kali kurang. Daun singkong mengandung protein antara 20% hingga 27% berdasarkan bahan keringnya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai suplemen pakan dengan sumber protein. Ketersediaan daun singkong terus bertambah seiring dengan meluasnya area pertanian dan produktivitas tanaman yang mudah tumbuh. Daun singkong memiliki jumlah nutrisi yang cukup baik, dengan kadar bahan kering sebesar 23,36%, protein kasar 29%, serat kasar 19,06%, lemak 9,41%, bahan ekstrak tanpa nitrogen sekitar 34,08%, dan abu 8,83% (Mulyasari, 2011). Namun, daun singkong juga memiliki beberapa kelemahan sebagai pakan ternak. Kandungan serat kasarnya yang tinggi dapat menurunkan tingkat pencernaan, terutama bila diberikan dalam jumlah berlebihan. Selain itu, daun singkong mengandung senyawa antinutrisi berupa glikosida sianogenik (HCN) yang bersifat toksik jika tidak melalui pengolahan yang tepat, seperti pengeringan, perebusan, atau fermentasi. Kualitas daun singkong juga cepat menurun setelah panen sehingga sulit disimpan dalam bentuk segar dalam jangka waktu lama. Setelah ditambahkan bahan pakan sumber protein pada silase tebon jagung lalu dilakukan pengolahan. Salah satu teknologi fermentasi yang biasa diterapkan pada pengolahan pakan adalah pembuatan silase.

Silase merupakan pengawetan hijauan basah yang bertujuan untuk menjaga kualitas hijauan dan mengatasi kekurangan pakan pada musim kemarau (Sutowo *et al.*, 2016). Silase juga dapat dibuat dari daun palem, singkong, beras, limbah pasar, dan produk samping agroindustri seperti ampas kecap, ampas tahu, dan ampas bir (Sadarmanto dkk. 2019). Pembuatan silase pada hakikatnya meminimalkan kerusakan komponen protein atau proteolisis zat enzimatik (Irawan *et al.*, 2021). Silase dibuat dengan cara menempatkan bahan-bahan yang akan disilase (misalnya potongan hijauan dan produk sampingan agroindustri) ke dalam silo, ditumpuk dengan tutup plastik, atau dibungkus dalam gulungan besar (Kondoo dkk., 2016). Kondisi tertutup (anaerob) pada silo dirancang untuk memberikan kesempatan bagi bakteri menguntungkan seperti bakteri asam laktat (BAL) untuk tumbuh dan berkembang hingga akhir proses silase (Jayanegara dkk., 2017). Prinsip dasar pembuatan silase adalah meningkatkan kondisi anaerob dan produksi asam laktat dalam waktu singkat. Silase yang baik mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: 1) berwarna putih kekuningan, 2) tidak menggumpal, 3) mempunyai bau tahu yang khas atau sedikit tengik, 4) tidak lengket atau berjamur (Kondoo *et al.*, 2016).

Faktor-faktor penentu keberhasilan silase adalah kualitas bahan baku yang digunakan, proses penyiapan bahan baku dan proses pembuatan silase. Kualitas bahan baku meliputi umur hijauan, kadar air hijauan dan kandungan karbohidrat mudah terfermentasi pada hijauan. Penyiapan bahan baku meliputi proses pengurangan kadar air dan pengurangan ukuran bahan yang digunakan. Proses pembuatan silase meliputi ada tidaknya penambahan aditif, metode pengisian silo, metode pemadatan, dan penutupan silo (Marselinus dkk., 2019).

Marselinus, dkk. (2019) menyatakan bahwa kualitas fisik silase jerami jagung seperti: bau, warna dan tekstur diukur pada akhir proses ensilase. Kriteria silase yang baik memiliki skor 2,5-3,0. Kualitas silase yang baik akan memperlihatkan tekstur yang halus, tidak menggumpal dan komponen seratnya tidak mudah dipisahkan dan memiliki kadar air yang optimal dalam pembuatan silase adalah 60-77%. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan pembusukan serta terbentuknya jamur. Sedangkan kadar air yang rendah dapat meningkatkan suhu silo serta meningkatkan resiko kebakaran.

Nilai fleigh adalah angka yang diperoleh dari perhitungan pH dan berat kering silase yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas silase (Sadarmanto dkk., 2023). Menurut McDonald *et al.* (2011) nilai fleigh merupakan bagian dari sifat kimia silase yang diperoleh melalui pH dan berat kering silase. Hal ini berarti rendah atau tingginya nilai fleigh dapat disebabkan oleh pH dan bahan kering silase. Kurnianingtyas dkk. (2012), menyatakan fermentasi yang menghasilkan NF tinggi harus memiliki kadar bahan kering yang tinggi dan pH yang lebih rendah. Nilai Fleigh silase, yang menggambarkan kualitas fermentasi silase. Silase dikategorikan sebagai silase berkualitas sangat baik apabila menghasilkan nilai 85-100, berkualitas baik 60-80, berkualitas cukup 50-60, berkualitas sedang 25-40, dan berkualitas rendah apabila <20 (Ozturket *et al.*, 2006). Untuk mengetahui kualitas fisik silase tebon jagung dan daun singkong maka telah dilakukan penelitian dengan judul "Kualitas Fisik, pH dan Nilai Fleigh Silase Tebon Jagung dan Daun Singkong dengan Komposisi yang Berbeda"

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Maret sampai April 2025. Pelaksanaan pembuatan serta pengujian produk silase tebon jagung dan daun singkong telah dilaksanakan Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Alat dan Bahan

Bahan pembuatan silase yaitu tebon jagung, daun singkong dan molases. Alat yang akan digunakan untuk tempat penyimpanan yaitu silo berukuran 500g, timbangan, sarung tangan, ember, *chopper*, kamera, lakban, gunting, alat tulis dan pH meter.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), terdiri atas 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang dimaksud adalah perbedaan komposisi tebon jagung dan daun singkong dengan rincian sebagai berikut:

- P1: Tebon jagung 100 % + Molases 5 %
 P2: Tebon jagung 75 % + Daun singkong 25 % + Molases 5 %
 P3: Tebon jagung 50 % + Daun singkong 50 % + Molases 5 %
 P4: Tebon jagung 25 % + Daun singkong 75 % + Molases 5 %
 P5: Daun singkong 100 % + Molases 5 %

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Bahan

- Jerami jagung di panen di kebun milik warga di sekitar teropong. Selanjutnya dicacah menggunakan *chopper* dengan ukuran 3-5 cm.
- Daun singkong di panen dari sekitar lahan gedung kuliah At-Tin Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. (UARDS)
- Molases yang digunakan yaitu molases yang didapatkan dari toko pertanian dan di timbang sesuai perlakuan

2. Pembuatan Silase

- Jerami jagung dan daun singkong di potong sesuai dengan ukuran yang diinginkan lebih kurang 3-5 cm dan diangin-anginkan di luar ruangan hingga kadar air 60-70% dan di timbang sesuai perlakuan.
- Memasukkan semua bahan yang telah dicampurkan ke dalam silo yang berukuran 500g dan dipadatkan agar tidak terdapat udara dan proses fermentasi berlangsung secara anaerob selama 21 hari.

3. Pembukaan Silase dan Pengujian Kualitas Fisik

- Setelah 21 hari silase dibuka dan disajikan untuk uji kualitas fisik
- 50 orang panelis tidak terlatih disiapkan untuk melakukan uji fisik dan kualitas fisik silase. Kualitas fisik silase dan kriteria penilaian pH Silase disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Form Penilaian Uji Kualitas Fisik

Kreteria	Karakteristik	Skor
Aroma *	Asam	3-3,9
	Tidak asam	2-2,9
	Busuk	1-1,9
Keberadaan Jamur **	Tidak ada/sedikit (kurang dari 2% dari total silase)	3-3,9
	Sedikit (2-5% dari total silase)	2-2,9
	Banyak (lebih dari 5% dari total silase)	1-1,9
Warna *	Hijau kekuningan	3-3,9
	Hijau kecoklatan	2-2,9
	Coklat	1-1,9
Tekstur *	Padat	3-3,9
	Agak lembut	2-2,9
	Lembek	1-1,9

Sumber * : Marselinus dkk (2019)

** : Hynd (2019)

Tabel 2. Kriteria Penilaian pH Silase

Kriteria	Karakteristik	Skor
pH	Kualitas Baik	3,2-4,2
	Kualitas Sedang	4,2-4,5
	Kualitas Buruk	>4,5

Sumber: Marselinus dkk (2019)

Penentuan Nilai Fleigh

Despal dkk. (2011) menyatakan Nilai Fleigh (NF) adalah tolak ukur untuk menentukan kualitas silase yang bergantung dari nilai pH dan BK dari silase. Kurnianingtyas *et al.* (2012), menyatakan fermentasi yang menghasilkan NF tinggi harus memiliki kadar bahan kering yang tinggi dan pH yang lebih rendah. Menurut Saha *and* Pathak (2021) tinggi atau rendahnya NF tergantung dari nilai bahan kering dan pH silase yang dihasilkan. Semakin rendah nilai pH dapat meningkatkan nilai fleigh yang dihasilkan (Anjalani dkk., 2022).

Perhitungan nilai fleigh mengacu pada rumus Kilic 1984 dalam Ozturk *et al.* (2006) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Fleigh} = 220 + (2 \times \% \text{ Bahan kering} - 15) - 40 \times \text{pH}$$

Keterangan :

NF : Nilai Fleigh
 BK : Bahan Kering
 pH : Derajat Keasaman

Menurut Ozturk *et al* (2006) silase berkualitas sangat baik apabila menghasilkan nilai fleigh 85-100, berkualitas baik 60-80, berkualitas sedang 25-40 serta berkualitas rendah apabila <20.

Parameter yang Diamati

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah kualitas fisik (aroma, tekstur, warna, keberadaan jamur; kualitas kimia (pH dan nilai fleigh).

Analisis data

Data yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan analisis ragam sesuai dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Model matematika dari rancangan percobaan mengikuti model matematika menurut Steel and Torrie 1995 sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i, ulangan ke j
 μ = Rataan umum
 τ_i = Pengaruh perlakuan ke i
 ϵ_{ij} = Pengaruh galat dari perlakuan ke-i ulangan ke-j
 i = Perlakuan 1,2,3,4 dan 5
 j = Ulangan ke 1,2,3, dan 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Aroma

Rataan nilai aroma pada silase tebon jagung dan daun singkong dengan komposisi yang berbeda. Hasil pengamatan peneliti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Aroma Silase Tebon Jagung dan Daun Singkong dengan Komposisi yang Berbeda

Perlakuan	Aroma $\pm$ Stdev	Karakteristik Aroma
P1 = 100 % TJ + M 5%	3,43 $\pm$ 0,06	Asam
P2 = 75 % TJ + 25 % DS + M 5%	3,32 $\pm$ 0,12	Asam
P3 = 50 % TJ + 50 % DS + M 5%	3,38 $\pm$ 0,08	Asam
P4 = 25 % TJ + 75 % DS + M 5%	3,38 $\pm$ 0,04	Asam
P5 = 100 % DS + M 5%	3,46 $\pm$ 0,03	Asam

Keterangan : Data ditampilkan adalah rata-rata $\pm$ standar deviasi. Semua perlakuan menghasilkan aroma asam dan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$).

Hasil analisis data menunjukkan perlakuan komposisi bahan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap aroma silase. Dalam penelitian ini, aroma silase memiliki nilai rata-rata tertinggi pada P5 (100% daun singkong) yaitu 3,46 $\pm$ 0,03 dan terendah pada P2 (75% tebon jagung + 25% daun singkong) sebesar 3,32 $\pm$ 0,12.

Nilai aroma berkisar antara 3,32–3,46 yang menandakan bahwa silase memiliki aroma asam segar dan tidak busuk. Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi berlangsung secara normal dan menghasilkan senyawa asam organik terutama asam laktat. McDonald *et al.* (2011) menyatakan bahwa aroma asam segar pada silase menunjukkan kualitas yang baik, karena disebabkan oleh aktivitas bakteri asam

laktat. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan daun singkong hingga 100% tidak menyebabkan bau tidak sedap pada produk silase yang dihasilkan.

Meskipun semua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan signifikan, nilai aroma terbaik terdapat pada P5 (100% DS). Hal ini sejalan dengan studi dari Wati *et al.* (2018) yang menunjukkan bahwa penambahan daun singkong mampu meningkatkan produksi asam laktat yang menghasilkan aroma segar dan khas. Dibandingkan dengan silase rumput odot, yang menurut penelitian Wati menghasilkan aroma sedikit asam setelah fermentasi 21 hari, silase daun singkong memberikan karakteristik aroma yang lebih kuat karena kandungan protein dan kelarutan gula lebih tinggi.

Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Wati *et al.* (2018) yang meneliti silase rumput odot dengan penambahan daun singkong, di mana mereka melaporkan bahwa nilai aroma tertinggi diperoleh pada perlakuan 100% daun singkong sebesar 3,50, sedangkan perlakuan tanpa daun singkong hanya mencapai 3,20 setelah 21 hari fermentasi. Hasil rata-rata nilai yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Hapsari *et al.* (2019) dalam studi silase campuran daun singkong dan jerami padi melaporkan bahwa perlakuan terbaik menghasilkan nilai aroma 3,44, yang menunjukkan kemiripan dengan hasil P5 dalam penelitian ini ($3,46 \pm 0,03$), dan memperkuat bahwa daun singkong berperan penting dalam kualitas organoleptik silase terutama pada aspek aroma.

Karakteristik Aroma

Rataan karakteristik warna pada silase tebon jagung dan daun singkong dengan komposisi yang berbeda. Nilai rata-rata yang dihasilkan dalam penelitian di tampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Warna Silase Tebon Jagung dan Daun Singkong dengan Komposisi yang Berbeda

Perlakuan	Warna $\pm$ Stdev	Karakteristik Warna
P1 = 100 % TJ + M 5%	3,34 $\pm$ 0,08	Hijau kekuningan
P2 = 75 % TJ + 25 % DS + M 5%	3,29 $\pm$ 0,05	Hijau kekuningan
P3 = 50 % TJ + 50 % DS + M 5%	3,31 $\pm$ 0,08	Hijau kekuningan
P4 = 25 % TJ + 75 % DS + M 5%	3,37 $\pm$ 0,05	Hijau kekuningan
P5 = 100 % DS + M 5%	3,31 $\pm$ 0,03	Hijau kekuningan

Keterangan : Data ditampilkan adalah rata-rata $\pm$ standar deviasi. Semua perlakuan menghasilkan silase hijau kekuningan dan tidak berpengaruh nyata terhadap warna ($P > 0,05$).

Hasil analisis data menunjukkan penambahan molases 5% tidak berepengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap warna silase tebon jagung dan daun singkong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan menghasilkan nilai rata-rata warna berkisar antara 3,29 hingga 3,37. Nilai ini berada dalam kategori hijau kekuningan hingga hijau kecoklatan, yang menandakan silase berkualitas baik. Hal ini menunjukkan pada saat fermentasi berjalan dengan baik sehingga menghasilkan warna silase yang baik, perbedaan warna silase tidak signifikan antara perlakuannya.

Tidak adanya perbedaan yang signifikan secara statistik ($P > 0,05$) mengindikasikan bahwa perbedaan proporsi antara tebon jagung dan daun singkong, serta penambahan molases 5%, tidak mempengaruhi warna akhir silase secara nyata. Hal ini sejalan dengan Despal *et al.* (2011) dan Hynd (2019) yang menyatakan bahwa warna silase yang baik cenderung mendekati warna bahan asal dan dipengaruhi oleh tingkat oksidasi serta suhu selama fermentasi. Warna silase yang baik adalah warna yang menyerupai bahan aslinya dan tidak mengalami perubahan drastis yang menandakan kerusakan. Hasil ini juga sejalan dengan pendapat Collins dan Moore (2018) bahwa warna silase tidak selalu berubah bila proses ensilase dilakukan dalam kondisi anaerobik yang optimal.

Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Lestari *et al.* (2019) yang meneliti silase campuran rumput gajah dan daun gamal, di mana mereka melaporkan bahwa nilai warna silase berkisar antara 3,25 hingga 3,40, tanpa adanya perbedaan signifikan antar perlakuan. Hasil data yang diperoleh dari penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian Yuliana dan Pramono (2020) dalam studi silase daun singkong dengan fermentasi molases 4–6% melaporkan bahwa nilai warna berkisar 3,30 hingga 3,45, dengan kategori hijau kecoklatan. Mereka menyatakan bahwa tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan yang menunjukkan bahwa penambahan molases dan pengemasan yang tepat menjaga warna tetap stabil selama proses ensilase.

Karakteristik Tekstur

Rataan nilai tekstur pada silase tebon jagung dan daun singkong dengan komposisi yang berbeda, nilai rata-rata yang dihasilkan selama penelitian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Tekstur Silase Tebon Jagung dan Daun Singkong dengan Komposisi yang Berbeda

Perlakuan	Tekstur $\pm$ Stdev	Karakteristik Tekstur
P1 = 100 % TJ + M 5%	2,61 ^a $\pm$ 0,23	Agak lembut
P2 = 75 % TJ + 25 % DS + M 5%	2,90 ^{bc} $\pm$ 0,08	Agak lembut
P3 = 50 % TJ + 50 % DS + M 5%	2,82 ^b $\pm$ 0,03	Agak lembut
P4 = 25 % TJ + 75 % DS + M 5%	2,93 ^c $\pm$ 0,04	Agak lembut
P5 = 100 % DS + M 5%	2,87 ^{bc} $\pm$ 0,04	Agak lembut

Keterangan : Data ditampilkan adalah rata-rata $\pm$ standar deviasi. Superskrip berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada tekstur silase ($P < 0,05$).

Hasil analisis data menunjukkan bahwa tekstur silase memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$). Nilai tekstur berkisar antara 2,61 hingga 2,93, di mana perlakuan P4 (25% tebon jagung dan 75% daun singkong) menunjukkan nilai tertinggi.

Tekstur yang lebih padat menunjukkan bahwa kadar air dalam bahan berada dalam kisaran optimal dan proses fermentasi berlangsung dengan baik. Hal ini menunjukkan penambahan daun singkong meningkatkan kepadatan dan kerapatan bahan, yang berdampak pada pengurangan udara di dalam silo. Menurut Sadarman *et al.* (2022), tekstur silase yang baik akan terlihat padat namun tidak keras dan tidak berlendir. Penambahan daun singkong pada kadar tertentu dapat meningkatkan kekompakan silase karena struktur daun yang lebih tipis dan mudah dipadatkan dibandingkan batang tebon jagung.

Penelitian ini sejalan dengan hasil dari penelitian Santosa *et al.* (2020) yang meneliti tekstur silase campuran daun singkong dan rumput raja dengan molases 4%, di mana mereka melaporkan bahwa nilai tekstur terbaik berada pada campuran 70% daun singkong, dengan skor $2,95 \pm 0,05$. Ini mendukung bahwa daun singkong mampu memberikan kontribusi besar dalam membentuk tekstur silase yang ideal. Hasil dari penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dari hasil penelitian Putri *et al.* (2021) juga melaporkan pada silase limbah pertanian dengan penambahan daun singkong 50% menghasilkan tekstur $2,80 \pm 0,04$, dibandingkan dengan perlakuan 100% tebon jagung yang hanya mencapai $2,60 \pm 0,10$. Hal ini menunjukkan tren yang sama semakin tinggi proporsi daun singkong, semakin baik tekstur silase.

Karakteristik Jamur

Rataan nilai keberadaan jamur pada silase tebon jagung dan daun singkong dengan komposisi yang berbeda, nilai rata-rata yang dihasilkan selama penelitian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rataan Jamur Silase Tebon Jagung dan Daun Singkong dengan Komposisi yang Berbeda

Perlakuan	Jamur $\pm$ Stdev	Karakteristik Jamur
P1 = 100 % TJ + M 5%	3,05 ^a $\pm$ 0,08	Tidak ada/Sedikit
P2 = 75 % TJ + 25 % DS + M 5%	3,09 ^a $\pm$ 0,20	Tidak ada/Sedikit
P3 = 50 % TJ + 50 % DS + M 5%	3,39 ^{bc} $\pm$ 0,05	Tidak ada/Sedikit
P4 = 25 % TJ + 75 % DS + M 5%	3,48 ^c $\pm$ 0,04	Tidak ada/Sedikit
P5 = 100 % DS + M 5%	3,27 ^b $\pm$ 0,09	Tidak ada/Sedikit

Keterangan : Data ditampilkan adalah rata-rata $\pm$ standar deviasi. Superskrip berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada keberadaan jamur ($P < 0,01$).

Hasil analisis data menunjukkan keberadaan jamur menunjukkan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan. Nilai tertinggi pada P4 ($3,48 \pm 0,04$) dan terendah pada P1 ($3,05 \pm 0,08$). Terdapat perbedaan yang signifikan ($P < 0,01$) antar perlakuan tidak adanya jamur. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi komposisi bahan dan pengemasan yang optimal mampu menciptakan kondisi anaerob yang baik sehingga menghambat pertumbuhan jamur, karena pada saat fermentasi silase tersebut diletakkan di suhu yang tidak stabil mengakibatkan meningkatnya pertumbuhan jamur.

Menurut Malik (2015), keberadaan jamur terjadi ketika proses fermentasi terganggu atau udara masuk ke dalam silo. Jamur yang muncul dalam silase dapat menurunkan kualitas dan menyebabkan kerusakan bahan. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan daun singkong hingga 75% justru meningkatkan kondisi anaerob yang baik dan menekan pertumbuhan jamur, didukung oleh kemudahan daun singkong dalam menyerap molases dan meningkatkan fermentasi. Temuan ini diperkuat oleh Collins and Moore (2018), yang menyebutkan bahwa kualitas pembungkusan sangat menentukan keberadaan jamur pada silase.

Perlakuan P4 menghasilkan karakteristik jamur terbaik. Hal ini selaras dengan Sadarman *et al.* (2022), yang meneliti silase kelobot jagung dengan aditif tanin, menyatakan bahwa kombinasi bahan dengan kadar air dan nutrisi seimbang menghasilkan tekstur padat dan tidak menggumpal. Penambahan daun singkong yang memiliki kadar bahan kering lebih tinggi dibandingkan tebon jagung turut membantu memperbaiki tekstur.

Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian Dewi dan Fitri (2021) juga melaporkan bahwa silase dengan 70% daun singkong menghasilkan skor keberadaan jamur sebesar 3,50, sedangkan perlakuan kontrol dengan 100% rumput gajah mencatat skor 3,80, menunjukkan bahwa daun singkong dapat mengurangi aktivitas jamur dalam silase secara signifikan. Hasil dari penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Yanti *et al.* (2020) yang mengevaluasi keberadaan jamur pada silase daun singkong dengan tambahan molases 6%, di mana nilai keberadaan jamur menurun dari 3,40 menjadi 3,05 seiring peningkatan kualitas pengemasan dan penggunaan daun singkong sebagai bahan utama.

Karakteristik pH

Rataan nilai pH silase tebon jagung dan daun singkong dengan komposisi yang berbeda, nilai rata-rata dihasilkan selama penelitian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rataan pH Silase Tebon Jagung dan Daun Singkong dengan Komposisi yang Berbeda.

Perlakuan	pH $\pm$ Stdev	Karakteristik pH
P1 = 100 % TJ + M 5%	4,28 $\pm$ 0,42	Kualitas Baik
P2 = 75 % TJ + 25 % DS + M 5%	4,46 $\pm$ 0,20	Kualitas Sedang
P3 = 50 % TJ + 50 % DS + M 5%	4,48 $\pm$ 0,09	Kualitas Sedang
P4 = 25 % TJ + 75 % DS + M 5%	4,29 $\pm$ 0,07	Kualitas Baik
P5 = 100 % DS + M 5%	4,48 $\pm$ 0,21	Kualitas Sedang

Keterangan : Data ditampilkan adalah rata-rata $\pm$ standar deviasi. Semua perlakuan menunjukkan pH cukup baik dan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$).

Hasil analisis data menunjukkan bahwa nilai pH tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) antar perlakuan, dengan nilai berkisar antara 4,28–4,48. Rentang ini masih tergolong dalam kisaran pH silase yang berkualitas cukup hingga baik. Menurut Hynd (2019), nilai pH ideal silase berkisar 3,50–4,50, tergantung pada bahan baku dan proses fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa tebon jagung maupun daun singkong, jika dikombinasikan dengan molases mampu menciptakan kondisi fermentasi yang cukup ideal.

McDonald *et al.* (2022) menjelaskan bahwa pH silase dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat yang dapat difermentasi dan aktivitas bakteri asam laktat. Meskipun tidak signifikan secara statistik, penambahan daun singkong tidak menyebabkan peningkatan pH secara drastis yang bisa menandakan fermentasi gagal.

Nilai pH silase tetap berada dalam kisaran optimal (3,5–4,5) di semua perlakuan. Studi dari McDonald *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penurunan pH yang stabil setelah 21 hari fermentasi menandakan aktivitas bakteri asam laktat yang baik. Komparasi dengan penelitian Suharyanto *et al.* (2020) pada rumput gajah menunjukkan bahwa penambahan molases juga menghasilkan pH dalam kisaran 4,1–4,3, mendekati hasil penelitian yang saya lakukan.

Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Suharyanto *et al.* (2020), yang melakukan fermentasi silase rumput gajah dengan penambahan molases 4–6% dan memperoleh nilai pH akhir berkisar antara 4,10–4,30. Ini mendekati nilai pH pada P1 (100% TJ + molases) sebesar 4,28, dan menunjukkan bahwa molases berperan penting dalam menstabilkan pH tanpa tergantung pada jenis bahan utama. Hasil penelitian ini juga serupa dengan hasil penelitian Yanti *et al.* (2021) pada silase daun singkong dan jerami padi juga melaporkan nilai pH akhir 4,35 pada rasio 70:30, yang serupa dengan hasil P2 dan P4 pada penelitian ini.

Nilai Fleigh

Rataan nilai Fleigh silase tebon jagung dan daun singkong dengan komposisi yang berbeda, nilai rata-rata dihasilkan selama penelitian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rataan Tekstur Silase Tebon Jagung dan Daun Singkong dengan Komposisi yang Berbeda

Perlakuan	Nilai Fleigh $\pm$ Stdev	Karakteristik
P1 = 100 % TJ + M 5%	89,03 ^a $\pm$ 24,43	Sangat Baik
P2 = 75 % TJ + 25 % DS + M 5%	97,95 ^b $\pm$ 7,73	Sangat Baik
P3 = 50 % TJ + 50 % DS + M 5%	107,04 ^{bc} $\pm$ 13,17	Sangat Baik
P4 = 25 % TJ + 75 % DS + M 5%	126,54 ^c $\pm$ 7,34	Sangat Baik
P5 = 100 % DS + M 5%	125,24 ^c $\pm$ 21,19	Sangat Baik

Keterangan : Data ditampilkan adalah rata-rata $\pm$ standar deviasi. Superskrip berbeda menunjukkan berpengaruh nyata pada nilai Fleigh ($P < 0,05$).

Hasil analisis data menunjukkan nilai fleigh berpengaruh nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan. Analisis data menunjukkan rata-rata nilai fleigh tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 dan P5, yaitu 126,54 dan 125,24, hal ini menunjukkan kualitas silase yang sangat baik. Nilai ini dipengaruhi oleh kombinasi

bahan kering yang tinggi dan pH yang relatif rendah. Menurut Despal *et al.* (2011), nilai Fleigh yang tinggi menandakan fermentasi silase berlangsung baik, menghasilkan pH yang cukup rendah dan mempertahankan kandungan bahan kering.

Hal ini menunjukkan bahwa daun singkong memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas fermentasi karena kandungan proteinnya yang tinggi dapat mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat. Berdasarkan klasifikasi Ozturk *et al.* (2006), nilai Fleigh >100 tergolong sangat baik, sehingga kombinasi P3, P4, dan P5 termasuk kategori silase berkualitas sangat baik. Hal ini mendukung hipotesis bahwa penggunaan daun singkong pada proporsi 25–75% dapat meningkatkan kualitas fermentasi silase secara signifikan. P4 dan P5 menunjukkan nilai Fleigh tertinggi, yang masuk kategori sangat baik. Ini mengonfirmasi temuan Anjalani *et al.* (2022), yang melaporkan nilai Fleigh >100 pada silase jerami jagung dengan aditif asam organik. Kombinasi bahan kering tinggi dari daun singkong dan pH rendah memperkuat kualitas fermentasi.

Penelitian ini selaras dengan penelitian Anjalani *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa pemberian aditif fermentatif seperti asam organik atau molases pada silase jerami jagung mampu meningkatkan nilai Fleigh menjadi >110, masuk kategori sangat baik. Hasil penelitian ini juga menunjukan lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Sutardi *et al.* (2021) mengenai silase daun singkong dan kulit kacang juga menunjukkan nilai Fleigh di kisaran 100–120, ketika daun singkong diberikan lebih dari 50%. Ini memperkuat bahwa daun singkong memiliki potensi besar sebagai komponen utama dalam formulasi silase, baik dari aspek nutrisi maupun stabilitas fermentasi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan komposisi bahan berpengaruh terhadap tekstur, jamur, dan nilai Fleigh, namun tidak berpengaruh terhadap aroma, warna, dan pH. Perlakuan terbaik adalah dengan komposisi 25% tebon jagung, 75% daun singkong dan ditambah 5% molases dengan nilai aroma 3,38, warna 3,37, tekstur 2,93, keberadaan jamur 3,48, pH 4,29, nilai fleigh 126,54.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada LP2M universitas islam negeri sultan syarif Kasim Riau untuk pendanaan ini dan Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau tempat melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afris, M. 2007. *Pengolahan Limbah Pertanian sebagai Pakan*. Universitas Andalas. Padang.
- Anjalani, R., Paulini, dan N. Rumbang. 2022. Kualitas dan Komposisi Kimia Silase Jerami Jagung dengan Penambahan berbagai Jenis Aditif Silase. *Ziraa'ah*. 47(3): 368-375.
- Anjalani, M., Rustam, dan R. Supriyati, S. 2022. Pengaruh Penambahan Aditif Asam Organik terhadap Kualitas Silase Jerami Jagung. *Jurnal Nutrisi dan Pakan Ternak*, 15(2), 34–42.
- Ahmad, M., Subrata, A dan Tampoebolon, B. I. M., A. 2020. Pengaruh Perbedaan *Aras Aspergillus niger* dan Lama Peram terhadap Kecernaan Protein Kasar dan Serat Kasar Fermentasi Kelobot Jagung Amoniasi Secara *In Vitro*. *J. Sain Peternakan Indonesia*, 15(1), 1–6.
- Arlen, L., B. Bagas., M. R. Imbar., H. Liwe. 2017. Pengaruh Penambahan Molases Terhadap Kualitas Fisik dan Kimia Silase Kulit Pisang Sepatu. *Jurnal Zootek* 37(1): 156-166.
- Collins, M and K.J. Moore. 2018. Chapter 17: *Preservation of Forage as Hay and Silage*. In: *Forages, Vol. I: An Introduction to Grassland Agriculture*, 7th Edition. Edited by Collins, M., C.J. Nelson., K.J. Moore, and R.F Barnes. John Wiley & Sons, Inc., 111 River Street, Hoboken, NJ 07030, USA.
- Despal, I. G. Permana, S. N. Safarina, dan A. J. Tarta 2011. Penggunaan Berbagai Sumber Karbohidrat Terlarut Air untuk Meningkatkan Kualitas Silase Daun Rami. *Media Peternakan*. 34 (1): 69-79
- Dewi, K. R., & Fitri, D. N. (2021). Pengaruh Komposisi Daun Singkong terhadap Aktivitas Mikroba pada Silase Hijauan. *Jurnal Peternakan Berkelanjutan*, 8(1), 33–40.
- Direktorat Pakan Ternak. 2011. Pedoman Umum Pengembangan Lumbung Pakan Ruminansia. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Jakarta. 32 Hal.
- Eggum, B. O. 1970. The Protein Quality of Cassava Leaves. *British Journal of Nutrition*, 24 (3): 761-768.
- Fasae, O. A., Akintola, O. S., Sorunke, O. S., and Adu, I. F. 2006. *Replacement value of cassava foliage for Gliricidia sepium leaves in the diets of goat*. In Book of Abstracts, Annual Scientific

- Conference, Nutrition Society of Nigeria, held at June 12 Cultural Centre, Abeokuta 8th-11th November (p. 69).
- Hynd, P.I. 2019. *Animal Nutrition from Theory to Practice*. CABI Publisher. Australia.
- Irawan, A., A. Sofyan., R. Ridwan., H.A. Hassim., A.N. Respati., W.W. Wardani., Sadarman., W.D. Astuti, and A. Jayanegara. 2021. Effects of different lactic acid bacteria groups and fibrolytic enzymes as additives on silage quality: A meta-analysis. *Bioresource Technology Reports*. Vol (14), June 2021, 100654.
- Jayanegara, A., M. Ridla., D.A. Astuti., K.G. Wiryawan., E.B. Laconi, and Nahrowi. 2017. Determination of Energy and Protein Requirements Ofsheep in Indonesia using a meta-analytical approach. *MedPet*. 40 (2): 118-127.
- Kurniawan, D., Erwanto, dan F., Fathul. 2015. Pengaruh Penambahan Berbagai Starter pada Pembuatan Silase Terhadap Kualitas Fisik dan Ph Silase Ransum Berbasis Limbah Pertanian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 3(4): 191-195.
- Kondo, M., K. Shimizu., A. Jayanegara., T. Mishima., H. Matsui., S. Karita., M. Goto, dan T. Fujihara. 2016. Changes in Nutrient Composition and In vitro Ruminant Fermentation of Total Mixed Ration Silage Stored at Different Temperatures and Periods. *J. Sci. Food Agric*. 96(4): 1175–1180. doi:10.1002/jsfa.7200.
- Kurnianingtyas, I., Pandasari, P. R., Astuti, I., Widyawati, S. D., dan Suprayogi, W. P. S. 2012. Pengaruh Macam Akselerator terhadap Kualitas Fisik, Kimiawi, dan Biologi Silase Rumpun Kolonjono. *Tropical Animal Husbandry*, 1(1), 7–14.
- Lestari, N. P., Susanti, R., dan Khasanah, R. (2019). Karakteristik Fisik Silase Campuran Rumpun Gajah dan Daun Gamal. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 21(2), 95–102.
- Lendrawati, M. Ridla, dan N. Ramli. 2009. Kualitas Fermentasi dan Nutrisi Silase
- Ly, N. T. H. and L.D. Ngoan. 2007. Evaluation of the Economic Efficiency of Using Cassava Leaves (variety KM 94) in Diets for Pigs in Central Vietnam. *Journal of Science and Technology of Agriculture*, 12 : 275– 284.
- Marselinus, Y., A. Susana, dan F. Saefuddin. 2019. Kualitas Silase Daun Lamtoro dengan penambahan Molases dan Lactobacillus Plantarum sebagai inokulan. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 21(1): 47–55.
- Malik, M. A. 2015. Kualitas Fisik dan Kimiawi Silase Tanaman Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* L. Moench) Umur 70 Hari dengan Penambahan Aditif. *Skripsi*. Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- McDonald, P., R.A. Edwards., J.F.D. Greenhalgh., C.A. Morgan., L.A. Sinclair, and R.G. Wilkinson. 2022. *Animal Nutrition* 8th Edn. Pearson. Singapore.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L.A., and Wilkinson, R. G. 2011. *Animal nutrition* (7th ed.). Pearson Education Limited.
- Minson, D.J. 2012. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press Inc. Australia.
- Mulyasari. 2011. Potensi Daun Ketela Pohon sebagai Salah Satu Sumber Bahan Baku Pakan Ikan. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar. Bogor. 4 hlm.
- Moore, H.K. 2019. The Influence of Moisture and Density on Fermentation Processes. *Journal of Agricultural Science*, 11(2), 145-152.
- Noviadi, R., Sofiana, A., dan Panjaitan, I. 2012. Pengaruh Penggunaan Tepung Jagung dalam Pembuatan Silase Limbah Daun Singkong Terhadap Perubahan Nutrisi, Kecernaan Bahan Kering, Protein Kasar dan Serat Kasar pada Kelinci Lokal. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 12 (1): 6-12.
- Ozturk, D., M. Kizilsimsek, A. Kamalak., O. Canbolat, and C.O. Ozkan. 2006. Effects of Ensiling Alfalfa with Whole-Crop Maize on the Chemical Composition and Nutritive Value of Silage Mixtures. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 19(4): 526-532.
- Pratama, Y. 2015. Respon Tanaman Jagung (*zea mays* L.) Terhadap Kombinasi Pupuk Anorganik dan Pupuk *bio-slurry* Padat. skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.
- Rahmadani, F 2018. Fraksi Serat Silase Campuran Ampas Kelapa Dengan Kulit Buah Kakao Sebagai Pakan Alternatif Ruminansia. *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Ratnakomala, S., R. Ridwan., G. Kartina., Y. Widyastuti. 2006. Pengaruh Inokulum Lactobacillus Plantarum 1A-2 dan 1BL-2 terhadap Kualitas Silase Rumpun Gajah (*Pennisetum purpureum*). LIPI. Cibinong Bogor.
- Ravindran, V. 1992. *Preparation Of Cassava Leaf Products and Their Use As Animal Feeds*. Roots, Tubers, Plantains and Bananas in Animal Feeding. Rome, Italy: FAO.

- Sadarman., M. Ridla., Nahrowi., R. Ridwan., R.P. Harahap., R.A. Nurfitriani, dan Jaya negara. 2019b. Kualitas Fisik Silase Ampas Kecap dengan Aditif Tanin Akasia (*Acacia mangium wild.*) dan Aditif Lainnya. *Jurnal Peternakan*. 16(2): 66-75.
- Sadarman., D. Febrina., T. Wahyono., D.N. Adli., N. Qomariyah., R.A. Nurfitriani., S. Mursid., Y.A. Oktafyan., Zulkarnain, dan A.B. Prasetyo. 2022. Pengaruh penambahan aditif tanin *chestnut* terhadap kualitas silase kelobot jagung (*Zea mays L.*). *J. Nutrisi Ternak Tropis*, 5(1): 37-44.
- Sadarman, D Febrina, N Qomariyah, FF Mulia, S Ramayanti, ST Rinaldi, TR Putri,DN Adli, RA Nurfitriani, MS Haq, J Handoko, dan AKS Putera. 2023 Pengaruh Penambahan Molases sebagai Sumber Glukosa terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Silase Rumput Gajah. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 21(1): 1-7.
- Sadarman, R. et al. (2022). Tekstur dan Kualitas Silase Kelobot Jagung dengan Penambahan Tannin. *Jurnal Peternakan Tropis*, 10(2), 120–127.
- Santi, R.K.,D. Fatmasari., S.D. Widyawati, dan W.P.S Suprayogi. 2012. Kualitas dan Nilai Kecernaan In Vitro Silase Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) dengan Penambahan beberapa Akselerator Tipikal. *Tropical Animal Husbandry*. (1): 15-23.
- Saun, R.J.V. and A.J.Heinrichs. 2008. *Toubles hooting Silage Problem. How to Identify Potential. In: Proccedings of the Midaasilantic Conferebce Pensylvania. Penn State COLLEGE*.
- Sengkey, M., Tulung, Y. L. R., Tuturoong, R., and Kowel, Y. H. S. (2020). Pengaruh Penggantian Jagung dengan Molases terhadap Performa Ternak Kelinci. *Zootehnya*, 40(1): 299–307.
- Santosa, A., Wulandari, R., dan Dewi, K. (2020). Pengaruh Komposisi Daun Singkong terhadap Karakteristik Fisik Silase Rumput Raja. *Jurnal Ilmu Ternak*, 21(1), 23–30.
- Sutowo, I., T. Adelina, dan D. Febrina. 2017. Kualitas Nutrisi Silase Limbah Pisang (batang dan bonggol) dan level Molases Yang Berbeda Sebagai Pakan Alternatif Ternak Ruminansia. *Jurnal Peternakan*, 13(2), 41-47.
- Suharyanto, S., Tri Budiarsana, I. G. M., dan Widiawati, Y. 2020. Pengaruh Penambahan Molases dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Silase Rumput Gajah. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 22(1), 37-43.
- Suharyanto, H., Wulandari, A., dan Arifin, M. (2020). Pengaruh Penambahan Molases terhadap Kualitas Silase Rumput Gajah. *Jurnal Ilmu Ternak*, 20(1), 44–50.
- Sutardi, T., Nugraheni, F., dan Rahayu, S. (2021). Kualitas Silase Daun Singkong dan Kulit Kacang dengan Berbagai Komposisi. *Jurnal Peternakan Hijauan Tropis*, 6(1), 21–27.
- Soeharsono, H., dan Sudaryanto, B. 2006. Tebon Jagung Sebagai Sumber Hijauan Pakan Ternak Strategis di Lahan Kering Kabupaten Gunung Kidul. Prosiding Lokakarya Nasional Jejaring Pengembangan Sistem Integrasi Jagung-Sapi.
- Sokerya, S., dan T. R. Preston. TR 2003. Pengaruh Dedaunan Rumput atau Singkong Terhadap Pertumbuhan dan Infestasi Parasit Nematoda pada Kambing yang diberi Pakan Rendah atau Tinggi Protein di Kandang. *Penelitian Peternakan untuk Pembangunan Perdesaan*, 15 (8), 2003.
- Saha, S. K., dan Pathak, N. N. 2021. *Fundamentals of Animal Nutrition, 1st Edn*. Singapore : Springer Nature.
- Steel, R. D. G dan J. H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik. Jakarta : Gramedia Pustaka
- Tas'auad. G.V,R. Oktovianus dan T. B. Nahak. 2016. Analisis Nutrisi Rumput Alam (*Mexicana grass*) dan Rumput Raja (*King grass*) Sebagai Pakan Ternak di Kelompok Tani Nekmese Kecamatan Insana Barat pada Musim Kemarau. *Journal of Animal Science*. 1(2):22–23
- Tillman, A. D, H. Hariadi, S. Reksohadiprodjo. S. Prawirokusumo dan S. Lebdosoekojo. 1998. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hapsari, E. D., Wahyuni, H. I., dan Amalia, R. (2019). Karakteristik fisik silase daun singkong dan jerami padi dengan penambahan EM4. *Jurnal Agro Peternakan*, 10(1), 25–32.
- Umam, S., Nyimas, P. I., dan Atun, B. 2014. Pengaruh Tingkat Penggunaan Tepung Jagung Sebagai Aditif Pada Silase Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Terhadap Asam Laktat, NH₃, dan pH. *Media Peternakan*, 1(2), 6–9.
- Putri, I. N., Firmansyah, H., dan Ramadhani, S. (2021). Pengaruh Penambahan Daun Singkong terhadap Tekstur Silase Limbah Pertanian. *Jurnal Teknologi Pakan*, 7(2), 58–65.
- Wahyudi, A. 2019. Silase: Fermentasi Hijauan dan Pakan Komplit Ruminansia UMM Press. Malang
- Weerakkody,C.S., Nayananjalie, W.A.D., Wathsala, R. H. G. R.,Jayasena,. K. D. R.2018. Influence of maturity Stages on Nutritional Quality of Corn Forage and Corn Silage. *International Journal of Livestock Research*. 8(2): 71-76

- Wanapat, M., A. Peltum and O. Pimpa. 2000. Supplementation of cassava hay to replace concentrate use in lactating Holstein Friesian crossbreds. *Asian- Aust. J. Anim. Sci*, 13 (5): 600-604.
- Wu, G. 2017. *Principles of Animal Nutrition*. New York (US): Taylor and Francis Group, LLC.
- Wati, W.S., Mashudi, dan A. Irsyammawati. 2018. Kualitas Silase Rumput Odot (*Pennisetum purpureum* Cv. Mott) dengan Penambahan *Lactobacillus Plantarum* dan Molasses pada Waktu Inkubasi yang Berbeda. *J. Nutrisi Ternak Tropis*, 1(1): 45-53.
- Wati, R., Santosa, D. A., dan Lestari, D. P. (2018). Karakteristik Silase Daun Singkong dengan Penambahan Molases. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 20(3), 151–157.
- Yanti, L., Siregar, S., dan Natsir, H. 2020. Evaluasi Aktivitas Jamur pada Silase Daun Singkong dengan Penambahan Molases. *Jurnal Ternak Tropis*, 5(1), 12–18.
- Yanti, L., *et al.* (2021). Fermentasi Silase Daun Singkong dan Jerami Padi dengan *Molases*. *Jurnal Peternakan Hijauan Tropis*, 7(2), 25–31.
- Yuliana, Y. dan Pramono, A. 2020. Pengaruh kadar molases terhadap kualitas fisik silase daun singkong. *Jurnal Ilmu Ternak Terapan*, 3(1), 47–53

RISK INDEX OF TOXOPLASMA GONDII CONTAMINATION IN MEAT SOLD TRADITIONALLY IN PEKANBARU CITY AND SURROUNDING AREAS

(Indeks Risiko Kontaminasi *Toxoplasma gondii* pada Daging yang Dijual secara Tradisional di Kota Pekanbaru dan Sekitarnya)

Jully Handoko^{1*}, Sayu Raka Padma Wulan Sari² & Riska Asria Sa'adatur Rahmi²

¹ Animal Science Study Program, Faculty of Agriculture and Animal Science, State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. H.R. Soebrantas KM 15, No. 155, Tuah Madani, Pekanbaru, Riau 28298

² Veterinary Medicine Study Program, Faculty of Medicine, Universitas Riau

Jl. Diponegoro No. 1, Suka Mulia, Pekanbaru, Riau 28133

*Corresponding email: jully.handoko@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

The hygiene and sanitation conditions of traditional markets selling meat are often less than optimal, so they tend to be at risk of transmitting zoonotic pathogens, including Toxoplasma gondii. The aim of this study was to measure the risk index of T. gondii contamination in chicken, beef and goat meat sold in traditional markets in Pekanbaru City. A cross-sectional survey design was employed, involving 278 chicken meat stalls, 104 beef stalls, and 105 goat meat stalls which were selected through purposive sampling. The survey evaluated five key components: facility sanitation, vendor hygiene, meat handling and storage, environmental conditions and pest presence, and equipment cleanliness. Each observation component was scored on a three-point scale: low (0), moderate (1), and high (2). Data were analyzed descriptively to determine percentage distributions, which were subsequently converted into qualitative risk indices. The results showed that the risk index of T. gondii contamination was 45.85% for chicken, 47.24% for beef, and 60.12% for goat meat. These values indicate a moderate level of contamination risk for all three meat types. The findings emphasize the importance of improving hygiene and sanitation standards in traditional markets to minimize the potential risk of T. gondii transmission to consumers.

Keywords : *Toxoplasma gondii, meat contamination, risk index, hygiene, traditional markets.*

INTRODUCTION

Toxoplasma gondii is an obligate intracellular protozoan parasite and the causative agent of toxoplasmosis, which is widely distributed worldwide. This parasite is estimated to infect approximately one-third of the human population, with seroprevalence rates varying geographically (Hamie et al., 2021; Sleda et al., 2024). *T. gondii* transmission is influenced by several factors, such as its ability to survive in various environmental conditions and its resistance to extreme conditions and its ability to infect a wide variety of hosts (Costa et al., 2025; Paredes-Núñez et al., 2025). *T. gondii* infection is a public health hazard that has the potential to cause serious complications, especially for immunosuppressed individuals or pregnant women (Ferreira et al., 2019; Symeonidou et al., 2023). Contamination of meat products, such as beef, lamb, and chicken, poses a significant risk for *T. gondii* transmission to humans, primarily through the consumption of tissue cysts found in raw or undercooked meat from infected animals (Hussain et al., 2017). This condition makes meat one of the food commodities with a high risk of transmission of this parasite.

Food safety and meat hygiene in traditional markets are important public health issues that affect the safety of meat consumption. Traditional markets are often potential sources of food contamination, where meat can be exposed to pathogens such as *Toxoplasma gondii*, *Salmonella*, and *Campylobacter*. Research shows that poor hygiene practices in meat handling and storage can increase the risk of infection (Nanfuka et al., 2025; Ollong et al., 2020). Therefore, assessing the risk of meat contamination by *T. gondii* is very important to carry out, especially in traditional markets which are the main source of meat supply for the community.

Traditional markets in Pekanbaru City serve as fresh meat distribution centers, providing a variety of meats to the community. In this context, traditional markets play a crucial role in meeting local consumers' animal protein needs and providing employment for vendors. Maintaining hygiene

and food safety in traditional markets is essential to improving the quality of meat sold and public health. Research shows that poor hygiene practices in markets often contribute to low product quality and the risk of disease (Latifah et al., 2025; Leal et al., 2025). To date, information on the risk level of *T. gondii* contamination in meat sold in traditional markets in Pekanbaru City and its surrounding areas is still limited, making this research highly urgent.

This study aims to measure the risk index of *T. gondii* contamination in meat sold traditionally in Pekanbaru City and its surrounding areas. The results are expected to provide a basis for the government, animal health authorities, and businesses to improve monitoring and risk mitigation efforts to ensure the safety of animal-derived food and protect public health.

MATERIALS AND METHODS

Tools and Materials

This study used a standardized observation sheet or checklist referring to the Risk-Based Food Hygiene and Sanitation Supervision Guidelines (Wati et al., 2021), designed to assess the hygiene and sanitation conditions of meat stalls in traditional markets. The observation sheet included assessment indicators for five main components: facility sanitation, vendor hygiene, meat handling and storage, environmental conditions and pest presence, and equipment cleanliness. Clipboards, stationery, cell phones, and data collection forms were used for the recording process. In addition, researchers brought personal protective equipment (PPE) such as masks, gloves, and hand sanitizer to ensure safety and prevent cross-contamination during the observation process.

Location and Time

The study was conducted in traditional markets selling chicken, beef, and goat meat in Pekanbaru City and its surrounding areas, including several traditional markets, flea markets, and small-scale chicken slaughterhouses. Observations and assessments were conducted between August and October 2025.

Research Method

This study used a survey method with a cross-sectional design (Sumiarto & Budiharta, 2021). The survey procedure was conducted through direct observation at each sample stall. A team of enumerators visited the stalls during sales activities to assess each indicator based on actual conditions on the ground. Observations were supplemented with photographic documentation and coordinate points to strengthen data validation. Information on the stall's identity, the type of meat sold, and specific environmental conditions were also recorded for analysis purposes. All observation data was double-checked before being entered into the electronic spreadsheet to ensure accuracy and consistency of recording. The research population was all stalls selling chicken, beef, and goat meat, while the sample selection was done purposively, involving 487 stalls consisting of 278 stalls selling chicken meat, 104 stalls selling beef meat, and 105 stalls selling goat meat.

Several variables observed included 1) facility sanitation, 2) vendor hygiene, 3) meat handling and storage, 4) environmental conditions and pest presence, and 5) equipment cleanliness. Each component was assessed using clearly defined operational indicators to ensure consistency between observers. Each indicator was scored on a three-point scale: 0 (poor condition), 1 (fair condition), and 2 (good condition). The calculation of the *T. gondii* contamination risk index is carried out by calculating the total score of each stall based on the sum of all component scores with a maximum value of 10. The total score is then converted into a percentage using the formula, the index values are then categorized into three risk levels, namely low (0–33%), medium (34–66%), and high (67–100%).

$$\text{Risk Index (\%)} = \left(\frac{\text{Score per Stall}}{\text{Maximum Score}} \right) \times 100$$

Data Analysis

Location point data is displayed using an interactive map, and the distribution of location points is presented using a scatter diagram, then discussed descriptively. The risk index is analyzed descriptively in percentage units, which are then converted into a qualitative risk index.

RESULTS AND DISCUSSION

Location Points

Figure 1 shows the spatial distribution of sampling locations for the study conducted in Pekanbaru City and its surrounding areas. Blue dots indicate meat vendors' stalls, which served as the observation units in this study. These locations encompass various types of meat vendors, such as traditional markets, flea markets, and several poultry slaughterhouses scattered throughout the city.



Gambar 1. Sebaran titik lokasi survei

Figure 1. Spatial distribution of sampling points of the study describing the observation coverage throughout the region and areas that cross the administrative boundaries of Pekanbaru City

The distribution of sample points appears to be evenly distributed across the urban core, including areas with high commercial activity, such as Marpoyan Damai, Tampan, Payung Sekaki, and Pekanbaru City. The relatively dense concentration of points in the western and southern parts of the city indicates the high number of meat vendors in these areas, which are known as centers of traditional trade and culinary delights. The distribution of points is also seen surrounding large residential areas and near main routes that serve as centers of economic activity.

In general, the distribution pattern of the points indicates that the sampling locations were not concentrated in a single area, but rather widely and evenly distributed across various parts of Pekanbaru City. This is in line with the city's characteristics, which have numerous activity centers such as traditional markets, flea markets, and poultry slaughterhouses spread across various sub-districts. The observation points were spread over a coordinate range of approximately 101.3° – 101.6° in longitude and 0.3° – 0.7° in latitude (Figure 2). This distribution reflects the core and surrounding areas of Pekanbaru, encompassing densely populated areas, commercial corridors, and suburban housing that also has meat sales activities. This even distribution indicates that the study encompassed a wide range of meat sales locations, from the city center to the suburbs.

Although the points are widely distributed, several density clusters are visible, with the area around the 101.4° longitude line appearing to have the highest concentration. This indicates the presence of a center of meat trading activity, likely a large traditional market and dense commercial area. Several points on the edges of the plot indicate sample locations located in flash markets or meat vendors operating in residential areas outside the city. This wide distribution of coordinates has several important implications, including 1) the study covers meat sales locations with varying environmental sanitation and hygiene conditions, 2) different locations can represent variations in market infrastructure,

human density, and potential environmental contamination, and 3) the study has the opportunity to assess differences in the risk of *Toxoplasma gondii* contamination between geographic areas and market types. In summary, the scatter plot shows a broad and even distribution of study locations, encompassing several density clusters, reflecting variations in sanitation conditions and potential contamination risks, and providing a strong basis for spatial analysis.

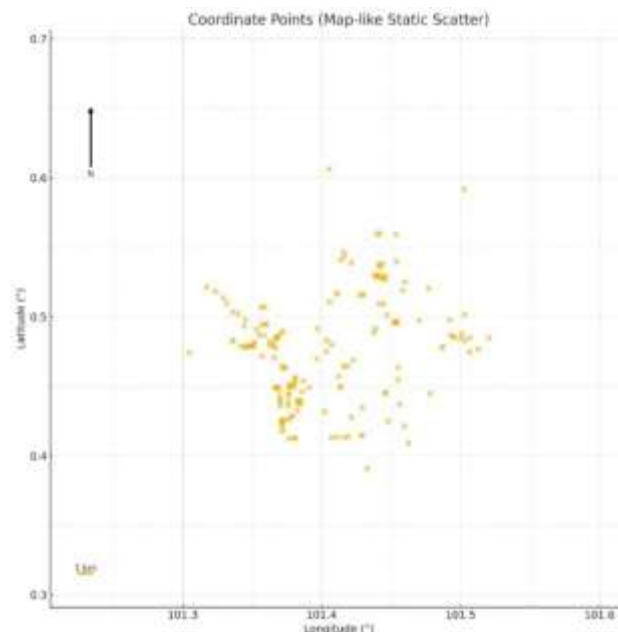


Figure 2. Scatter plot coordinates of meat sales sampling locations in Pekanbaru and surrounding areas

Risk Index

The results of calculating the risk index score for *T. gondii* contamination in chicken, beef and goat meat sold traditionally in Pekanbaru City and its surroundings are shown in Table 1.

Tabel 1. Risk index score of *T. gondii* contamination in various types of meat sold traditionally in Pekanbaru City and its surroundings

No	Variable Components	Risk Index Score of Meat		
		Chicken (n=278)	Beef (n=104)	Lamb (n=105)
1	Sanitation of facilities	49.53	54.42	65.52
2	Seller hygiene	44.06	47.31	59.14
3	Handling and storage	49.46	46.63	60.86
4	Environment and pests	41.49	38.78	54.44
5	Tool cleanliness	44.72	49.04	60.63
	Average	45.85	47.24	60.12
	Risk index category*	Moderate	Moderate	Moderate

*score 0-33 (low), score 34-66 (moderate), score 67-100 (high)

Of the five parameters, the facility sanitation component received the highest contamination risk score for all three types of meat, although the risk index was still classified as moderate. Meanwhile, the environment and pests component had the lowest contamination risk score for all three types of meat, falling within the moderate risk index.

Goat meat has the highest index score compared to chicken and beef. Several field studies in Indonesia have reported a relatively high prevalence of *T. gondii* in small ruminants (goats/sheep), so goat meat biologically has the potential to carry a greater tissue cyst burden than beef under similar conditions. Furthermore, goat carcass handling practices in many traditional markets often involve longer exposure (whole carcasses, on-site slaughter, direct contact with the floor/environment), which increases the risk of cross-contamination from the environment and reservoir animals. Several previous

studies using molecular detection such as PCR have reported the discovery of positive *T. gondii* samples in chicken, goat, and ruminant products (Adrianto et al., 2024).

The facility sanitation component obtained the highest relative scores for all three types of meat (49.53 for chicken; 54.42 for beef; 65.52 for lamb), especially for goat meat. These results indicate that the physical aspects of market facilities (floors, drainage, clean water) are one of the main weaknesses. Research (Marin Garcia et al., 2022) states that environmental hygiene control for meat production and processing is a key factor in reducing *T. gondii* contamination in meat products. The role of market infrastructure and processing/sales facilities in the risk of foodborne pathogens, including *T. gondii*, is well understood; improving physical sanitation can directly reduce the opportunity for cross-contamination and vector exposure (e.g., cats) to fresh food. Therefore, improving the physical condition of markets, sales facilities, and improving market infrastructure are priority interventions in reducing zoonotic risks (Rossi et al., 2024).

Vendor hygiene at meat stalls in traditional markets in Pekanbaru City and its surrounding areas appears low to moderate (44.06-59.14), indicating inadequate personal hygiene and handling practices and potentially increasing meat contamination (Girma et al. 2024). The most significant contributing factors are limited handwashing facilities, inconsistent use of personal protective equipment, and irregular equipment cleaning (Sparaciari et al., 2025). Therefore, providing adequate handwashing facilities, ongoing hygiene training for vendors, and strengthening market sanitation supervision are crucial. These measures have been shown to be effective in reducing microbiological contamination of meat (GAIN, 2025).

Meat handling and storage parameters showed relatively high scores for goat (60.86) compared to beef (46.63) and chicken (49.46). This suggests that goat meat is handled or stored less optimally than the other two types of meat. This factor is crucial because poor handling and storage, such as exposure to heat and exposed meat, can increase the number of cysts or *T. gondii* contamination (Garcia et al., 2022).

In terms of environmental cleanliness and pest presence, the scores were the lowest among the five parameters for the three types of meat (41.49 for chicken; 38.78 for beef; and 54.44 for goat). Although numerically, this appears better than the other parameters (lower scores mean lower risk), it is still in the moderate risk category. These results indicate that pest management (including cats and rats) and environmental conditions in traditional markets are far from ideal. This is in line with reports that traditional markets in middle- to low-income countries often exhibit inadequate sanitation practices, leading to the risk of zoonoses, including *T. gondii* (Leahy et al., 2022).

The equipment hygiene component in this study showed a moderate risk score for all types of meat, namely 44.72 for chicken, 49.04 for beef, and 60.63 for goat. This score reflects that equipment cleaning practices such as knives, cutting boards, cutting tables, and meat containers are still suboptimal in traditional markets in Pekanbaru City and its surroundings. Equipment cleanliness is a crucial factor in preventing *T. gondii* contamination, given that this parasite can be transmitted through indirect contact between meat tissue and contaminated surfaces or equipment (Opsteegh et al., 2024). When equipment is used repeatedly on meat from different animals without thorough cleaning, the risk of cross-contamination increases significantly.

Furthermore, several studies have reported that porous, worn, or long-term use of equipment can trap dirt and micro-meat tissue that can potentially carry *T. gondii* cysts or other pathogenic organisms (Lai et al., 2024). Therefore, equipment cleanliness is influenced not only by the frequency of washing, but also by the quality of the equipment material, traders' access to clean water, and the availability of adequate sanitation facilities in the market area. The quality of equipment material, traders' access to clean water, and the availability of adequate sanitation facilities in the market area (Alves et al., 2024).

CONCLUSION

The risk index for *T. gondii* contamination in meat sold in traditional markets in Pekanbaru City and its surrounding areas is classified as moderate. These findings indicate that hygiene and sanitation practices at stalls, including market facilities, equipment cleanliness, handling/storage, and vendor hygiene, still need improvement. Therefore, integrated mitigation measures are recommended, including increasing access to clean water and washing facilities, hygiene training for vendors, implementing proper equipment cleaning and storage protocols, pest control, and targeted

microbiological surveillance (especially for goat commodities) to validate and reduce the risk of transmission to consumers.

ACKNOWLEDGMENT

Our deepest gratitude goes to the KT-ABCD Gan2526 team for their observation and enumeration. Thank you to all the traditional meat stall owners in Pekanbaru City and its surroundings who were willing to participate in this study.

REFERENCES

- Adrianto, H., Silitonga, H. T. H., Suwanti, L. T., Bravimasta, B. D., Firmanto, I. A., & Nidom, R. V. (2024). Investigation of *Toxoplasma gondii* in raw meat from Surabaya, Indonesia based on molecular detection: a cross-sectional study. *Afr. J. Biomed. Res.*, 27(4s), 10027-10032. <https://doi.org/10.53555/AJBR.v27i4S.4993>
- Alves, V. F., Pires, A. C. M., Pereira, M. G., Bersot, L. S., & De Martinis, E. C. P. (2024). Hidden places for foodborne bacterial pathogens and novel approaches to control biofilms in the meat industry. *Foods*, 13(24), 3994. <https://doi.org/10.3390/foods13243994>
- Costa, G. T., de Souza, I. S. R., de Oliveira, D. W., de Jesus Souza, O. M., Afonso, C. M. C., de Carvalho, G. O. A. M., Seabra, S. H., & de Azevedo Fortes, F. S., (2025). *Toxoplasma gondii*: cellular aspects of parasite. *Research Society and Development*, 14(1), e7714148052. <https://doi.org/10.33448/rsd-v14i1.48052>
- GAIN (Global Alliance for Improved Nutrition). (2025). *Guidelines for food hygiene in traditional markets* (Discussion Paper). GAIN.
- Hamie, M., Najm, R., Deleuze-Masquefa, C., Bonnet, P. A., Dubremetz, J. F., El Sabbah, M., & El Hajj, H. (2021). Imiquimod Targets Toxoplasmosis Through Modulating Host Toll-Like Receptor-MyD88 Signaling. *Frontiers in immunology*, 12, 629917. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.629917>
- Hussain, M. A., Stitt, V., Szabo, E. A., & Nelan, B. (2017). *Toxoplasma gondii* in the Food Supply. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 6(2), 21. <https://doi.org/10.3390/pathogens6020021>
- Lai, H., Tang, Y., Ren, F., Jiao, X. A., & Huang, J. (2023). Evaluation of Hygiene Practice for Reducing *Campylobacter* Contamination on Cutting Boards and Risks Associated with Chicken Handling in Kitchen Environment. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(17), 3245. <https://doi.org/10.3390/foods12173245>
- Latifah, K. T., Rafli, M., & Prihanani, N. I. (2025). Contamination of Coliform bacteria in chicken and fish meat in traditional market. *Buletin Veteriner Udayana*, 17(1), 131–141. <https://doi.org/10.24843/bulvet.2025.v17.i01.p14>
- Leahy, E., Mutua, F., Grace, D., Lambertini, E., & Thomas, L. F., (2022). Foodborne zoonoses control in low- and middle-income countries: Identifying aspects of interventions relevant to traditional markets which act as hurdles when mitigating disease transmission. *Front. Sustain. Food Syst.* 6, 913560. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.913560>
- Leal, S., Pieper, A., Oliveira, M., Cardozo, R., & Carvalhai, J. F. (2025). Condições Higiênico-Sanitárias No Comércio De Carnes E Derivados Em Feiras Livres Em Colatina, Espírito Santo. *Pubvet*, 19(03), e1738. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v19n03e1738>
- Marín-García, P. J., Planas, N., & Llobat, L. (2022). *Toxoplasma gondii* in foods: Prevalence, control, and safety. *Foods*, 11(16), 2542. <https://doi.org/10.3390/foods11162542>
- Nanfuka, A., Mewa, E. A., & Rachuonyo, H. A. (2025). Hygiene and Safety Measures Practised by Roadside Meat Vendors of Namawojjolo and Lukaya Food Markets, Uganda. *East African Journal of Health and Science*, 8(2), 71–82. <https://doi.org/10.37284/eajhs.8.2.3266>
- Ollong, A. R., Palulungan, J. A., & Arizona, R. (2020). Analisis Jumlah Coliform Dan Faecal Coli (MPN) Pada Daging Sapi Dan Ayam Di Kota Manokwari. *Jurnal Ilmu Peternakan Dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, 10(2), 113. <https://doi.org/10.46549/jipvet.v10i2.124>
- Opsteegh, M., Cuperus, T., van Buuren, C., Dam-Deisz, C., van Solt-Smits, C., Verhaegen, B., Joeres, M., Schares, G., Koudela, B., Egberts, F., Verkleij, T., van der Giessen, J., & Wisselink, H. J. (2024). In vitro assay to determine inactivation of *Toxoplasma gondii* in meat samples. *International journal of food microbiology*, 416, 110643. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110643>
- Paredes-Núñez, D., Barragán-Peña, A. E., Rodríguez-Pazmiño, Á. S., Vélez, A., Cruz, M., Salas-Rueda, M. X., Narváez, A., Orlando, S. A., & García-Bereguain, M. Á. (2025). High Prevalence

- of *Toxoplasma Gondii* Infection in Free-Roaming Dogs From Ecuador: A Proxy for Sentinel Surveillance of Zoonotic Threats in Low- And Middle-Income Countries. *Frontiers in Veterinary Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1672769>
- Pinto-Ferreira, F., Caldart, E. T., Pasquali, A. K. S., Mitsuka-Breganó, R., Freire, R. L., & Navarro, I. T. (2019). Patterns of Transmission and Sources of Infection in Outbreaks of Human Toxoplasmosis. *Emerging infectious diseases*, 25(12), 2177–2182. <https://doi.org/10.3201/eid2512.181565>
- Sleda, M. A., Pitafi, Z. F., Song, W., Oldfield, E., & Moreno, S. N. J. (2024). Lipophilic bisphosphonates reduced cyst burden and ameliorated hyperactivity of mice chronically infected with *Toxoplasma gondii*. *mBio*, 15(11), e0175624. <https://doi.org/10.1128/mbio.01756-24>
- Sparaciari, F. E., Firth, C., Karlsson, E. A., & Horwood, P. F. (2025). Zoonotic disease risk at traditional food markets. *Journal of virology*, 99(8), e0071825. <https://doi.org/10.1128/jvi.00718-25>
- Symeonidou, I., Sioutas, G., Lazou, T., Gelasakis, A. I., & Papadopoulos, E. (2023). A Review of *Toxoplasma gondii* in Animals in Greece: A FoodBorne Pathogen of Public Health Importance. *Animals : an open access journal from MDPI*, 13(15), 2530. <https://doi.org/10.3390/ani13152530>
- Sumiarto, B., & Budiharta, S., (2021). Epidemiologi veteriner. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Wati, D., Wandadaya, W. M., Kurniawati, N., Yuniasto, E. B., Edithya, E., Fredik, W. I., & Nisa, M. (2021). Pedoman pengawasan inspeksi higiene sanitasi pangan berbasis risiko. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

FENILALANIN DARI KEFIR SUSU KAMBING ETAWA SEBAGAI INHIBITOR JAK1/JAK2: POTENSI TERAPI INFLAMASI SISTEMIK DALAM ANALISIS *IN SILICO*

(*Phenylalanine from Etawa Goat's Milk Kefir as a JAK1/Jak2 Inhibitor: Potential Therapy for Systemic Inflammatory in In Silico Analysis*)

Erfan Andrianto Aritonang^{1*}, Firdaus Hasibuan²

¹Program Studi Kedokteran Hewan, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

²Livestock Production, PT. Semesta Mitra Sejahtera, Pekanbaru, Riau, Indonesia

*E-mail korespondensi: erfan.andrianto@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

Systemic inflammation is a body's response to exposure to infectious and non-infectious diseases. Systemic inflammatory conditions can regulate life-threatening multi-organ dysfunction syndrome. This study aims to analyze the phenylalanine activity of etawa goat milk kefir in inhibiting the JAK1/JAK2 pathway in systemic inflammatory conditions. The research method used in silico molecular docking modeling. The receptors used were JAK1 (PDB ID 6N77) and JAK2 (PDB ID 7Q7L). The test ligand of etawa goat milk kefir used is phenylalanine. The comparator ligand used is baricitinib. The parameters analyzed were RMSD values, affinity energy, inhibition content, organ toxicity test, and receptor-ligand interaction. The data from the research were analyzed descriptively. The RMSD value of JAK1/JAK2 is less than 2 Å, respectively, which is 1.7463 and 1.6307 Å. Affinity energy values showed that phenylalanine had more negative values than baricitinib at the JAK1/JAK2 receptor, which were -5.7/-6.0 and -3.3/-3.5 kcal/mol, respectively. Analysis of %BSS values showed that phenylalanine had a greater value than baricitinib as a comparator drug, even the %BSS value of phenylalanine in JAK1 had a value of > 50%. Organ toxicity tests showed that phenylalanine or baricitinib were not hepatotoxic and nephrotoxic. Based on *in silico* analysis, it is known that phenylalanine from etawa goat milk kefir has better interacting and inhibiting activity against JAK1/JAK2 than baricitinib. This indicates that phenylalanine from etawa goat's milk kefir has better potential in the development of systemic inflammatory therapy.

Keywords: *Etawa goat, in silico, janus kinase, kefir, systemic inflammatory*

PENDAHULUAN

Inflamasi sistemik merupakan salah satu kondisi patologis yang ditandai dengan bersikualnya mediator pro-inflamasi secara berkesinambungan yang berkontribusi secara langsung terhadap kemungkinan disfungsi multi organ dan peningkatan risiko kematian. Peningkatan reseptor inflamasi sistemik berkaitan dengan peningkatan risiko kematian hingga 43%. Inflamasi sistemik diakibatkan oleh sepsis, dimana angka kematian yang diakibatkan oleh sepsis mencapai 30%, sepsis berat 50%, dan syok septik 80%. Temuan ini menegaskan bahwa inflamasi sistemik bukan sekedar manifestasi sekunder suatu penyakit saja, akan tetapi menjadi salah satu penentu morbiditas dan mortalitas penderita (Fu et al., 2024; Jawad et al., 2012).

Jalur *Signal Transducers and Activators of Transcription* (STAT) Janus Kinase (JAK) memiliki peran penting dalam memediasi respons inflamasi yang merugikan sitokin pada tingkat molekuler. JAK1/JAK2 merupakan tirosin kinase non-reseptor yang melakukan fosforilasi terhadap protein STAT, sehingga mengaktifkan gen transkripsi yang mendorong proses inflamasi. Disregulasi jalur telah dikaitkan dengan penyakit autoimun, gangguan inflamasi kronis, dan patologi yang disebabkan oleh sitokin (Chen L. et al., 2018; Lin et al., 2020). Inhibitor JAK seperti baricitinib efektif dalam mengobati jalur yang disebutkan di atas, namun penggunaannya dapat menghasilkan efek immunosupresif. Oleh karena itu, diperlukan calon modulator alami yang lebih aman dan mempunyai potensi inhibisi selektif.

Susu kambing Etawa merupakan sumber pangan lokal yang banyak digunakan di Indonesia dan telah menunjukkan potensi fungsional yang kaya nutrisi. Produksinya sangat bervariasi, dengan hasil produksi berkisar antara 0.45 - 2.2 liter/hari, yang dipengaruhi oleh faktor genetik, manajemen pemeliharaan, dan fase laktasi (Sodiq & Abidin, 2008). Dalam upaya peningkatan hasil peternakan, susu kambing diolah dengan berbagai metode, termasuk fermentasi. Salah satu hasil fermentasi susu menghasilkan kefir yang meningkatkan kompleksitas biokimia melalui aktivitas metabolisme mikroba, menghasilkan peptida, asam organik, dan asam amino. Pemanfaatan kefir dalam bidang kesehatan

saat ini masih berfokus sebagai probiotik, sementara komponen bioaktifnya belum banyak dievaluasi secara mendalam. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan riset ilmiah yang signifikan, mengingat susu fermentasi mengandung beberapa peptida dan asam amino yang memiliki aktivitas anti-inflamasi atau antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi fenilalanin kefir susu kambing etawa sebagai Inhibitor JAK1/JAK2 yang dianalisis secara *in silico*. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian lanjutan dalam upaya pengembangan produk kefir sebagai inovasi terapi kasus inflamasi sistemik.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Gedung *Health Studies Complex* Universitas Riau pada bulan Oktober – November 2025.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan metode analisis *in silico*. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober - November 2025 di gedung *Health Studies Complex* Kampus Binawidya Universitas Riau. Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian meliputi Lenovo thinkpad prosesor intel core i5- 8350U, RAM 8 GB, SDRAM 256 GB. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian meliputi Autodocktools (v.1.5.6), Discovery studio (v7.6.14.149), Pymol (v.4.6.0), dan sistem command prompt. Struktur molekul reseptor diunduh melalui *website* RCSB Protein Data Bank (<https://www.rcsb.org/>). Struktur molekul ligan kefir susu kambing etawa dan obat control sebagai pembanding diunduh melalui *website* Pubchem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>). Penelitian ini terbagi dalam empat tahapan, yaitu, yaitu preparasi reseptor dan ligan, simulasi *docking* dan validasi reseptor-ligan alami, *redocking* ligan uji, dan uji kebaikan model (Karpun et al., 2023).

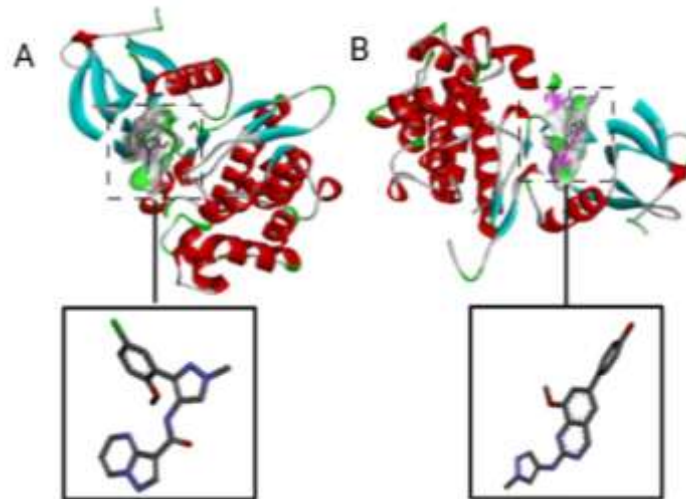
Reseptor yang digunakan dalam penelitian ini adalah JAK1 (PDB ID 6N77) dan JAK2 (PDB ID 7Q7L). Ligan uji dari kefir susu kambing etawa yang digunakan adalah fenilalanin. Ligan uji obat pembanding yang digunakan adalah baricitinib. Ukuran *grid center* JAK1 dan ligan alami $x = 6,262$; $y = -24,758$; dan $z = 21,847$ dengan dimensi $x = 30$; $y = 30$; dan $z = 30$ dan spasi 1 Å. Ukuran *grid center* JAK2 dan ligan alami $x = 33,257$; $y = 12,222$; dan $z = 65,807$ dengan dimensi $x = 30$; $y = 32$; dan $z = 30$ dan spasi 1 Å. Validasi kebaikan model dengan menganalisis nilai *root mean square deviation* (RMSD) (Rena et al., 2022). Simulasi *redocking* menggunakan halaman yang sama pada *docking* reseptor-ligan alami. Nilai energi afinitas yang digunakan pada ligan alami adalah nilai konformasi pertama, sedangkan pada ligan uji adalah nilai konformasi kedua (Hasibuan & Aritonang, 2025). Parameter uji kebaikan model adalah nilai energi afinitas, persentase *binding site similarity* (%BSS), toksisitas organ, serta visualisasi interaksi (Alimah et al., 2024; Pérez Gaudio et al., 2025).

Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di analisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil preparasi molekul reseptor JAK1 (PDB ID 6N77) berinteraksi dengan ligan alami N-[3-(5-chloro-2-methoxyphenyl)-1-methyl-1H-pyrazol-4-yl] pyrazolo [1,5-a] pyrimidine-3-carboxamide. Reseptor JAK2 (PDB ID 7Q7L) berinteraksi dengan ligan alami 4-(2-amino-8-[(2S)-1-hydroxypropan-2-yl]amino}quinazolin-6-yl)-5-ethyl-2-fluorophenol. Visualisasi interaksi reseptor JAK1/JAK2 dengan masing-masing ligan alaminya ditunjukkan pada Gambar 1. Nilai konformasi RMSD pada preparasi reseptor JAK1 dan JAK2 dengan masing-masing ligan alaminya menunjukkan nilai < 2 Å, yaitu masing-masing sebesar 1,7463 Å dan 1,6307 Å. RMSD merupakan sebuah prediktor untuk menilai kemampuan interaksi ligan sebelum dan sesudah di *docking*. Nilai RMSD < 2 Å mengindikasikan model telah valid memiliki kestabilan yang baik sebagai model struktur sehingga dapat digunakan dalam simulasi *redocking* pada ligan uji (Aritonang, 2024; Nursanti et al., 2022).



Gambar 1. (A) Visualisasi interaksi ligan alami dan reseptor JAK1; (B) visualisasi interaksi ligan alami dan reseptor JAK1

Nilai energi afinitas merupakan prediktor utama yang digunakan dalam penelitian ini sebagai penilai kebaikan model dalam analisis *in silico*. Nilai energi afinitas yang semakin negatif mengindikasikan kemampuan interaksi yang semakin baik antara ligan dengan reseptor (Al Azzahra et al., 2024; Artonang et al., 2024). Hasil penelitian menunjukkan nilai energi afinitas terbaik ditunjukkan oleh ligan alami sebagai kontrol. Baricitinib merupakan obat yang memiliki mekanisme sebagai inhibitor selektif JAK1/JAK2. Pemberian akan memberikan regulasi pada pengurangan respon inflamasi, sehingga menghambat keparahan dari penyakit yang timbul. Namun, hasil pemodelan menunjukkan nilai energi afinitas yang dimiliki oleh fenilalanin lebih baik dibandingkan dengan baricitinib sebagai obat pembanding (Tabel 1). Hal tersebut mengindikasikan kemampuan fenilalanin dari kefir susu kambing etawa memiliki potensi yang lebih baik dalam menghambat JAK1/2.

Hasil analisis persentase *binding site similarity* (%BSS) diketahui sebanyak lima asam amino fenilalanin atau sebesar 62.5% memiliki similiaritas interaksi asam amino dengan ligan alami pada JAK1. Sedangkan pada JAK2 memiliki similiaritas asam amino dengan ligan alami JAK2 sebesar 44.4% (Tabel 2). Baricitinib sebagai obat pembanding tidak memiliki similiaritas interaksi asam amino pada JAK1/JAK2. Nilai %BSS yang lebih dari 50% mengindikasikan kemampuan inhibisi yang baik seperti ligan pembandingnya (Klara et al., 2023). Analisis toksisitas organ diketahui fenilalanin dan baricitinib tidak memiliki aktivitas hepatotoksik dan nefrotoksik. Ginjal dan hepar merupakan dua organ utama yang sering dikaji dalam pengujian toksisitas, karena kedua organ tersebut bertanggung jawab dalam proses metabolisme dalam tubuh. Pengembangan obat yang tidak memiliki potensi aktivitas hepatotoksik dan nefrotoksik mengindikasikan bahwa obat tersebut aman untuk dikembangkan lebih lanjut.

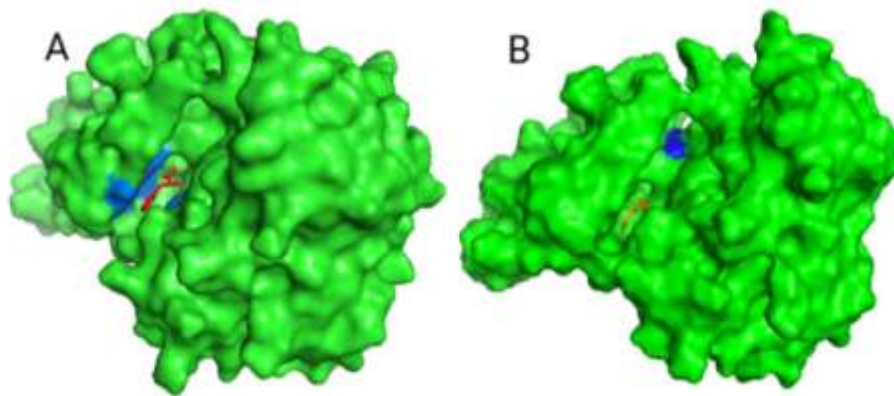
Gambar 2 area berwarna hijau adalah JAK1, area berwarna merah merupakan ligan fenilalanin, sedangkan area berwarna biru disekitar ligan adalah sisi aktif reseptor yang berinteraksi dengan ligan. Area berwarna merah adalah fenilalanin, sedangkan area berwarna oranye adalah baricitinib. Berdasarkan visualisasi interaksi diketahui pada fenilalanin, sisi aktif berwarna biru teramati lebih luas dibandingkan dengan baricitinib. Hal ini mengindikasikan bahwa sisi aktif reseptor yang berinteraksi dengan fenilalanin lebih banyak dibandingkan dengan baricitinib. Visualisasi interaksi secara dua dimensi tersaji dalam Gambar 3.

Gambar 3 ditampilkan area berwarna abu-abu adalah JAK2, area berwarna merah merupakan ligan fenilalanin, sedangkan area berwarna biru disekitar ligan adalah sisi aktif reseptor yang berinteraksi dengan ligan. Area berwarna merah adalah fenilalanin, sedangkan area berwarna oranye adalah baricitinib. Berdasarkan visualisasi interaksi diketahui pada fenilalanin, sisi aktif berwarna biru teramati lebih luas dibandingkan dengan baricitinib yang tidak memiliki sisi aktif reseptor yang similar dengan ligan alami. Hal ini mengindikasikan bahwa sisi aktif reseptor yang berinteraksi dengan fenilalanin jauh lebih dibandingkan dengan baricitinib pada JAK2. Visualisasi interaksi secara dua dimensi tersaji dalam Gambar 5.

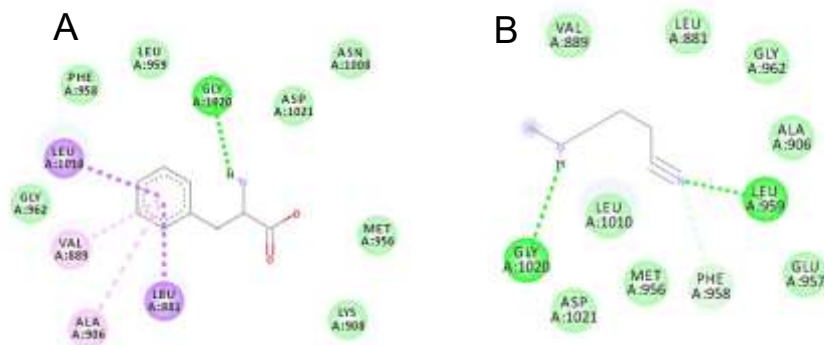
Tabel 1. Perbandingan nilai energi afinitas, ikatan asam amino, dan %BSS ligan alami dan ligan uji JAK1/JAK2

	JAK1			JAK2		
	Ligan alami	Fenilalanin	Baricitinib	Ligan alami	Fenilalanin	Baricitinib
Energi afinitas (kcal/mol)	-8.1	-5.7	-3.3	-9.5	-6.0	-3.5
Interaksi sisi aktif asam amino	keji1201	gly1020*	leu959	ser936	asp994	asp994
	glu966	leu881*	gly1020*	asp939	leu855*	leu932
	gly1020	leu1010*		met929	leu983*	
	val889	val889*		val863	val863*	
	leu1010	ala906*		leu983	ala880*	
	ala906	gly962		leu855		
	met956			ala880		
	leu881			lys882		
				val911		
Persentase BSS (%)	100	62.5	12,5	100	44.4	0

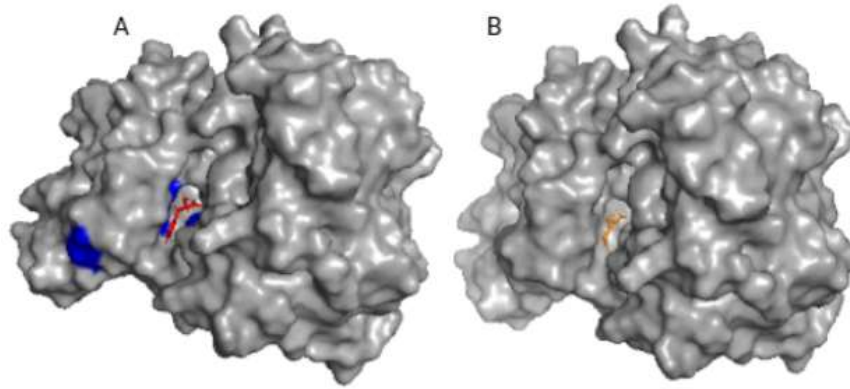
Keterangan: * menunjukkan asam amino yang mirip dengan ligan alaminya



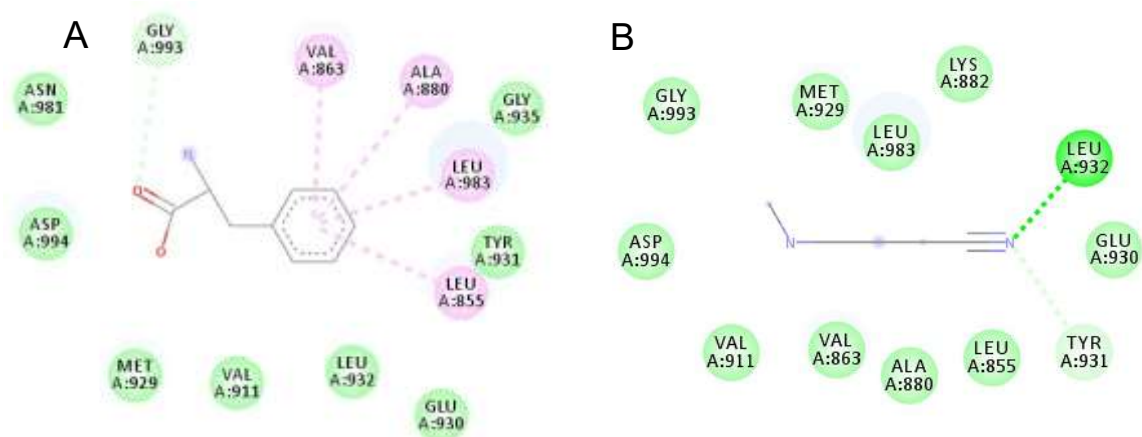
Gambar 2. (A) Visualisasi interaksi fenilalanin dan JAK1; (B) visualisasi interaksi baricitinib dan JAK1



Gambar 3. (A) Interaksi dua dimensi fenilalanin dan JAK1; (B) interaksi dua dimensi baricitinib dan JAK1



Gambar 4. (A) Visualisasi interaksi fenilalnin dan JAK2; (B) visualisasi interaksi baricitinib dan JAK2



Gambar 5. (A) Interaksi dua dimensi fenilalnin dan JAK2; (B) interaksi dua dimensi baricitinib dan JAK2

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis *in silico* diketahui fenilalanin yang terkandung dalam kefir susu kambing etawa memiliki kemampuan menghambat JAK1/JAK2 yang lebih baik dibandingkan dengan baricitinib. Hal tersebut mengindikasikan potensi kefir sebagai inovasi terapi dalam kasus inflamasi sistemik.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Azzahra, Y., Taufik Septiyan Hidayat, & Syumillah Saepudin. (2024). Penambatan Molekul Senyawa Aktif Sirih (Piper betle L) terhadap Reseptor HSV-1 sebagai Kandidat Anti Herpes. *Pharmaceutical Science and Clinical Pharmacy*, 2(1), 20–25. <https://doi.org/10.61329/pscp.v2i1.22>
- Alimah, S. N., Puspita, P. J., Ambarsari, L., & Wahyuni, R. N. (2024). Inhibisi Enzim A-Glukosidase oleh Senyawa Flavonoid Daun Kelor (*Moringa oleifera*) In Silico dan In Vitro. *Current Biochemistry*, 10(2), 62–73. <https://doi.org/10.29244/cb.10.2.4>
- Aritonang, E. A. (2024). *Aktivitas antiinflamasi sistemik ekstrak kecoa Periplaneta americana pada tikus model: studi in silico dan gambaran klinis*. IPB University.
- Aritonang, E. A., Gunanti, Purwono, R. M., & Supriyono. (2024). Systemic Anti-inflammatory Activity of American Cockroach (*Periplaneta americana*) Extract: A Molecular Docking Study. *Media Kedokteran Hewan*, 35(2), 105–112. <https://doi.org/10.20473/mkh.v35i2.2024.105-112>
- Chen L., Deng H., Cui H., Fang J., Zuo Z., Deng J., Li Y., Wang X., & Zhao L. (2018). Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*, 9(6), 7204–7218. www.impactjournals.com/oncotarget/
- Fu, Z., Liu, P., Gao, X., Shi, S., Li, Y., Zhang, B., Wu, H., & Song, Q. (2024). Association of systemic

- inflammatory markers with clinical adverse prognosis and outcomes in HFpEF: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 11(September), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1461073>
- Hasibuan, F., & Aritonang, E. A. (2025). Anti-atherosclerosis potential activity from *Alphitobius diaperinus*: a molecular docking study on NLRP3 receptor. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 8(2), 80–86. <https://publikasi.polije.ac.id/jipt/article/view/5814>
- Jawad, I., Lukšić, I., & Rafnsson, S. B. (2012). Assessing available information on the burden of sepsis: Global estimates of incidence, prevalence and mortality. *Journal of Global Health*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.7189/jogh.02.010404>
- Karpun, Y., Fedotov, S., Khilkovets, A., Karpenko, Y., Parchenko, V., Klochkova, Y., Bila, Y., Lukina, I., Nahorna, N., & Nahorny, V. (2023). An in silico investigation of 1,2,4-triazole derivatives as potential antioxidant agents using molecular docking, MD simulations, MM-PBSA free energy calculations and ADME predictions. *Pharmacia*, 70(1), 139–153. <https://doi.org/10.3897/PHARMACIA.70.E90783>
- Klara, I. K., Purwono, R. M., & Achmadi, P. (2023). Analisis In Silico Senyawa Flavonoid Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) pada Reseptor α -Amilase Sebagai Antihiperglikemik. *Acta VETERINARIA Indonesiana*, 11(3), 210–219. <https://doi.org/10.29244/avi.11.3.210-219>
- Lin, C. M., Cooles, F. A., & Isaacs, J. D. (2020). Basic Mechanisms of JAK Inhibition. *Mediterranean Journal of Rheumatology*, 31(Supp 1), 100–1404. <https://doi.org/10.31138/MJR.31.1.100>
- Nursanti, O., Wardani, I., & Hadisoebroto, G. (2022). Validasi Penambatan Molekuler (Docking) (*Zingiber Officinale*) dan (*Cymbopogon citratus*) Sebagai Ligan Aktif Reseptor Ppar γ . *Jurnal Farmasi Higea*, 14(1), 79. <https://doi.org/10.52689/higea.v14i1.469>
- Pérez Gaudio, D., Giantin, M., Pauletto, M., & Dacasto, M. (2025). Pharmacotoxicological aspects of thymol in veterinary medicine. A systematic review. *Frontiers in Veterinary Science*, 12(Figure 1). <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1562641>
- Rena, S. R., Nurhidayah, N., & Rustan, R. (2022). Analisis Molecular Docking Senyawa Garcinia Mangostana L Sebagai Kandidat Anti SARS-CoV-2. *Jurnal Fisika Unand*, 11(1), 82–88. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.1.82-88.2022>
- Sodiq, A., & Abidin, Z. (2008). *Meningkatkan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawa*. Agromedia Pustaka.

UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN MAHONI DAN DAUN KETAPANG TERHADAP MORTALITAS HAMA KUTU PUTIH (*Paracoccus marginatus*) SECARA IN VITRO

(*The Effectiveness of Mahogany Leaf and Ketapang Leaf Extract on Mortality of White Life Pests (Paracoccus marginatus) In Vitro*)

Anggia Wulan Sari, Ahmad Taufiq Arminudin* & Aulia Rani Annisava

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

*Email: anggiawulansari883@gmail.com

ABSTRACT

Control of white lice (*Paracoccus marginatus*) can be done chemically, but this has a negative impact on the environment. An environmentally friendly alternative that can be used is a botanical pesticide such as mahogany leaf extract (*Swietenia mahagoni* L.) and ketapang leaf extract (*Terminalia catappa* L.). This study aims to obtain the most effective concentration of mahogany leaf extract and ketapang leaf extract on the mortality of mealybug pests (*Paracoccus marginatus*) in vitro. This research was conducted at the Laboratory of Pathology, Entomology, Microbiology and Soil Science, Faculty of Agriculture and Animal Science Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau from February to March 2025. This study used a Completely Randomized Design with 6 treatments, namely P0= aquades, P0+= lambda sialotrin+thiamethoxam 2 mL/L, and a combination of mahogany leaf extract and ketapang leaf at concentrations of P1 = 5%, P2 = 10%, P3 = 15%, and P4 = 20% with 4 replications, totaling 24 experimental units. The parameters observed were the initial time of death, daily mortality, LC₅₀, and total mortality. The results showed that the combination of mahogany leaf extract and ketapang leaf 20% was the the most effective treatment with an initial time of whitefly death of 4.75 hours and a total mortality of 100%, and an LC₅₀ value of 31.78%. It is recommended to use a different application methods or on a field scale.

Keywords: Botanical pesticides, LC₅₀, Mortality

PENDAHULUAN

Kutu putih (Hemiptera: Pseudococcidae) dikenal sebagai *mealybugs*, merupakan serangga pengganggu bagi tanaman terutama dalam bidang pertanian. Kutu putih menyerang berbagai tanaman hortikultura dan perkebunan, termasuk pepaya, terong, tomat, jeruk, jambu biji, kopi, dan beberapa tanaman lain. Kutu putih menyerang bagian batang, pucuk, dan buah (Febriastuti, 2023). Serangan kutu putih pada pucuk tanaman hortikultura menyebabkan daun menjadi mengkerut, keriting, dan akhirnya mati, sehingga menurunkan hasil produksi. Selain menyebabkan kerusakan pada daun, batang, dan buah, kutu putih menghasilkan embun madu yang dapat menyebabkan timbulnya cendawan jelaga. Cendawan jelaga tumbuh dan berkembang menutupi permukaan daun sehingga menghambat proses fotosintesis (Amelia, 2022).

Kendala yang dihadapi dalam peningkatan produksi tanaman pepaya ialah salah satu serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Salah satu OPT yang menyerang tanaman pepaya yaitu kutu putih. Serangga hama ini menyebabkan berkurangnya kualitas dan kuantitas pepaya. Hama kutu putih menyerang hampir di semua bagian tanaman pepaya mulai dari bunga, daun, batang, dan buah. Bunga dan buah pepaya yang diserang kutu putih akan menjadi kering dan menghitam (Martuti dan Anjarwati, 2022). Kutu putih merusak dengan menyerap cairan tanaman.

Pengendalian hama kutu putih pada tanaman yang umum digunakan oleh petani yaitu pestisida jenis insektisida. Berdasarkan bahan pembuatannya pestisida terbagi menjadi dua jenis yaitu pestisida sintetis dan pestisida nabati. Dalam penggunaannya pestisida sintetis dapat berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan serta harganya yang lebih mahal, sehingga, pestisida nabati menjadi alternatif pengendali hama yang tergolong lebih aman karena berbahan dasar dari tanaman, seperti daun, biji, buah, ataupun akar tanaman (Estia, 2019). Pestisida nabati berasal dari tumbuh-tumbuhan yang mengandung minyak atsiri, bahan aktif eugenol, azadirachtin, nimbin, salanin, saponin, dan flavonoid. Pestisida ini residunya mudah terurai (*biodegradables*) di alam, sehingga aman bagi manusia dan lingkungan (Nurmasari dan Aswan, 2024).

Daun mahoni (*Swietenia mahogani* L.) merupakan salah satu tanaman yang banyak menghasilkan metabolit sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun *Swietenia mahogani* L. mengandung alkaloid, tanin, saponin, flavanoid, dan terpenoid (Kurniawan, 2019). Saponin dapat menyerang proses penyerapan makanan dan merusak protein serta membran sel pada hama. Flavonoid dapat mengganggu proses metabolisme yang mengakibatkan kematian pada serangga (Ahyanti dan Yusanatha, 2023). Tumbuhan lain yang juga mengandung senyawa yang sama yaitu daun ketapang. Beberapa golongan senyawa kimia yang telah teridentifikasi ekstrak daun ketapang, diantaranya triterpenoid, alkaloid, steroid, flavonoid dan tanin. Senyawa tersebut memiliki potensi sebagai antijamur dan antibakteri (Mirsyah dkk., 2022). Penggabungan kedua ekstrak ini bertujuan untuk memaksimalkan efek sinergis dari masing-masing senyawa. Kombinasi ini memungkinkan kerja yang lebih cepat dan kuat sebagai racun pencernaan maupun racun kontak, sehingga lebih efektif dalam mematikan kutu putih dibandingkan penggunaan tunggal. Dengan menggabungkan dua ekstrak yang senyawanya serupa namun berbeda kekuatan, diharapkan dapat meningkatkan efikasi dan mempercepat waktu kematian hama (Reddy dan Chowdary, 2021).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi, dan Ilmu Tanah (PEMTA) Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau. Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2025.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah daun mahoni (*Swietenia mahogani* L.), daun ketapang (*Terminalia catappa* L.), hama kutu putih (*Paracoccus marginatus*), pestisida kimia berbahan aktif lambda sialotrin 106 g/L + tiametoksam 141 g/L, aquades, dan alkohol 70%. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah toples ukuran 400 mL, kain kasa, pinset, blender, timbangan, gunting, gelas ukur, sprayer, tissue, karet gelang, saringan, baskom, kertas label, alat tulis dan kamera.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah eksperimental di laboratorium dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Konsentrasi ekstrak daun mahoni dan daun ketapang sebagai perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan sesuai dengan rujukan Soelistijono (2023) yang telah dimodifikasi yaitu:

- P0- : Kontrol (100 mL aquades)
- P0+ : Insektisida berbahan aktif lambda sialotrin 106 g/L + tiametoksam 141 g/L
(digunakan sebanyak 2 mL/L)
- P1 : Konsentrasi 5% = 2,5 mL EDM + 2,5 mL EDK + 95 mL aquades
- P2 : Konsentrasi 10% = 5 mL EDM + 5 mL EDK + 90 mL aquades
- P3 : Konsentrasi 15% = 7,5 mL EDM + 7,5 mL EDK + 85 mL aquades
- P4 : Konsentrasi 20% = 10 mL EDM + 10 mL EDK + 80 mL aquades

Berdasarkan hal tersebut di atas, sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 10 ekor imago betina maka jumlah sampel imago secara keseluruhan adalah 240 ekor imago betina.

Pelaksanaan Penelitian

Penyediaan Kutu Putih

Imago betina kutu putih pepaya dikoleksi dari lokasi perkebunan tanaman pepaya milik petani di Jalan Kubang Raya, Kecamatan Tuah Madani, Kota Pekanbaru dengan umur tanaman sekitar 8-10 bulan. Kutu putih yang digunakan adalah imago betina yang memiliki ciri morfologi tubuh tertutup oleh lilin berwarna putih, yang merupakan hasil sekresi dari tubuhnya. Imago yang dipilih memiliki bentuk tubuh bulat lonjong dan memiliki filamen lilin pendek-pendek di sepanjang bagian tepi tubuhnya, serta mampu bergerak aktif saat disentuh. Imago yang tidak layak digunakan atau sudah mati ditandai dengan adanya perubahan perilaku seperti pergerakan mulai kurang aktif, nafsu makan berkurang serta

terjadi perubahan warna tubuh dari warna putih menjadi coklat kehitaman dan mengering (Ridho dkk., 2018).

Pembuatan Ekstrak Daun Mahoni dan Daun Ketapang

Ekstrak Daun Mahoni

Pembuatan ekstrak daun mahoni digunakan dalam penelitian ini adalah dengan kriteria daun yang berasal dari 1 ranting, daun berwarna hijau, tidak ada bekas gigitan serangga, dan tidak terkena penyakit sebanyak 250 g. Kemudian daun mahoni dibersihkan menggunakan air bersih dan dikering-anginkan untuk mengurangi kadar air dan memperpanjang umur simpan agar dapat digunakan sampai penelitian selesai (Riska, 2024). Setelah kering, daun mahoni dihaluskan menggunakan blender dengan menambahkan 600 mL aquades. Setelah daun mahoni halus, disaring menggunakan saringan untuk memisahkan cairan dengan ampas. Selanjutnya dilakukan penambahan alkohol 70% sebanyak 20 mL dan dimaserasi selama 1 x 24 jam. Tahap selanjutnya yaitu menuangkan perasan ke dalam sprayer volume 500 mL sesuai dengan konsentrasi yang digunakan (Djafar dkk. 2023).

Ekstrak Daun Ketapang

Pembuatan ekstrak daun ketapang menurut Nurhalina dkk. (2021), daun yang dipilih adalah daun segar, daun yang terbuka sempurna, daun berwarna hijau mulus, tidak ada bekas gigitan serangga, dan tidak terkena penyakit sebanyak 250 g. Kemudian daun ketapang dibersihkan dengan air dan dikering-anginkan. Setelah kering, daun ketapang dihaluskan menggunakan blender dengan menambahkan 600 mL aquades. Setelah daun ketapang halus, disaring menggunakan saringan untuk memisahkan cairan dengan ampas. Selanjutnya dilakukan penambahan alkohol 70% sebanyak 20 mL dan dimaserasi selama 1 x 24 jam. Setelah itu, ekstrak dimasukkan ke dalam sprayer volume 500 mL sesuai dengan konsentrasi yang digunakan.

Aplikasi Ekstrak Daun Mahoni dan Daun Ketapang

Pengaplikasian ekstrak dilakukan dengan cara penyemprotan langsung terhadap hama kutu putih. Sebanyak 10 imago kutu putih pepaya disimpan di dalam toples yang di bawahnya telah dialasi tisu dan daun pepaya sebagai pakannya, sebelum melakukan penyemprotan terlebih dahulu dikalibrasi untuk mendapat volume penyemprotan. Setiap unit percobaan mendapatkan penyemprotan larutan ekstrak daun mahoni dan daun ketapang sebanyak 1 kali semprot ($\pm 0,5$ mL/penyemprotan) hingga serangga tertutup secara merata. Setelah penyemprotan, unit percobaan diberi sungkup kain kasa untuk menghindari adanya migrasi antar hama perlakuan sesuai dengan konsentrasi yang dikehendaki (Fauzana dan Harahap, 2021).

Parameter Penelitian

Parameter penelitian terdiri dari uji fitokimia yang merupakan suatu teknik analisis kandungan kimia di dalam tumbuhan. Analisis ini bersifat kualitatif, oleh karena itu dengan metode fitokimia dapat diketahui secara kualitatif kandungan kimia dalam suatu jenis tumbuhan. Selanjutnya waktu awal kematian (jam) dilakukan dengan cara menghitung waktu yang dibutuhkan ekstrak daun mahoni dan daun ketapang untuk mematikan paling awal salah satu kutu putih pada setiap perlakuan. Pengamatan dilakukan satu jam setelah aplikasi (Dewi dkk., 2017). Pengaplikasian ekstrak dilakukan pukul 15:00 WIB dan pengamatan dilakukan pukul 16:00 WIB. Selanjutnya pengamatan mortalitas harian (%) dengan menghitung kutu yang mati setiap harinya. Menurut Nurmasari dan Aswan (2024), untuk menghitung persentase mortalitas kutu putih dapat dilakukan dengan penghitungan sebagai berikut:

$$Po = \frac{r}{n} 100\%$$

Keterangan :

Po : Persentase mortalitas imago

r : Jumlah imago yang mati

n : Jumlah awal dari imago yang diuji

Parameter penelitian selanjutnya yaitu *Lethal Concentration*₅₀ (LC₅₀) merupakan konsentrasi yang dibutuhkan untuk membunuh 50% dari jumlah larva yang diuji. Parameter penelitian selanjutnya

yaitu mortalitas total (%) dengan menghitung jumlah total imago kutu putih pepaya yang diamati sampai mati aplikasi. Menurut Nurmasari dan Aswan (2024), perhitungan mortalitas total yaitu dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Po = \frac{r}{n} 100\%$$

Keterangan:

Ptot : Mortalitas total imago

r : Jumlah seluruh imago yang mati

n : Jumlah awal dari imago yang diuji

Dalam efikasi larutan pestisida nabati dihitung dengan menggunakan rumus Abbot (Ciba-Geigy, 1981) dalam (Rahmawati dkk., 2011) yaitu:

$$E = C - T/C \times 100\%$$

Keterangan:

E : Efikasi (%)

C : Jumlah larva yang masih hidup pada perlakuan kontrol setelah aplikasi

T : Jumlah larva hidup pada perlakuan pestisida setelah aplikasi.

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan sidik ragam dengan model linear. Jika terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's new Multiple Range Test* (DMRT) tarai 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak daun mahoni dan daun ketapang. Hasil uji menunjukkan adanya kandungan senyawa aktif pada daun mahoni dan daun ketapang yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Daun Mahoni

Senyawa		Hasil
Saponin	++	Busa Stabil
Tanin	+	Kuning Kehijauan
Flavonoid	+	Kuning
Alkaloid	+	Endapan Cokelat
Fenolik	++	Ungu Gelap

Keterangan : (-): negatif, (+): positif lemah, (++) : positif, (+++) : positif kuat, (++++): positif sangat kuat

Uji fitokimia dilakukan menggunakan metode kualitatif dengan menambahkan pereaksi pada masing-masing senyawa yang akan diuji dengan cara melihat perubahan warna dan bentuk suatu cairan yang diujikan. Hasil uji fitokimia pada Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa daun mahoni dan daun ketapang mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti saponin, tanin, flavanoid, alkaloid, dan fenolik.

Tabel 2. Hasil Uji Fitokimia Daun Ketapang

Senyawa		Hasil
Saponin	+++	Busa Stabil
Tanin	++	Hijau Kehitaman
Flavonoid	+	Merah Oranye
Alkaloid	++	Endapan Cokelat
Fenolik	+	Hijau Kehitaman

Keterangan : (-): negatif, (+): positif lemah, (++) : positif, (+++) : positif kuat, (++++): positif sangat kuat

Tabel 1 dan Tabel 2 diketahui bahwa kedua ekstrak menunjukkan kandungan yang serupa namun berbeda dalam intensitas reaksi masing-masing senyawa. Pada pengujian senyawa saponin pada daun mahoni menghasilkan busa stabil dengan intensitas positif (++) , menunjukkan adanya

saponin dalam jumlah sedang. Sebaliknya, daun ketapang menghasilkan busa yang lebih stabil dan melimpah dengan intensitas positif kuat (+++), menunjukkan kandungan saponin yang lebih tinggi. Menurut Roosapashree dan Naik (2019), stabilitas dan tinggi busa dalam uji kocok merupakan indikator kuat keberadaan saponin, yang bekerja sebagai racun pencernaan terhadap serangga dengan cara merusak saluran pencernaan dan membran sel.

Pada pengujian senyawa tanin pada daun mahoni memberikan reaksi positif lemah (+) dengan perubahan warna kuning kehijauan, sedangkan pada daun ketapang menunjukkan reaksi positif sedang (++) dengan warna hijau kehitaman. Warna gelap menunjukkan konsentrasi tanin yang lebih tinggi. Tanin diketahui bersifat astringen dan mampu mengikat protein, sehingga mengganggu sistem pencernaan serangga (Sarwiji dan Hastuti, 2021).

Pada pengujian senyawa flavonoid terdeteksi pada kedua ekstrak dengan intensitas (+), namun berbeda dalam warna reaksi. Daun mahoni menunjukkan warna kuning, sedangkan daun ketapang berwarna merah oranye. Perbedaan warna ini mencerminkan variasi struktur senyawa flavonoid yang terkandung, meskipun keduanya bersifat positif lemah. Flavonoid berperan sebagai neurotoksin ringan yang mampu mengganggu sistem saraf dan aktivitas metabolisme serangga (Ginting *et al.*, 2024).

Pada pengujian senyawa alkaloid pada daun mahoni menunjukkan hasil positif lemah (+) dengan endapan cokelat, sedangkan daun ketapang lebih kuat (++) dengan hasil reaksi endapan cokelat yang lebih pekat, menunjukkan kandungan alkaloid yang lebih tinggi. Alkaloid merupakan senyawa toksik yang menyerang sistem saraf pusat serangga dengan menghambat transmisi sinyal neuron (Nasution dan Rustam, 2020).

Pada pengujian senyawa fenolik sebagai antioksidan alami juga terdeteksi pada kedua ekstrak. Daun mahoni menunjukkan reaksi (++) dengan ungu gelap, menandakan kadar fenolik yang cukup tinggi, sedangkan daun ketapang menunjukkan reaksi (+) dengan hijau kehitaman, mengindikasikan keberadaan fenol dalam jumlah lebih rendah. Senyawa fenolik dapat meningkatkan permeabilitas membran sel serangga dan menyebabkan ketidakseimbangan metabolik (Anam *et al.*, 2023).

Waktu Awal Kematian

Hasil sidik ragam dari setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap waktu awal kematian hama kutu putih (*Paracoccus marginatus*). Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Waktu Awal Kematian

Perlakuan	Rata-rata Waktu
	Awal Kematian (Jam)
(P0-) (Aquades)	72,00 ^a
(P0+) (Pestisida kimia lamda sialotrin+tiametoksam)	1,00 ^f
(P1) (EDM+ EDK 5%)	16,25 ^b
(P2) (EDM + EDK 10%)	7,75 ^c
(P3) (EDM + EDK 15%)	5,50 ^d
(P4) (EDM + EDK 20%)	4,75 ^e

Keterangan: Angka-angka dengan superskrip yang tidak sama, berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%. EDM = Ekstrak daun mahoni dan EDK = Ekstrak daun ketapang.

Tabel 3 menunjukkan bahwa setelah aplikasi ekstrak daun mahoni dan daun ketapang dengan beberapa perlakuan menyebabkan perbedaan terhadap waktu awal kematian kutu putih (*Paracoccus marginatus*) dengan kisaran waktu 1–72 jam. Perlakuan P0- sampai pada akhir pengamatan tidak ada imago kutu putih yang mati, hal ini disebabkan karena aquades tidak mengandung senyawa aktif yang bersifat toksik terhadap serangga, sebagaimana juga dilaporkan oleh Dewi dkk. (2017) bahwa kontrol negatif tidak memberikan efek letal terhadap serangga uji.

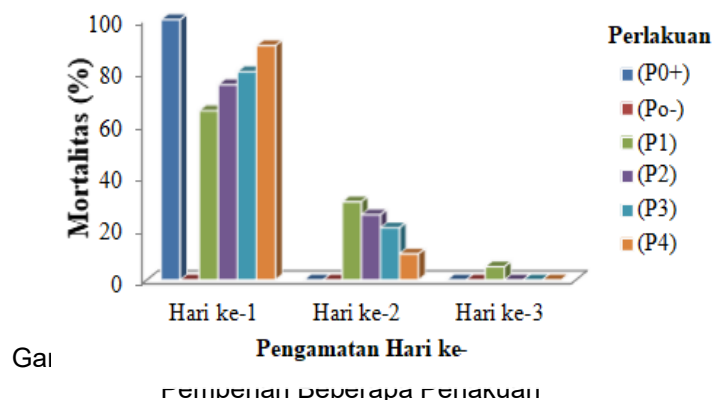
Aplikasi perlakuan P1 (ekstrak daun mahoni dan daun ketapang 5%) menyebabkan waktu awal kematian *Paracoccus marginatus* cenderung lebih lama yaitu 16,25 jam setelah aplikasi. Hal ini disebabkan karena senyawa aktif seperti flavonoid dan saponin mulai menunjukkan aktivitas terhadap sistem metabolik serangga, namun belum optimal. Menurut Soelistijono (2023), ekstrak daun mahoni memiliki kandungan flavonoid dan tanin yang dapat menghambat aktivitas enzim dan merusak organ internal serangga. Pada perlakuan P2 (ekstrak daun mahoni dan daun ketapang 10%) dengan waktu awal kematian 7,75 jam setelah aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi memberikan efek yang lebih efektif dalam mengganggu sistem fisiologis serangga.

Aplikasi perlakuan P3 (15%) mempercepat waktu kematian menjadi 5,50 jam, sedangkan P4 (20%) menunjukkan waktu awal kematian tercepat dari seluruh perlakuan nabati, yakni 4,75 jam. Efek toksik maksimal terjadi pada konsentrasi ini karena kombinasi senyawa aktif dari kedua ekstrak bekerja secara sinergis. Aplikasi perlakuan P0+ pestisida kimia berbahan aktif lamda sialotrin dan tiametoksam

yang bersifat racun kontak dapat mematikan kutu putih pada 1 jam setelah aplikasi. Adapun bahan aktif lambda sialotrin dan tiametoksam yang bersifat neurotoksik dan bekerja dengan cara merusak sistem saraf pusat serangga (Fauzana dan Harahap, 2021).

Mortalitas Harian

Mortalitas Harian terkecil terjadi pada hari ketiga dengan mortalitas 5% pada perlakuan P1 dan mortalitas terbesar pada hari pertama dengan mortalitas 100% pada perlakuan P0+. Hasil pengamatan mortalitas harian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. memperlihatkan perlakuan P0- sampai pada akhir pengamatan tidak ada imago kutu putih yang mati, hal ini dikarenakan tidak adanya ekstrak daun mahoni dan daun ketapang yang diberikan. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian Amelia dkk. (2019) yang menyatakan bahwa kontrol berupa air tidak menimbulkan efek fisiologis terhadap hama serangga.

Pada P0+ (pestisida kimia), seluruh kutu putih mati dalam 1 hari pertama (100%), tidak ada mortalitas tambahan pada hari kedua dan ketiga. Fenomena ini menunjukkan bahwa insektisida sintesis bekerja sangat cepat dan efektif sebagai neurotoksik. Menurut Fauzana dan Harahap (2021), insektisida berbahan aktif lambda-sialotrin dan tiametoksam memiliki mekanisme kerja ganda sebagai racun kontak dan sistemik.

Aplikasi perlakuan P1(5%), mortalitas harian terendah dicatat yaitu bertahap dari hari pertama 65%, hari kedua 30%, dan hari ketiga 5%. Efek insektisidanya lambat karena konsentrasi senyawa aktif belum cukup menyebabkan kerusakan fatal. Menurut Ahmad dkk. (2020), konsentrasi rendah dari pestisida nabati umumnya hanya mengganggu aktivitas makan dan gerak serangga. Pada perlakuan P2 (10%) menunjukkan peningkatan signifikan dengan mortalitas hari pertama sebesar 75%, hari kedua 25%, dan hari ketiga 0%. Efektivitas perlakuan ini diduga karena meningkatnya kandungan flavonoid dan tanin. Berdasarkan Pratiwi dkk. (2024), senyawa flavonoid menyebabkan gangguan sistem saraf dan respirasi pada kutu putih yang menyebabkan mortalitas tinggi di awal aplikasi.

Aplikasi perlakuan P3 (15%) mengalami pola mortalitas yang fluktuatif dengan nilai 80% di hari pertama, 20% hari kedua, dan 0% hari ketiga. Walaupun konsentrasi lebih tinggi dari P2, fluktuasi ini bisa terjadi karena terjadinya degradasi senyawa aktif akibat pengaruh lingkungan seperti cahaya dan suhu. Pada perlakuan P4 (20%) menghasilkan mortalitas tertinggi hari pertama sebesar 90%, kemudian menurun hari kedua (10%) dan hari ketiga (0%). Efek cepat dan drastis ini menunjukkan konsentrasi optimal bagi kerja sinergis antara alkaloid dan flavonoid. Oleh karena itu, fluktuasi mortalitas harian pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa efektivitas insektisida nabati sangat bergantung pada dosis, komposisi senyawa aktif, dan kestabilan formulasi selama waktu aplikasi. Hasil ini mendukung bahwa perlakuan P4 mendekati efektivitas P0+.

Lethal Concentration₅₀ (LC₅₀)

Analisis probit menggunakan SPSS 25.0 menunjukkan bahwa beberapa konsentrasi ekstrak daun mahoni dan daun ketapang berpengaruh terhadap mortalitas kutu putih (*Paracoccus marginatus*). Hasil analisis SPSS 25.0 LC₅₀ dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Probit LC₅₀

Konsentrasi Kematian	Konsentrasi	Interval
LC	31,78%	2,55-1022,82%

Keterangan: Angka diatas berdasarkan analisis SPSS 25.0

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai LC50 dari kombinasi ekstrak daun mahoni (*Swietenia mahagoni* L.) dan daun ketapang (*Terminalia catappa* L.) terhadap kutu putih (*Paracoccus marginatus*) adalah sebesar 31,78% dengan rentang interval kepercayaan 2,55% hingga 1022,82%. Nilai ini diperoleh melalui analisis probit dan merepresentasikan konsentrasi yang mampu menyebabkan kematian 50% dari populasi serangga uji dengan berbagai konsentrasi ekstrak. Hal ini didukung oleh Nasution dan Rustam (2020) bahwa mortalitas akan terjadi lebih cepat pada konsentrasi tinggi yang masuk ke dalam tubuh serangga dan begitu dikarenakan semakin banyak bahan aktif. Oleh karena itu, senyawa bioaktif seperti saponin, flavonoid, tanin, dan alkaloid dalam ekstrak daun mahoni dan ketapang berperan dalam menyebabkan kematian serangga melalui gangguan sistem saraf dan pencernaan. Kombinasi ekstrak ini bekerja sinergis sebagai racun kontak dan racun pencernaan sehingga berpotensi tinggi dikembangkan sebagai pestisida nabati.

Mortalitas Total

Berdasarkan hasil uji sidik ragam terhadap mortalitas total kutu putih (*Paracoccus marginatus*) setelah dianalisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian ekstrak daun mahoni dan daun ketapang diperoleh data yang menyatakan tidak ada perbedaan pada mortalitas total kutu putih. Hasil rata-rata mortalitas total dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Mortalitas Total

Perlakuan	Mortalitas	Pengamatan Hari ke-
(P0-) (Aquades)	0	3 ^b
(P0+) (Pestisida kimia lamdasialotrin+tiametoksam)	100	1 ^a
(P1) (EDM+ EDK 5%)	100	3 ^b
(P2) (EDM + EDK 10%)	100	2 ^a
(P3) (EDM + EDK 15%)	100	2 ^a
(P3) (EDM + EDK 20%)	100	2 ^a

Keterangan: Superskip yang berbeda pada baris atau lajur yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan P0- tidak menyebabkan kematian pada kutu putih (*Paracoccus marginatus*) dan berbeda nyata dengan semua perlakuan. Perlakuan dengan ekstrak daun mahoni dan daun ketapang pada konsentrasi 5% hingga 20% (P1–P4) menunjukkan tingkat mortalitas total sebesar 100%, setara dengan perlakuan pestisida kimia (P0+).

Mortalitas 100% pada semua konsentrasi perlakuan membuktikan bahwa ekstrak mahoni dan daun ketapang efektif sebagai insektisida nabati. Kematian total ini diduga kuat akibat kandungan senyawa bioaktif seperti saponin, alkaloid, flavonoid, dan tanin yang bekerja sebagai racun kontak dan racun pencernaan. Senyawa ini dapat mengganggu sistem saraf, respirasi, dan metabolisme serangga (Soelistijono, 2023). Hal ini dilaporkan oleh Octriana dan Istianto (2021) bahwa mortalitas 100% pada penggunaan minyak sereh wangi (*Cymbopogon citratus*) terhadap *Paracoccus marginatus*, pada konsentrasi 15%, dalam waktu 48 jam.

Konsentrasi 20% (P4) menghasilkan kematian 100% dalam waktu lebih cepat dibandingkan dengan P1 (5%) yang memerlukan hingga 3 hari, menguatkan bahwa efektivitas insektisida nabati meningkat dengan dosis. Maka dari itu tidak terdapat perbedaan signifikan antara P1–P4 dan P0+ juga menandakan bahwa ekstrak ini mampu menyamai efektivitas pestisida sintetis berbahan aktif lamdasialotrin dan tiametoksam, namun dengan keunggulan lebih ramah lingkungan. Sehingga berdasarkan rumus efikasi Abbott, semua perlakuan menghasilkan efikasi sebesar 100%, yang menurut klasifikasi Rahmawati *et al.* (2011), termasuk ke dalam kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak daun mahoni dan daun ketapang efektif sebagai insektisida nabati terhadap *Paracoccus marginatus*. Efikasi yang setara dengan pestisida kimia (P0+) juga memperkuat potensi pemanfaatan ekstrak ini sebagai alternatif pengendalian hama ramah lingkungan.

Efektifitas Ekstrak Daun Mahoni dan Daun Ketapang

Efektifitas kombinasi ekstrak daun mahoni (*Swietenia mahagoni* L.) dan daun ketapang (*Terminalia catappa* L.) mampu meningkatkan mortalitas hama kutu putih (*Paracoccus marginatus*) secara signifikan. Perlakuan dengan konsentrasi 20% (P4) menghasilkan waktu awal kematian serangga sebesar 4,75 jam dan mortalitas total mencapai 100%. Nilai LC₅₀ yang diperoleh sebesar 31,78%, mengindikasikan bahwa ekstrak tersebut efektif dalam membunuh 50% populasi kutu putih.

Efektivitas ekstrak ini didukung oleh keberadaan senyawa bioaktif seperti saponin, flavonoid, alkaloid, dan tanin yang diketahui mampu mengganggu sistem saraf, pencernaan, serta proses metabolisme serangga (Soelistijono, 2023; Sarwiji dan Hastuti, 2021). Senyawa tersebut bekerja sinergis sebagai racun kontak dan racun pencernaan sehingga menyebabkan kematian pada kutu putih. Hal ini didukung oleh Ginting dkk. (2024) mengemukakan bahwa kombinasi ekstrak daun mahoni dan sirsak meningkatkan mortalitas ulat grayak (*Spodoptera exigua*), menunjukkan potensi insektisida nabati yang kuat. Sehingga penggunaan ekstrak nabati sebagai alternatif insektisida menawarkan keuntungan berupa keamanan lingkungan dan manusia, serta mengurangi risiko residu kimia berbahaya yang biasa ditemukan pada pestisida sintesis (Nurmasari dan Aswan, 2024). Oleh karena itu, ekstrak daun mahoni dan ketapang berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai pengendali hama yang ramah lingkungan dan efektif.

KESIMPULAN

Kombinasi ekstrak daun mahoni (*Swietenia mahagoni* L.) dan daun ketapang (*Terminalia catappa* L.) efektif menyebabkan kematian kutu putih (*Paracoccus marginatus*). Konsentrasi 20% merupakan perlakuan paling efektif dengan waktu awal kematian tercepat 4,75 jam, mortalitas total 100%, dan nilai LC₅₀ sebesar 31,78%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. 2020. Efikasi Beberapa Ekstrak Tumbuhan sebagai Pestisida Nabati terhadap Mortalitas Hama Kutu Daun (*Myzus persicae*) pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*). *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Medan Area. Medan.
- Ahyanti, M. dan P. Yushananta. 2023. Kandungan Saponin dan Flavonoid pada Tanaman Pekarangan serta Potensinya sebagai Bioinsektisida Lalat Rumah (*Musca domestica*). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Ruwa Jurai*, 17(1): 31- 43.
- Amelia, S. 2022. Tingkat Serangan dan Kepadatan Populasi Kutu Putih (*Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink) pada Tanaman Pepaya di Kabupaten Padang Pariaman. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Anam, S., D. A. S. Hartanti, M. Chusnah, dan Y. Puspaningrum. 2023. Uji Kandungan Flavonoid dan Tanin pada Ekstrak Daun dan Kulit Pohon Kayu Mahoni (*Swietenia mahagoni*). *Jurnal Buana Sains*, 23(1): 41-44.
- Dewi, A. Y., D. Salbiah, dan A. Sutikno. 2017. Uji Beberapa Konsentrasi Tepung Biji Pinang (*Areca catechu* L.) terhadap Mortalitas Larva Penggerek Tongkol Jagung Manis (*Helicoverpa armigera*). *Jurnal Faperta*, 4(1): 1- 11.
- Djafar, N., C. J. Lamangantjo, dan Y. Retnowati. 2023. Pengaruh Perasan Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) sebagai Pestisida Nabati dalam Pengendalian Hama Kumbang Koksi (*Epilachna admiirabilis*). *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 2(1): 75-82.
- Estia, D. 2019. Pengaruh Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm. F.)) dan Buah Maja (*Aegle marmelos* L.) sebagai Pestisida Nabati terhadap Kutu Putih (*Paracoccus marginatus*) pada Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Raden Intan. Lampung.
- Fauzana, H. dan R. A. Harahap. 2021. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Daun Srikaya untuk Mengendalikan *Aphis gossypii* Glovr pada Tanaman Cabai. *Jurnal Agroteknologi*, 12(1): 9-16.
- Febriastuti, F. 2023. Identifikasi Kutu Putih (*Mealybug*) (Hemiptera: Pseudococcidae) pada Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) di Kabupaten Jeneponto. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Ginting, T. Y., K. Warsito, dan W. S. B. Siregar. 2024. Efektivitas Bioinsektisida Nabati dari Ekstrak Daun Mahoni dan Sirsak terhadap Mortalitas Ulat Grayak. *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 431–438.
- Kurniawan, A. 2019. Uji Potensi Bioherbisida Ekstrak Daun Mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) terhadap Pertumbuhan Gulma Maman Ungu (*Cleome rutidosperma* D.C.). *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Martuti, N. K. T. dan R. Anjarwati. 2022. Keanekaragaman Serangga Parasitoid (Hymenoptera) di Perkebunan Jambu Biji Desa Kalipakis Sukorejo Kendal. *Indonesia Journal of Mathematics and Natural Science*, 45(1): 1- 8.
- Nasution, D. L. dan R. Rustam. 2020. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium lobatum* Benth) untuk Mengendalikan Ulat Daun Bawang (*Spodoptera exigua* Hubner). *Jurnal Agrotek*, 4(2): 79-89.
- Nurhalina, D. L., D. K. Erari, K. S. K. Tola, dan Y. A. Mustamu. 2021. Konsentrasi Beberapa Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.) sebagai Herbisida Nabati pada Pertumbuhan Gulma Rumput Grinting (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). *Jurnal AGROTEK*, 9(1): 24-32.
- Nurmasari, F. dan M. S. Aswan. 2024. Efektivitas Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) dan Cabe Jawa (*Piper retrofractum*) sebagai Insektisida Alami Hama Kutu Putih (*Paracoccus marginatus*) pada Tanaman Singkong (*Manihot esculenta*). *BIOSAPPHIRE: Jurnal Biologi dan Diversitas*, 3(1): 56-64.
- Octriana, L. dan M. Istianto. 2021. Efektivitas Minyak Sereh Wangi dalam Mengendalikan Kutu Putih Pepaya *Paracoccus marginatus* L. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 17(1): 15-22.
- Pratiwi, R. F., G. D. Pratami., D. F. Mumtazah, dan R. Agustrina. 2024. Efektivitas Ekoenzim Kulit Pisang Kepok Manado terhadap Mortalitas Kutu Putih Tanaman Pepaya. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 9(2): 107-117.
- Rahmawati, D. dan H. Handoko. 2011. *Pengujian Lapangan Efikasi Insektisida Profenofos 500 g/l terhadap Hama Ulat Grayak Spodoptera exigua* Hbn. pada Tanaman Bawang Merah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Timur. 20 Hal.
- Reddy, D. S., dan N. M. Chowdary. 2021. Botanical Biopesticide Combination Concept—a Viable Option for Pest Management in Organic Farming. *Journal of Biological Pest Control*, 31(1): 1-10.
- Riska, C. N. 2024. Efektivitas Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Pengendalian Hama Pada Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Roopashree, K. M. dan D. Naik. 2019. Saponins: Properties, Applications and as Insecticides: A Review. *Trends in Biosciences*, 12(1): 1-14.
- Sarwiji, J. dan S. Hastuti. 2021. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Mahoni (*Swietenia macrophylla*) terhadap Luka Sayat pada Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*). *IJMS-Indonesian Journal on Medical Science*, 8(1): 80-85.
- Soelistijono, R. 2023. Efektifitas Daun Mahoni (*Swietenia mahagoni* L. Jacq.) sebagai Biopestisida *Spodoptera Litura* F. pada Tomat. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 8(2): 173-181.

NILAI WSC, PRODUKSI NH_3 DAN VFA WAFER RANSUM KOMPLIT BERBAHAN AMPAS SAGU DALAM RANSUM SECARA *IN VITRO*

(In Vitro Evaluation of WSC, NH_3 Production and VFA of Complete Ration Wafers Made from Sago Dregs)

Hafid Ariyansyah^{1*}, Triani Adelina¹, Yendraliza¹ & Anwar Efendi Harahap¹

¹ Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Sultan Syarif Kasim
JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email korespondensi: Hafidariyansyah10mp@gmail.com

ABSTRACT

Sago dregs are a type of plantation waste that contains high levels of carbohydrates, high crude fiber, and low protein, thus requiring further processing in the form of complete ration wafers. This study aimed to evaluate the WSC value, NH_3 production, and VFA of complete ration wafers based on sago dregs in ration formulation in vitro. The study was conducted at the Laboratory of Nutrition and Feed Technology, Sultan Syarif Kasim State Islamic University of Riau, and the in vitro analysis was carried out at the Dairy Nutrition Laboratory, Bogor Agricultural University, Bogor. The research was conducted from February 2025 to March 2025. A Completely Randomized Design (CRD) was used with four treatments and four replications: P0: complete ration wafer + 0% sago dregs, P1: complete ration wafer + 10% sago dregs, P2: complete ration wafer + 20% sago dregs, P3: complete ration wafer + 30% sago dregs. The parameters measured were WSC value, NH_3 production, and total VFA. The results showed that complete ration wafers based on sago dregs had a highly significant effect ($P < 0.01$) on WSC value, NH_3 production, and total VFA. The addition of 30% sago dregs did not result in the highest WSC value, NH_3 production, and total VFA. The best treatment was obtained from the addition of 10% sago dregs with a WSC value of 12.24%, NH_3 production of 7.52 mM, and total VFA of 129.81 mM.

Keywords: NH_3 , ration wafers, Sago dregs, VFA, water soluble carbohydrates

PENDAHULUAN

Peningkatan produktivitas ternak dimulai dengan memenuhi kebutuhan dasar bagi ternak, salah satunya adalah pakan yang merupakan faktor penting yang mempengaruhi produksi ternak. Menurut Harahap dkk. (2020) biaya yang dikeluarkan pada usaha peternakan berkisar 60%-70% dari seluruh biaya produksi, sehingga dibutuhkan ketersediaan pakan dalam jumlah yang banyak. Oleh karena itu harus ada alternatif baru bahan pakan dengan kualitas dan kuantitas yang baik, salah satunya adalah ampas sago yang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan jumlah ampas sago yang belum termanfaatkan berlimpah.

Ampas sago merupakan salah satu jenis limbah perkebunan yang didapatkan pada proses pengolahan tepung sago. Pengolahan sago akan menghasilkan pati sago dan ampas sago. Pohon sago dapat menghasilkan pati sago 17-25% dan ampas sago 75-83% (Latuconsina, 2014). Ampas sago memiliki kandungan nutrisi berupa karbohidrat yang tinggi, sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan pakan sumber energi. Pemanfaatan limbah ampas sago sebagai pakan diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam rangka mengatasi masalah pencemaran lingkungan dan masalah ketersediaan pakan untuk ternak (Serli dkk., 2022).

Produksi perkebunan sago menurut kecamatan di Kabupaten Kepulauan Meranti tahun 2023 berjumlah 266,66 ton dari berbagai kecamatan. Kecamatan Tebing Tinggi Barat dengan total 71,75 ton, Tebing Tinggi dengan total 3,30 ton, Tebing Tinggi Timur dengan total 94,49 ton, Rangsang 3,72 ton, Rangsang Pesisir 17,91 ton, Rangsang Barat 1,98 ton, Merbau 31,71 ton, Pulau Merbau 11,53 ton dan Tasik Putri Puyu 30,27 ton (Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Meranti, 2024). Menurut Manambangtua (2020) setiap pohon menghasilkan 18,5% pati sago dan 81,5% ampas sago, maka di Kabupaten Kepulauan Meranti yang menghasilkan 266,66 ton pati sago menghasilkan lebih kurang 1178,32 ton ampas sago, ini 4 kali lebih banyak dari pati sago yang termanfaatkan yang membuat ampas sago menjadi potensial untuk dimanfaatkan.

Produksi tanaman sago yang diolah menjadi tepung sago di Kabupaten Kepulauan Meranti menghasilkan banyak limbah sago yang tersedia pada musim panen, limbah ini masih jarang dimanfaatkan untuk pakan ternak. Kendala utama dari pemanfaatan ampas sago adalah kandungan serat kasar yang tinggi dan protein yang rendah. Menurut Mucra dkk. (2020) ampas sago memiliki nilai

protein, daya cerna, dan palatabilitas yang rendah sehingga memerlukan metode untuk memperbaiki kualitas ampas sagu sehingga dapat dijadikan sumber pakan. Menurut Serli dkk. (2022) ampas sagu memiliki kandungan nutrisi berupa karbohidrat yang tinggi, sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan pakan sumber energi. Pemanfaatan limbah ampas sagu sebagai pakan diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam rangka mengatasi masalah pencemaran lingkungan dan masalah ketersediaan pakan untuk ternak. Meski berpotensi besar, pemanfaatan ampas sagu sebagai pakan ternak masih terbatas karena tingginya serat kasar terutama lignin. Serat kasar merupakan karbohidrat yang sulit dicerna. Umumnya serat kasar terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Dari ketiga komponen tersebut lignin yang paling sulit dicerna, sehingga tingginya komponen ini pada bahan pakan akan menurunkan nilai kegunaan bahan pakan. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas pakan asal ampas sagu yaitu berupa pembuatan pakan komplit berbasis ampas sagu dengan pemberian sumber protein berbeda yang dapat dikemas dalam bentuk wafer (Rustan, 2017).

Wafer adalah salah satu bentuk pakan ternak yang merupakan modifikasi bentuk *cube*, dalam proses pembuatannya mengalami pemadatan dengan tekanan dan pemanasan dalam suhu tertentu (Noviagama, 2002). Menurut Manley (2000), wafer adalah jenis biskuit khusus yang membutuhkan peralatan berbeda untuk membuatnya, wafer dibentuk diantara sepasang lempengan besi panas, bentuk lapisan wafer biasanya tipis dan memiliki pola tertentu pada bagian permukaan akibat dari tekanan lapisan besi.

Penelitian yang dilakukan oleh Syarbini (2020) menunjukkan bahwa penggunaan wafer ransum komplit dengan penambahan ampas sagu sebanyak 30% belum mampu memperbaiki performa produksi ternak, yang ditinjau dari parameter konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, dan konversi ransum. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa meskipun bentuk wafer secara umum memberikan manfaat, pemilihan bahan baku yang kurang tepat dapat menjadi faktor pembatas dalam pencapaian performa produksi yang optimal. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian lanjutan yang bertujuan untuk meningkatkan nilai nutrisi dan kecernaan ampas sagu melalui perbaikan metode pengolahan, oleh karena itu, untuk memastikan bahwa pemilihan bahan baku dalam formulasi wafer benar-benar mendukung performa ternak secara optimal, diperlukan evaluasi lebih lanjut terhadap kualitas dan kecernaan bahan tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan kecernaan bahan pakan adalah teknik *in vitro*, yaitu metode pengukuran kecernaan yang dilakukan di laboratorium dengan meniru kondisi rumen secara fisiologis (Mulyawati, 2009). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan kecernaan bahan pakan adalah teknik *in vitro*, yaitu metode pengukuran kecernaan yang dilakukan di laboratorium dengan meniru kondisi rumen secara fisiologis (Mulyawati, 2009).

Evaluasi ini tidak hanya mencakup tingkat kecernaan bahan, tetapi juga melibatkan pengukuran sejumlah parameter fermentasi yang menjadi indikator penting dalam menilai kualitas pakan. Syahrir dkk. (2009) menyatakan bahwa tingkat kecernaan pakan dapat digunakan sebagai indikator kualitas pakan. Tingginya nilai kecernaan menunjukkan semakin bagus kualitas pakan yang diberikan dan semakin banyak pakan yang dapat dimanfaatkan oleh ternak (Suardin dkk., 2014). Teknik *in vitro* dapat digunakan untuk mengetahui produksi *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan *Amonia* (NH_3) dan *Water Soluble Carbohydrate* (WSC). Produksi VFA yang tinggi di dalam rumen merupakan salah satu indikator kecukupan energi bagi ternak (Hapsari dkk., 2018). Amonia merupakan salah satu produk fermentasi dalam rumen yang berasal dari degradasi protein yang digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya (Wole dkk., 2018). Konsentrasi NH_3 bermanfaat bagi mikroba rumen untuk sintesis tubuhnya (Suharlina dan Sanusi, 2020). *Water Soluble Carbohydrate* (WSC) ini diperlukan untuk ternak karena sebagai sumber energi (Umam dkk., 2014).

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Syarbini (2020), yang menilai efektivitas penambahan ampas sagu dalam wafer ransum komplit dari aspek performa produksi ternak secara *in vivo*, penelitian ini difokuskan pada evaluasi secara *in vitro* terhadap nilai *Water Soluble Carbohydrate* (WSC), produksi amonia (NH_3), dan *Volatile Fatty Acids* (VFA) dari wafer ransum komplit berbahan ampas sagu dengan level penambahan 0%, 10%, 20%, dan 30%. Perbedaan pendekatan dan parameter yang diamati menjadikan penelitian ini memiliki kontribusi tersendiri dalam memahami potensi fermentatif ransum berbasis ampas sagu sebelum diaplikasikan pada hewan ternak secara langsung. Berdasarkan kondisi diatas maka telah dilakukan penelitian dengan judul "Nilai WSC, Produksi NH_3 dan VFA Wafer Ransum Komplit Berbahan Ampas Sagu dalam Ransum Secara *In Vitro*".

BAHAN DAN METODE

Adapun bahan yang digunakan pada pembuatan wafer ini yaitu ampas sagu, rumput lapang, dedak jagung, dedak padi halus, ampas tahu, dan molases. Bahan yang digunakan untuk penelitian *in*

vitro yaitu 1 mL larutan Na_2CO_3 , 1 mL asam borat, H_2SO_4 0,005 N, NaOH 0,5 N, HCl 0,5 N, dan 0,5 mL larutan fenol.

Alat yang digunakan yaitu alat pencetak wafer, baskom (tempat bahan), mixer (mesin pencampur pakan), terpal (alas untuk menjemur), plastik (tempat untuk menyimpan wafer), timbangan, kamera ponsel, penggaris, gelas ukur, gelas plastik. Sedangkan untuk uji pencernaan *in vitro* alat yang digunakan yaitu *cawan conway*, vaselin, tabung *destilasi*, labu pendingin, labu *erlenmeyer*, aquades, tabung reaksi.

Tempat dan Waktu

Pelaksanaan pembuatan wafer dilakukan di Lab. Nutrisi dan Teknologi Pakan UIN Sultan Syarif Kasim Riau dan pelaksanaan penelitian *in vitro* dilakukan di Lab. Nutrisi Ternak Perah IPB, Bogor. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Februari 2025 – Maret 2025.

Metode Penelitian

Metode penelitian akan dilakukan penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Adapun perlakuan yaitu:

- R1 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 0 %
- R2 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 10 %
- R3 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 20 %
- R4 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 30 %

Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis secara statistik dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Steel dan Torrie (1995) dengan model matematis sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = nilai tengah umum atau rata-rata umum
- α_i = pengaruh perlakuan ke-i
- ε_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- i = perlakuan ke 1, 2, 3 dan 4
- J = ulangan ke 1, 2, 3 dan 4

Analisis ragam disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.5. Analisis Ragam RAL

SK	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	t-1	JKP	KTP	KTP/KTG	-	-
Galat	t(r-1)	JKG	KTG	-	-	-
Total	tr-1	JKT	-	-	-	-

Keterangan:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\sum Y \dots)^2}{r \cdot t}$$

$$\text{Jumlah kuadrat Total (JKT)} = \sum Y_{ij}^2 - FK$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)} = \frac{\sum Y^2}{r} - FK$$

$$\text{Jumlah Kuadrat Galat (JKG)} = JKT - JKP$$

$$\text{Kuadrat Total Perlakuan (KTP)} = \frac{JKP}{dbp}$$

$$\text{Kuadrat Total Galat (KTG)} = \frac{JKG}{dbG}$$

$$F \text{ hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

Uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dilakukan jika terdapat pengaruh yang nyata (Steel dan Torrie, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Nilai *Water Soluble Carbohydrate* (WSC)

Rataan Nilai *Water Soluble Carbohydrate* wafer ransum komplit dengan penambahan level ampas sagu berbeda masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1. Rataan Nilai *Water Soluble Carbohydrate* Wafer Ransum Penelitian

Perlakuan	WSC (%)
P0 = Wafer Ransum Komplit dengan 0% Ampas Sagu	8,55 ^a ± 0,43
P1 = Wafer Ransum Komplit dengan 10% Ampas Sagu	12,24 ^c ± 0,87
P2 = Wafer Ransum Komplit dengan 20% Ampas Sagu	9,70 ^b ± 0,18
P3 = Wafer Ransum Komplit dengan 30% Ampas Sagu	8,67 ^a ± 0,33

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$), ± menyatakan standar deviasi

Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa penambahan ampas sagu sampai 30% memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perubahan WSC wafer. Kandungan WSC paling tinggi terdapat pada perlakuan dengan penambahan ampas sagu 10% dengan nilai 12,24%. Kandungan WSC paling rendah terdapat pada perlakuan P0 dengan 0% penambahan ampas sagu dan perlakuan P3 dengan 30% ampas sagu.

Kandungan WSC paling rendah terdapat pada perlakuan 30% dan 0% diduga menghasilkan komponen serat kasar ransum yang sukar untuk larut lebih banyak yang mempengaruhi jumlah WSC, yaitu lebih sedikit, hal ini dapat dilihat pada data kandungan SK berturut-turut pada perlakuan P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut 16,91%; 18,91%; 15,40% dan 25,97% Wilza (2025) belum publikasi. Serta pada data kandungan ADF berturut-turut pada perlakuan P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut 18,15%; 21%; 18,73% dan 30,84% Kurnia (2025) belum publikasi.

Berdasarkan studi Jafari (2012) ada beberapa faktor yang mempengaruhi kandungan WSC diantaranya variasi genetik, faktor lingkungan (suhu, musim, cahaya), waktu panen, **Frekuensi defoliiasi** tinggi (pemotongan sering) mengurangi cadangan WSC, pengaruh pemupukan nitrogen, genetik, dan lingkungan.

Kandungan WSC paling tinggi dihasilkan pada perlakuan P1 dengan penambahan ampas sagu 10% dengan nilai 12,24%. Hal ini diduga karena pada penambahan 10% ampas sagu masih memiliki komponen karbohidrat yang mudah larut dengan jumlah yang cukup banyak sehingga mampu menghasilkan WSC dengan produksi tertinggi dan SK dan ADF yang masih cukup sedikit yaitu berturut-turut 16,91% dan 63,90% (Kurnia, 2025 belum publikasi). Menurut *Beauchemin et al. (2003)*, kadar WSC sekitar 15-25% dari bahan kering pakan dianggap optimal untuk fermentasi di rumen. Pada kadar ini, fermentasi berlangsung efisien tanpa menyebabkan gangguan pH rumen yang signifikan. Jika kadar WSC terlalu tinggi ($>30\%$), dapat menyebabkan penurunan pH rumen (asidosis) dan gangguan mikroba. WSC yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 8,55% - 12,24%. Nilai ini lebih rendah dibandingkan *Beauchemin et al. (2003)* yang berada dikisaran nilai optimal untuk fermentasi didalam rumen. Serta memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding Nugami (2024) yang melaporkan nilai WSC dengan rata-rata berkisar 1,49% - 2,19% pada penelitian fermentasi silase pakan komplit berbahan limbah tanaman padi, jagung dan ubi kayu dengan penambahan *indigofera* dan molases secara *in vitro*. Namun lebih rendah dibandingkan Sukmaningmukti (2025) yang melaporkan nilai WSC dengan nilai 14,0% pada cairan silase berbahan limbah tanaman jagung secara *in vitro*.

4.2. Produksi Amonia (NH₃)

Rataan produksi amonia wafer ransum komplit dengan penambahan level ampas sagu berbeda masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Rataan Produksi Amonia Wafer Ransum Komplit Penelitian

Perlakuan	NH ₃ (mM)
P0 = Wafer Ransum Komplit dengan 0% Ampas Sagu	5,73 ^a ± 0,09
P1 = Wafer Ransum Komplit dengan 10% Ampas Sagu	7,52 ^c ± 0,11
P2 = Wafer Ransum Komplit dengan 20% Ampas Sagu	6,92 ^b ± 0,41
P3 = Wafer Ransum Komplit dengan 30% Ampas Sagu	6,87 ^b ± 0,38

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$), ± menyatakan standar deviasi

Tabel 4.2 memperlihatkan bahwa penambahan ampas sagu sampai 30% memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perubahan NH_3 Wafer. Kandungan NH_3 paling tinggi terdapat pada perlakuan P1 dengan penambahan ampas sagu 10% dengan nilai 7,52 mM. Kandungan NH_3 paling rendah terdapat pada perlakuan P0 dengan 0% penambahan ampas sagu. Kandungan NH_3 paling rendah terdapat pada perlakuan P0 dengan penambahan ampas sagu 0% dengan nilai 5,73 mM, diduga rendahnya produksi amonia pada pakan komplit dapat disebabkan rendahnya tingkat kelarutan bahan pakan terutama kandungan protein, karena protein yang kurang larut akan lolos degradasi rumen dengan lebih mudah, sehingga menghasilkan produksi amonia yang rendah, selain itu juga diduga tingginya NH_3 yang dihasilkan dipengaruhi oleh kandungan PK ransum dimana PK wafer tertinggi pada penambahan ampas sagu adalah pada P1 dengan nilai PK 8,58% (Wilza, 2025 belum publikasi).

Menurut pendapat Hindratiningrum dkk. (2011) menyebutkan bahwa faktor yang mengakibatkan kenaikan produksi NH_3 pada rumen adalah komponen protein pada ransum yang mudah terdegradasi oleh mikroba rumen berakibat pada tingginya energi pakan serta pertumbuhan mikroba rumen. Hal ini juga didukung oleh pendapat Saputro dkk. (2022) melaporkan bahwa produksi N-NH_3 merupakan hasil fermentasi protein kasar pada rumen dan nilainya dipengaruhi oleh kemampuan mikroba rumen serta dan jumlah protein kasar yang terdegradasi dalam rumen. Kisaran NH_3 yang dihasilkan pada penelitian ini adalah 5,73 mM – 7,52 mM, nilai ini berada pada kisaran optimum NH_3 didalam rumen berkisar antara 6 mM – 21 mM (Hara dkk., 2002). Nilai NH_3 dari penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan Adelina dkk. (2024) yang melaporkan nilai NH_3 secara rata-rata yaitu 10,66 mM – 16,85 mM pada produksi NH_3 silase limbah sayur dengan penambahan berbagai konsentrat secara *in vitro*. Serta lebih rendah dibandingkan dengan Definiasi dkk. (2022) yang melaporkan nilai NH_3 secara rata-rata yaitu 8,46 mM – 9,90 mM pada hasil analisa pemberian wafer limbah sayur terhadap NH_3 .

4.3. Total Volatile Fatty Acids (VFA)

Rataan total *volatile fatty acids* wafer ransum komplit dengan penambahan level ampas sagu berbeda masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Rataan Total *Volatile Fatty Acids* Wafer Ransum Penelitian

Perlakuan		VFA (mM)
P0 =	Wafer Ransum Komplit dengan 0% Ampas Sagu	70,60 ^a ± 5,39
P1 =	Wafer Ransum Komplit dengan 10% Ampas Sagu	129,81 ^c ± 4,75
P2 =	Wafer Ransum Komplit dengan 20% Ampas Sagu	106,57 ^b ± 9,87
P3 =	Wafer Ransum Komplit dengan 30% Ampas Sagu	103,18 ^b ± 8,84

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$), ± menyatakan standar deviasi

Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa penambahan ampas sagu sampai 30% memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perubahan VFA wafer. Kandungan VFA paling tinggi terdapat pada perlakuan P1 dengan penambahan ampas sagu 10% dengan nilai 129,81 mM. Kandungan VFA paling rendah terdapat pada perlakuan P0 dengan 0% penambahan ampas sagu dan perlakuan P2 serta P3 berada dikisaran antara tinggi dan rendah.

Kandungan VFA paling tinggi terdapat pada perlakuan P1 dengan penambahan 10% ampas sagu, diduga karena masih memiliki kandungan karbohidrat yang mampu untuk difermentasi dengan maksimal oleh bakteri rumen. Sehingga mampu menghasilkan VFA paling tinggi. Menurut pendapat Sandi dkk. (2016) dan Fathul dan Wajizah (2010) menyatakan bahwa komposisi VFA dalam rumen berubah dengan adanya perbedaan bentuk fisik, komposisi pakan, serta pengolahan. Hal ini juga didukung oleh pendapat Widodo dkk. (2012) produksi VFA yang relatif sama antar perlakuan disebabkan oleh kandungan karbohidrat berupa SK pada perlakuan yang juga relatif sama. Kandungan SK berturut-turut pada perlakuan P0, P1, P2 dan P3 berturut-turut 16,91%; 18,91%; 15,40% dan 25,97% wilza (2025) belum publikasi. Produksi VFA yang relatif sama juga diduga dipengaruhi oleh PK. Kandungan PK pada perlakuan P0, P1, P2, dan P3 berturut-turut 8,62%; 8,56%; 8,11% dan 7,49% wilza (2025) belum publikasi.

Kandungan VFA paling rendah terdapat pada perlakuan P0 penambahan 0% ampas sagu dengan nilai 70,60 mM, diduga banyak karbohidrat ransum yang dihasilkan dalam fermentasi hanya berasal dari konsentrat saja belum ada tambahan karbohidrat dari ampas sagu sehingga VFA rendah. Perlakuan P2 dan P3 berada dikisaran antara tinggi dan rendah dengan nilai 106,57 mM dan 103,18

mM, memiliki karbohidrat yang sudah sangat tinggi, namun NDF dan hemiselulosanya turun sehingga kemampuan mikroba dalam memfermentasi karbohidrat ransum sudah mulai turun.

Kisaran VFA yang dihasilkan pada penelitian ini adalah 70,60 mM - 129,81 mM. nilai ini berada pada kisaran optimum konsentrasi VFA didalam rumen berkisar antara 70 mM – 150 mM (Hara dkk., 2002). Nilai VFA dari penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan Widodo dkk. (2012) yang melaporkan VFA silase dengan penambahan konsentrat tepung jagung menghasilkan nilai VFA paling tinggi yaitu 167,95 mM Serta lebih rendah dibandingkan dengan Rizqiana (2025) yang melaporkan nilai VFA berkisar antara 146,8 mM sampai 152,6 mM pada pengaruh pakan campuran onggok dengan berbagai isi rumen terhadap konsentrasi VFA total secara *in vitro*.

KESIMPULAN

Perlakuan wafer ransum komplit berbahan dasar ampas sagu 30% belum menghasilkan nilai WSC, produksi NH₃, dan total VFA yang tinggi dan perlakuan terbaik dihasilkan oleh perlakuan 10% dengan nilai WSC 12,24%, NH₃ 7,52 mM, dan VFA 129,81 mM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pemberi bantuan dana dari Program hibah pengabdian masyarakat tahun 2024 melalui Litabdimas Kementreian Agama RI.

DAFTAR PUSTAKA

BPS Kabupaten Kepulauan Meranti., 2024

- Definiati, N., N. Nurhaita, W. Rita, dan S. Sunaryadi. 2022. Efek Lama Penyimpanan pada Pakan Wafer Limbah Sayuran terhadap Produksi VFA Total dan NH₃ Secara In-vitro. *Jurnal Peternakan*. 19. doi:10.24014/jupet.v19i1.13818. Fak. Pertanian IPB, Bogor
- Fathul, F dan S. Wajizah. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara in vitro. *J. Ilmu Ternak dan Vet*. 15(1): 9–15.
- Hapsari, N.S., D. W. Harjanti dan A. Muktiani. 2018. Fermentabilitas pakan dengan imbuhan ekstrak daun babadotan (*Ageratum conyzoides*) dan jahe (*Zingiber officinale*) pada sapi perah secara *in vitro*. *Agripet* 18(1):1-9.
- Hara, S., K. Takahashi, N. Tomizawa, Y. Nakashima, N. Sasaki, dan R. Jorgensen. 2002. Effects offasting and xylazine sedative on digestive tractmotility, rumen VFA and certain blood components in ruminants. *Vet. Zootech*. 19(41): 5–14.
- Harahap, A.E., J. Handoko, dan Rovilaili. 2020. Penambahan Tepung Limbah Udang dalam Ransum Basal Terhadap Karkas Ayam Pedaging. *Jurnal Peternakan Nusantara*. 6(1): 21-28.
- Hindraningrum, N., M. Bata dan S. A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *J. Agribisnis Peternakan*. 11 (2): 29 –34.
- Jafari, A. A. 2012. Environmental and genetic variation for water soluble carbohydrate content in cool season forage grasses in Carbohydrates-Comprehensive Studies on Glycobiology and Glycotechnology. *InTech*.
- Latuconsina, M. Husain. 2014. Batako Ringan Dengan Campuran Limbah Ampas Sagu. *Tesis Fakultas Teknik*. Universitas Gajah Mada
- Manambangtua, A.P. 2020. Analisis Usaha Tani Sagu (*Metroxylon sagu Rottb.*) Di Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*. 16(2): 115-122.
- Manley, D. J. R. 2000. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. Ellis Horwood Limited. Chiechester Publisher. Inggris.
- Mucra, D. A., Adelina, T., Harahap, A. E., Mirdhayati, I., dan Perianita, L. 2020. Kualitas Nutrisi dan Fraksi Serat Wafer Ransum Komplit Subtitusi Dedak Jagung dengan Level Persentase Ampas Sagu yang Berbeda. *Jurnal Peternakan*, 17(1), 49-53.
- Mulyawati, Y. 2009. Fermentabilitas dan Kecernaan *In Vitro Biomineral Dienkapsulasi*. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Noviagama, V. R. 2002. Penggunaan Tepung Gaplek sebagai Bahan Perekat Alternatif dalam Pembuatan Wafer Ransum Komplit. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Nugami, K. 2024. Karakteristik Fermentasi Silase Pakan Komplit Berbahan Limbah Tanaman Pangan Dengan Penambahan Indigofera Dan Molases Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Rizqiana, S., & Wicaksono, A. (2025). Pengaruh Pakan Campuran Onggok dengan Berbagai Isi Rumen Terhadap Konsentrasi NH₃ Dan VFA Total Secara *In Vitro*. *Jurnal Sains Dan Teknologi Industri Peternakan*, 5(1), 73-76.
- Rustan, Z. 2017. Waktu Penyimpanan Wafer Pakan Komplit Berbasis Ampas Sagu dengan Sumber Protein yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Sandi, S., A.I.M. Ali dan A.A. Akbar, 2016. Uji *in-vitro* wafer ransum komplit dengan bahan perekat yang berbeda. *J. Peternakan Sriwijaya*. 4: 7–16.
- Serli, S., Syadik, F., dan Marhayani, M. 2022. Kandungan Protein dan Serat Kasar Ampas Sagu dengan Metode Biologi sebagai Alternatif Pakan Berkualitas Ternak Ruminansia. *Jago Tolis: Jurnal Agrokompleks Tolis*, 2(3), 56-60.
- Suardin., N. Sandiah, dan R. Aka. 2014. Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Campuran Rumput Mulato (*Brachiaria hybrid*.Cv.Mulato) dengan Jenis Legum Berbeda Menggunakan Cairan Rumen Sapi. *J. Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 1 (1): 16 - 22.
- Syahrir, S., K.G. Wiryawan., A. Parakassi., M. Winugroho dan O. N. P. Sari. 2009. Efektivitas Daun Murbei sebagai Pengganti Konsentrat dalam Sistem Rumen *In Vitro*. *Media Peternakan*. 32(2): 112-119
- Syarbini. M. 2020. Performan Produksi Sapi Bali Yang Diberi Pakan Rumput Lapang dan Wafer Ransum Komplit Berbahan Dasar Ampas Sagu (*Metroxylon* sp). *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Widodo, F., Wahyono, dan Sutrisno. 2012. Kecernaan Bahan Kering, Kecernaan Bahan Organik, Produksi VFA, dan NH₃ Pakan Komplit dengan Level Jerami Padi Berbeda Secara *In Vitro*. *Animal Agricultural Journal*. 1(1): 217-220.
- Wole, B., A. Manu, dan L. Enawati. 2018. Fermentasi Jerami Kacang Hijau Menggunakan Cairan Rumen Kambing Dengan Waktu yang Berbeda Terhadap Konsentrasi NH₃ dan VFA Secara *In-Vitro*. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 5(1): 1-6.

EVALUASI EFEKTIVITAS BERBAGAI METODE SKARIFIKASI TERHADAP PEMATAHAN DORMANSI BENIH *Mucuna bracteata*

(Evaluation of the Effectiveness of Various Scarification Methods on Breaking Seed Dormancy of *Mucuna bracteata*)

Novita Hera*, Wan Hafiz Aulia Ramadhan, Penti Suryani

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Pekanbaru, Riau

*Email: novita.hera@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Mucuna bracteata is a widely utilized leguminous cover crop (LCC) in oil palm plantations due to its ability to reduce soil erosion, suppress weed growth, and enhance soil organic matter. However, the species exhibits seed dormancy caused by its hard seed coat, which limits germination. Overcoming this dormancy requires specific pre-germination treatments such as scarification. This study aimed to assess the effectiveness of different scarification techniques in breaking the seed dormancy of *M. bracteata*. The experiment was conducted at the UIN Agriculture Research and Development Station (UARDS) Laboratory from January to February 2025 using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments: control (no scarification), cutting, scratching with a cutter, and sanding. Each treatment was replicated four times, with 25 seeds per experimental unit. Parameters observed included germination percentage, vigor index, plant height, number of leaves, fresh weight, and dry weight. The findings revealed that all scarification treatments significantly improved seed germination and growth performance compared to the control.

Keywords: *Mucuna bracteata*, scarification, seed dormancy

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia dengan luas areal perkebunan mencapai 15.435,70 ha (BPS, 2023). Provinsi Riau menjadi salah satu sentra utama produksi kelapa sawit nasional dengan luas perkebunan sekitar 2.869,30 ha (BPS, 2023). Tingginya luas areal perkebunan tersebut menyebabkan berbagai permasalahan agronomis, salah satunya adalah pertumbuhan gulma yang sering mengganggu produktivitas tanaman kelapa sawit.

Pengendalian gulma di perkebunan kelapa sawit umumnya dilakukan dengan menggunakan pestisida kimia. Namun, penggunaan pestisida secara terus-menerus dan tidak tepat dapat menimbulkan dampak negatif, antara lain membahayakan kesehatan petani dan konsumen, mengganggu mikroorganisme non-target, serta mencemari lingkungan tanah dan air (Ibrahim & Sililehu, 2022). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian gulma yang lebih ramah lingkungan, salah satunya melalui pemanfaatan tanaman penutup tanah atau *legume cover crop* (LCC).

Pada sistem budidaya kelapa sawit, penanaman tanaman penutup tanah berperan sebagai mulsa hidup yang efektif dalam mengendalikan erosi, menekan pertumbuhan gulma, serta meningkatkan kandungan bahan organik tanah, khususnya unsur nitrogen dan fosfor. Salah satu jenis LCC yang banyak diaplikasikan di perkebunan kelapa sawit adalah *Mucuna bracteata*. Tanaman ini memiliki kemampuan menghasilkan biomassa yang tinggi dan kandungan nitrogen yang lebih besar dibandingkan jenis tanaman penutup tanah lainnya (Muhdan dkk., 2021).

Perbanyakan *Mucuna bracteata* dapat dilakukan secara generatif maupun vegetatif. Perbanyakan generatif dilakukan menggunakan benih, sedangkan perbanyakan vegetatif dilakukan

melalui stek dan teknik merunduk. Namun demikian, benih *M. bracteata* memiliki karakteristik kulit biji yang keras dan liat sehingga menyulitkan proses perkecambahan (Hardianti dkk., 2014). Kondisi tersebut menghambat proses imbibisi dan difusi oksigen ke dalam biji, sehingga menyebabkan dormansi. Dormansi benih merupakan sifat genetik yang berfungsi sebagai mekanisme adaptif untuk mempertahankan viabilitas benih dan mencegah perkecambahan pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Yuningsih & Wahyuni, 2015).

Pematahan dormansi benih dapat dilakukan melalui metode kimia maupun mekanis. Secara kimia, dormansi dapat dipatahkan dengan perendaman benih dalam larutan asam kuat seperti H_2SO_4 dan HCl, atau menggunakan bahan kimia lain seperti KNO_3 serta hormon giberelin (GA_3) (Ismaturrahmi dkk., 2018). Sementara itu, metode mekanis dilakukan melalui skarifikasi, yaitu dengan memberikan pelukaan pada kulit benih melalui penggosokan, penggosokan, atau pemotongan sebagian kulit biji. Skarifikasi bertujuan untuk mempercepat proses imbibisi sehingga air dan oksigen dapat masuk ke dalam benih.

Penelitian Seri Kamila (2021) melaporkan bahwa skarifikasi mekanis menggunakan amplas pada benih *M. bracteata* mampu meningkatkan daya kecambah hingga 83,90%. Metode ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode kimia, antara lain lebih aman karena tidak melibatkan bahan kimia berbahaya, mudah diaplikasikan dengan peralatan sederhana, serta efektif untuk benih dengan kulit keras. Hal serupa juga dikemukakan oleh Halimursyadah dkk. (2018), yang menyatakan bahwa skarifikasi mekanis lebih ramah lingkungan dan aman bagi operator dibandingkan penggunaan asam sulfat.

Selain pengamplasan, skarifikasi juga dapat dilakukan dengan cara menggores atau menyayat kulit biji menggunakan pisau cutter. Perlakuan ini menyebabkan hilangnya lapisan lignin pada kulit biji sehingga endosperma terbuka dan memungkinkan air masuk dengan lebih mudah menuju embrio. Proses imbibisi sebagai tahap awal perkecambahan pun dapat berlangsung lebih cepat (Isnaeni dkk., 2014). Ismaturrahmi dkk. (2018) melaporkan bahwa perlakuan penggosokan benih menggunakan cutter yang dikombinasikan dengan larutan KNO_3 0,5% menghasilkan daya kecambah sebesar 75% dan kecepatan berkecambah terbaik pada benih aren.

Metode skarifikasi lainnya adalah pengguntingan sebagian kulit biji, yang bertujuan untuk mempermudah penyerapan air. Pengguntingan dilakukan pada salah satu sisi biji hingga kulit terkelupas, sehingga air dapat masuk dengan cepat ke dalam biji (Retno dkk., 2014). Hardianti dkk. (2014) melaporkan bahwa pengguntingan kulit biji *M. bracteata* merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan daya kecambah serta berbagai parameter pertumbuhan, seperti panjang sulur, jumlah daun, bobot basah dan kering tajuk, bobot basah dan kering akar, serta rasio tajuk-akar. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pematangan dormansi benih *Mucuna bracteata* melalui berbagai metode skarifikasi.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Praktikum UIN Agriculture Research and Development Station (UARDS), Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, yang berlokasi di Jalan H. R. Soebrantas No. 115 Km 18, Kelurahan Simpang Baru Panam, Kecamatan Tampan. Penelitian berlangsung pada bulan Januari hingga Februari 2025.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan satu faktor perlakuan, yaitu metode skarifikasi (S) yang terdiri atas empat taraf: S0 = tanpa skarifikasi (kontrol), S1 = skarifikasi dengan penggosokan menggunakan cutter, S2 = skarifikasi dengan pengguntingan, dan S3 = skarifikasi dengan pengamplasan menggunakan kertas amplas. Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga terdapat 16 unit percobaan. Setiap unit percobaan menggunakan 25 benih *Mucuna bracteata*, sehingga total benih yang digunakan sebanyak 400 butir.

Media tanam berupa tanah *topsoil* sebanyak 300 g yang dicampur dengan pupuk kandang ayam sebanyak 50 g, kemudian dimasukkan ke dalam polybag berukuran 10 cm × 15 cm. Selain itu, ditambahkan pupuk Rock Phosphate (RP) sebanyak 2 g per *polybag*. Penyiraman dilakukan satu kali

sehari. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu setelah tanam dengan parameter yang diamati meliputi daya berkecambah (%), indeks vigor (%), tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), bobot basah (g), dan bobot kering (g).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh nyata antar perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT). Seluruh analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SAS versi 9.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya berkecambah (%)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan skarifikasi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap daya berkecambah benih *Mucuna bracteata*. Nilai rata-rata daya berkecambah benih disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata daya berkecambah benih *Mucuna bracteata* dengan berbagai metode skarifikasi yang berbeda

Perlakuan	Daya berkecambah (%)
Tanpa skarifikasi (kontrol)	30 ^a
Skarifikasi dengan penggoresan	68 ^b
Skarifikasi dengan pengguntingan	68 ^b
Skarifikasi dengan pengamplasan	73 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$)

Berdasarkan Tabel 1. rata-rata daya berkecambah benih *Mucuna bracteata* pada berbagai metode skarifikasi berkisar antara 30–73%. Nilai daya berkecambah tertinggi diperoleh pada perlakuan skarifikasi dengan pengamplasan, pengguntingan, dan penggoresan, masing-masing sebesar 73%, 68%, dan 68%, yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa skarifikasi, yaitu sebesar 30%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan skarifikasi melalui pengamplasan, penggoresan, dan pengguntingan efektif dalam meningkatkan daya berkecambah benih *M. bracteata*. Nilai daya berkecambah yang diperoleh tergolong tinggi, karena telah memenuhi standar mutu benih tanaman LCC yang berkisar antara 60–70% (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020).

Daya berkecambah mencerminkan kemampuan benih untuk tumbuh dan berkembang menjadi kecambah normal. Salah satu faktor utama yang memengaruhi daya berkecambah adalah adanya dormansi benih. Faktor internal yang berperan dalam proses perkecambahan meliputi tingkat kemasakan benih, ukuran benih, serta dormansi (Siska dkk., 2024). Pemberian perlakuan skarifikasi pada benih *M. bracteata* mampu mematahkan dormansi sehingga memungkinkan terjadinya imbibisi, yang selanjutnya memicu proses perkecambahan. Air yang terserap ke dalam benih selama imbibisi berfungsi mengaktifkan enzim-enzim yang telah tersedia di dalam biji serta merangsang pembentukan enzim baru yang berperan dalam mendukung aktivitas embrio selama proses perkecambahan (Hanifah & Sa'diyatul, 2021).

Di antara metode yang diuji, skarifikasi dengan pengamplasan direkomendasikan karena menghasilkan daya berkecambah tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Maro dkk. (2018) melaporkan bahwa pengamplasan benih *M. bracteata* mampu menghasilkan daya berkecambah hingga 80%. Selain itu, Hardianti dkk. (2014) menyatakan bahwa penggosokan kulit benih *M. bracteata* menggunakan kertas amplas secara signifikan meningkatkan daya berkecambah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Penipisan lapisan kulit biji akibat pengamplasan mempermudah masuknya air ke dalam benih, sehingga proses imbibisi dapat berlangsung lebih optimal. Setelah air terserap, terjadi

pembesaran ukuran biji yang disebabkan oleh pengembangan sel embrio dan pelunakan jaringan biji, yang selanjutnya mendukung proses perkecambahan (Darmadi dkk., 2021).

Indeks Vigor (%)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan skarifikasi memberikan pengaruh nyata terhadap indeks vigor benih *Mucuna bracteata*. Nilai rata-rata indeks vigor benih disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata indeks vigor benih *Mucuna bracteata* dengan berbagai metode skarifikasi yang berbeda

Perlakuan	Indeks vigor (%)
Tanpa skarifikasi (kontrol)	2,54 ^a
Skarifikasi dengan penggoresan	6,68 ^b
Skarifikasi dengan pengguntingan	7,59 ^b
Skarifikasi dengan pengamplasan	6,46 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$). Ditransformasi $\sqrt{x+2}$

Berdasarkan Tabel 2. nilai rata-rata indeks vigor benih *Mucuna bracteata* berada pada kisaran 2,54%–7,59%. Perlakuan skarifikasi melalui pengguntingan, penggoresan, dan pengamplasan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata satu sama lain, namun secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa skarifikasi (kontrol). Nilai rata-rata indeks vigor pada perlakuan pengguntingan, penggoresan, pengamplasan, dan kontrol masing-masing sebesar 7,59%; 6,68%; 6,46%, dan 2,54%. Rendahnya indeks vigor pada perlakuan kontrol diduga disebabkan oleh ketebalan kulit biji yang menghambat proses imbibisi, sehingga benih sulit untuk berkecambah. Sebaliknya, tingginya indeks vigor pada perlakuan skarifikasi mekanis berkaitan dengan tereduksinya sebagian kulit biji, yang mempermudah masuknya air ke dalam benih dan mempercepat proses imbibisi.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Hardianti dkk. (2014) yang menyatakan bahwa tujuan utama perlakuan skarifikasi mekanis adalah menghilangkan atau menipiskan jaringan kulit benih *Mucuna bracteata* yang keras, sehingga mempercepat penetrasi air dan udara ke dalam biji serta mendukung proses perkecambahan. Nilai indeks vigor yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Arum dkk. (2018) melaporkan bahwa perlakuan pengguntingan menghasilkan nilai indeks vigor tertinggi dengan rata-rata sebesar 3,69%.

Indeks vigor benih merupakan parameter penting yang mencerminkan kemampuan benih untuk berkecambah secara cepat dan menghasilkan kecambah normal, terutama pada kondisi lingkungan yang kurang optimal. Nilai indeks vigor ditentukan berdasarkan jumlah benih yang telah berkembang menjadi kecambah normal pada penghitungan awal, sehingga hanya benih dengan tingkat vigor tinggi yang mampu memenuhi kriteria tersebut (Nur dkk., 2018). Kondisi ini menyebabkan perlakuan pematangan dormansi memberikan respons yang bervariasi terhadap hasil pengujian vigor benih.

Tinggi Tanaman (cm)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan skarifikasi pada benih *Mucuna bracteata* memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman. Nilai rata-rata tinggi tanaman disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata tinggi tanaman benih *Mucuna bracteata* dengan berbagai metode skarifikasi yang berbeda

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)
Tanpa skarifikasi (kontrol)	1,37 ^a
Skarifikasi dengan penggoresan	2,14 ^b
Skarifikasi dengan pengguntingan	2,28 ^b
Skarifikasi dengan pengamplasan	2,55 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,01$). Ditransformasi

$$\sqrt{x + 0,5} \sqrt{x + 0,5}$$

Berdasarkan Tabel 3, rata-rata tinggi tanaman *Mucuna bracteata* berkisar antara 1,37 cm hingga 2,55 cm. Perlakuan skarifikasi melalui penggoresan, pengguntingan, dan pengamplasan tidak menunjukkan perbedaan nyata satu sama lain, namun secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Nilai rata-rata tinggi tanaman masing-masing perlakuan adalah 2,14 cm (penggoresan), 2,28 cm (pengguntingan), 2,55 cm (pengamplasan), dan 1,37 cm (kontrol). Skarifikasi menggunakan pengamplasan direkomendasikan karena mampu menipiskan kulit biji *Mucuna*, sehingga air dan gas dapat masuk dengan lebih mudah, memicu imbibisi, dan mempercepat proses perkecambahan. Kondisi ini mendukung pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan perlakuan lain. Oben dan Melya (2014) menyatakan bahwa perlakuan pada benih dapat meningkatkan kecepatan pertumbuhan karena air dan oksigen yang dibutuhkan untuk perkecambahan dapat masuk ke dalam benih tanpa hambatan, sehingga benih berkecambah dengan baik.

Selain perlakuan skarifikasi, faktor lingkungan seperti intensitas cahaya matahari juga memengaruhi tinggi tanaman. Benih yang berkecambah lebih cepat mampu merespons cahaya matahari lebih efisien, sehingga pertumbuhan dan tinggi tanaman meningkat. Cahaya berperan dalam distribusi hormon auksin, yang mengatur pemanjangan batang serta perkembangan daun (Wandra dkk., 2024). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Maro dkk. (2018), yang melaporkan bahwa penggosokan benih dengan amplas menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan lain, yaitu 245,38 cm.

Jumlah Daun (Helai)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan skarifikasi yang berbeda pada benih *Mucuna bracteata* memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah daun. Rata-rata jumlah daun 2 MST disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Daun Benih *Mucuna bracteata* dengan Berbagai Metode Skarifikasi yang Berbeda

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai)
Tanpa skarifikasi (kontrol)	2,47 ^a
Skarifikasi dengan penggoresan	5,28 ^b
Skarifikasi dengan pengguntingan	5,42 ^b
Skarifikasi dengan pengamplasan	6,15 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,01$).

Tabel 4. menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun *Mucuna bracteata* berkisar antara 2,47-6,15. Perlakuan skarifikasi dengan pengamplasan, pengguntingan dan penggoresan tidak berbeda tetapi sangat berbeda dengan perlakuan kontrol. Rata-rata jumlah daun secara berurutan pada perlakuan skarifikasi dengan pengamplasan, pengguntingan, penggoresan dan kontrol yaitu 6,15; 5,4; 5,28 dan 2,47. Perlakuan skarifikasi sangat berpengaruh dalam pematangan dormansi benih mucuna ini. Hal ini

diduga benih yang diskarifikasi menyebabkan kulit biji yang keras terbuka sehingga terjadinya proses imbibisi dan mempercepat proses perkecambahan. Hal ini juga didukung pendapat Alfonsius dkk. (2024) yang menyatakan perlakuan skarifikasi berpengaruh signifikan terhadap persentase dan nilai kecambah, sejalan dengan penelitian yang menunjukkan skarifikasi mekanik mempercepat penyerapan air dan oksigen, serta metabolisme embrio.

Tinggi tanaman juga berpengaruh terhadap pertumbuhan daun dikarenakan tanaman yang tinggi tentunya akan menghasilkan lebih banyak daun. Hal ini didukung pendapat Pranata dkk. (2018) yang menyatakan bahwa, tanaman lebih tinggi akan menghasilkan daun yang lebih banyak sehingga hasil fotosintesis yang berfungsi bagi pembentukan buah akan lebih banyak. Pada parameter tinggi tanaman, rata-rata tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan skarifikasi. Hal ini yang menyebabkan jumlah daun pada perlakuan skarifikasi lebih banyak dibandingkan kontrol. Hasil rata-rata jumlah daun pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Heru dkk. (2021) menyatakan perlakuan skarifikasi dan perendaman dalam air 24 jam menunjukkan hasil rata-rata jumlah daun tertinggi.

Berat Basah (g)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan skarifikasi yang berbeda pada benih *Mucuna bracteata* memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap berat basah kecambah. Rata-rata berat kecambah disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata berat basah benih *Mucuna bracteata* dengan berbagai metode skarifikasi yang berbeda

Perlakuan	Berat basah (g)
Tanpa skarifikasi (kontrol)	58,75 ^a
Skarifikasi dengan penggoresan	136,50 ^b
Skarifikasi dengan pengguntingan	139,25 ^b
Skarifikasi dengan pengamplasan	150,50 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,01$).

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata berat basah kecambah *Mucuna bracteata* berkisar antara 58,75 g hingga 150,50 g. Perlakuan skarifikasi melalui pengamplasan, pengguntingan, dan penggoresan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, namun secara nyata berbeda dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh jumlah benih yang berhasil berkecambah lebih banyak pada perlakuan skarifikasi. Perlakuan skarifikasi mempermudah masuknya air dan gas ke dalam embrio, sehingga mempercepat proses perkecambahan. Proses perkecambahan diawali dengan imbibisi, di mana air yang masuk ke dalam benih mengaktifkan enzim untuk memecah cadangan makanan menjadi senyawa sederhana yang kemudian diangkut ke embrio. Air juga mengaktifkan hormon pada embrio sehingga terjadi pembelahan dan pemanjangan sel, yang mengarah pada pembentukan akar dan plumula (Maro dkk., 2018).

Berat basah kecambah mencerminkan kondisi fisiologis benih. Semakin cepat benih berkecambah, semakin cepat pula pertumbuhan organ vegetatif seperti batang, daun, dan akar (Satya dkk., 2015). Faktor tambahan yang memengaruhi berat basah adalah pemberian pupuk, karena ketersediaan nutrisi dan air berperan penting dalam perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Taufiq (2023) menyatakan bahwa nutrisi dan ketersediaan air dapat meningkatkan pertumbuhan organ vegetatif, yang berdampak pada peningkatan berat basah tanaman.

Berat Kering (g)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan skarifikasi yang berbeda pada benih *Mucuna bracteata* memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap berat kering kecambah. Rata-rata berat kecambah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata berat basah kering *Mucuna bracteata* dengan berbagai metode skarifikasi yang berbeda

Perlakuan	Berat Kering (g)
Tanpa skarifikasi (kontrol)	0,77 ^a
Skarifikasi dengan penggoresan	1,71 ^b
Skarifikasi dengan pengguntingan	1,69 ^b
Skarifikasi dengan pengamplasan	1,84 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,01$).

Ditransformasi $\sqrt{x + 0,5} \sqrt{x + 0,5}$

Berdasarkan Tabel 6. rata-rata berat kering tanaman *Mucuna bracteata* berkisar antara 0,77 g hingga 1,84 g. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan skarifikasi melalui penggoresan, pengguntingan, dan pengamplasan tidak berbeda nyata satu sama lain, namun secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Rata-rata berat kering tanaman pada perlakuan skarifikasi mencapai sekitar 1 g. Hal ini diduga karena skarifikasi meningkatkan permeabilitas kulit biji terhadap air dan gas, sehingga proses perkecambahan dapat berlangsung lebih optimal. Menurut Hardianti dkk. (2014), peningkatan masuknya air ke dalam biji akan mempercepat konversi zat-zat makro menjadi asam amino, nukleotida, dan protein lain yang mendukung perkecambahan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Yayuk dkk. (2014), yang melaporkan bahwa berat kering kecambah tertinggi diperoleh melalui skarifikasi mekanis berupa pelukaan pada kotiledon dengan gunting kuku, sedangkan perlakuan kontrol menghasilkan berat kering terendah. Selain itu, Maro dkk. (2018) menyatakan bahwa skarifikasi dengan pengamplasan menghasilkan rata-rata berat kering tajuk dan akar tertinggi pada tanaman *Mucuna bracteata*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan Seluruh metode skarifikasi yang diterapkan terbukti efektif dalam mematahkan dormansi benih *Mucuna bracteata* dengan cara menipiskan kulit biji, sehingga mendukung terjadinya imbibisi dan aktivasi metabolisme awal yang diperlukan dalam proses perkecambahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfonsius, M., H.A. Ekamawanti, dan D. Astiani. 2024. Pengaruh Skarifikasi Mekanik Pada Perkecambahan Biji Merbau Pantai (*Intsia bijuga*). Jurnal Lingkungan Hutan Tropis, 3(2): 178-185.
- Arum, A., W.D.U. Parwati, dan N.M. Titiaryani. 2018. Pengaruh Pematahan Dormansi dan Frekuensi Penyiraman Terhadap Pertumbuhan *Mucuna bracteata*. Jurnal Agromast, 3(2): 20-31..
- Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2023. Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik.
- Darmadi, E.H., A. Mahmud, dan H.F. Sitompul. 2021. Pematahan Dormansi Biji Aren dengan Metode Skarifikasi pada Berbagai Suhu Perendaman. Jurnal Education and development, 9(3): 537-539.
- Direktorat Jenderal Tanaman Perkebunan. 2020. Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran dan Pengawasan Benih Tanaman Penutup Tanah/Legum Cover Crop (LCC). elearning_72_6413bc8ecace9.
- Halimursyadah., T. Kurniawan, dan N. Ulfa. 2018. Pematahan Dormansi Benih Tanjung (*Mimusops elengi* L.) Secara Fisik dan Kimiawi dan Hubungannya Terhadap Viabilitas dan Vigor. Jurnal Agrotek Lestari, 5(1): 8-19.

- Hanifah, A.I. dan F. Sa'diyatul. 2021 Uji Coba Imbibisi pada Kacang Kedelai (*Glycine max*) dan Kacang Hijau (*Vigna radiata*). Prosiding SEMNAS Bio, 2: 710-716.
- Hardianti Putri Sari. 2014. Daya Kecambah dan Pertumbuhan *Mucuna bracteata* Melalui Pematahan Dormansi dan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Giberelin (ga3). Jurnal Online Agroekoteknologi, 2(2):630-644.
- Heru, D. dan N.R. Wijaya. 2021. Pengaruh Skarifikasi dan Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Pronojiwo (*Sterculia javanica* R. Br). Jurnal Systems, 5(1): 166-173.
- Ibrahim, I. dan S. Sillehu. 2022. Identifikasi Aktivitas Penggunaan Pestisida Kimia yang Beresiko pada Kesehatan Petani Hortikultura. Jurnal Jumantik, 7(1): 7-12.
- Ismaturrahmi, Hereri, A.I., dan Hasanuddin. 2018. Teknik Pematahan Dormansi Secara Fisik dan Kimia terhadap Viabilitas Benih Aren (*Arenga pinnata* Merr.). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian, 3(4):105-112.
- Isnaeni, S. dan N.A. Habibah. 2014. Efektivitas Skarifikasi dan Suhu Terhadap Perkecambahan Biji Kepel [*Stelechocarpus burahol* (Blume) Hook. F & Thompson] Secara In Vitro dan Ex Vitro. Jurnal MIPA, 37(2): 105-114.
- Maro, D.S., N.M. Titiaryanti, dan R.M. Hartati. 2018. Pengaruh Pematahan Dormansi Terhadap Viabilitas Benih dan Pertumbuhan Tanaman *Mucuna bracteata*. Jurnal Agromast, 3(1):20-26.
- Muhdan, S., Heri. S, dan Deby, S.S. 2021. Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit pada Lahan dengan Tanaman Penutup Tanah *Mucuna bracteata* yang Tidak Terawatt dengan Alang-Alang (*Imperata cylindrica*). Jurnal Warta, 26(1):46-54.
- Oben, B. dan Melya, R. 2014. Pengaruh Perendaman Benih pada Berbagai Suhu Awal Air Terhadap Viabilitas Benih Kayu Afrika (*Maesopsis eminii*). Jurnal Syva Lestari, 2(1): 101-108.
- Pranata, A.G., A. Barus., dan Meiriani. Pengaruh Posisi Skarifikasi Benih dan Perendaman Air Kelapa Terhadap Perkecambahan Biji dan Pertumbuhan Bibit Sirsak (*Annona muricata* L.). Jurnal Pertanian Tropik, 5(1): 104- 122.
- Retno, P.A., Rosmayanti, dan Eva, S.B. 2014. Pengaruh Pematahan Dormansi Secara Fisik dan Kimia Terhadap Kemampuan Berkecambah Benih *Mucuna bracteata* D.C). J. Online Agroteknologi, 2(2):803-812.
- Satya, I.I., Haryati, dan T. Simanungkalit. 2015. Pengaruh Perendaman Asam Sulfat H₂SO₄ terhadap Viabilitas Benih Delima (*Punica granatum* L.). Jurnal Online Agroekoteknologi, 3 (4): 1375-1380.
- Seri Kamila. 2021. Pemecahan Dormansi dan Lama Penyimpanan Terhadap Viabilitas Benih *Mucuna bracteata*. Jurnal Agro Estate, 5(1): 26-31.
- Taufiq Budiman. 2023. Pengaruh Skarifikasi Terhadap Perkecambahan Benih Lengkeng (*Dimocarpus longan* Lour.). Skripsi. Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. Riau.
- Yayuk, N., Ermawati, dan W.P. Vita. 2014. Pengaruh Cara Skarifikasi dalam Pematahan Dormansi pada Viabilitas Benih Saga Manis (*Abrus precatorius* L.). Jurnal Agrotek Tropika, 2(1): 73-77.
- Yuningsih A.F.V. dan S. Wahyuni. 2016. Kajian Perlakuan Pematahan Dormansi pada Varietas Unggul Baru Padi, (1), 594–602. Prosiding Seminar Nasional Kesiapan Sumber Daya Pertanian dan Inovasi Spesifik Lokasi Memasuki Era Industri 4.0. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Subang. Jawa Barat. Sumatera Barat. Jurnal Mahasiswa Biologi, 4(3): 186-193.
- Yayuk, N., Ermawati, dan W.P. Vita. 2014. Pengaruh Cara Skarifikasi dalam Pematahan Dormansi pada Viabilitas Benih Saga Manis (*Abrus precatorius* L.). Jurnal Agrotek Tropika, 2(1): 73-77.
- Yuningsih A.F.V. dan S. Wahyuni. 2016. Kajian Perlakuan Pematahan Dormansi pada Varietas Unggul Baru Padi, (1), 594–602. Prosiding Seminar Nasional Kesiapan Sumber Daya Pertanian dan Inovasi Spesifik Lokasi Memasuki Era Industri 4.0. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Subang. Jawa Barat

SIFAT FISIK DAN KARAKTERISTIK PUPUK KOMPOS KOMBINASI FESES KAMBING DAN RUSA SAMBAR DENGAN PENAMBAHAN *EFFECTIVE MICROORGANISMS*

(The Physical Properties and Characteristics of Compost Fertilizer Combination of Goat and Deer Feces with the Addition of Effective Microorganisms)

Siti Ma'rifah^{1*}, Satrio Wibowo¹, Heri Sujoko¹, Okta Mahesa Putra¹, Annas Puji Yulianto¹

¹Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

*Email korespondensi: siti.ma'rifah@pet.upr.ac.id

ABSTRACT

*Compost is an organic fertilizer derived from the fermentation of solid and liquid manure (urine) from livestock. Compost contains the macronutrients essential for plant growth, including nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K), as well as micronutrients such as calcium (Ca), magnesium (Mg), and sulfur (S). Fertilization is typically carried out in the soil by adding artificial fertilizers, green manure, and compost to enhance the physical, chemical, and biological properties of the soil. The use of compost can add nutrients and improve the physical and biological properties of the soil. Sambar deer (*Cervus unicolor*) manure is grouped into one group with the same texture as goat manure. The C/N ratio in goats is generally still above >30, while deer manure has a C/N ratio of >35. A combination compost from deer and goat feces with the addition of effective microorganisms is expected to improve nutrients and increase soil fertility. The study found that EM4 at various concentrations positively affected the physical properties of compost derived from a combination of goat and sambar deer feces. All treatments showed changes in physical properties, ranging from a pungent odor to an earthy odor, from brown to blackish color, and from a smooth texture to a crumbly, earthy texture. Treatment with a higher EM4 concentration (P4) accelerated the odor removal process, color formation, cooked texture, and pH closer to neutral compared to the control (P0).*

Keywords: compost fertilizer, effective microorganisms, goat, sambar deer

PENDAHULUAN

Pupuk kandang merupakan pupuk organik dari hasil fermentasi kotoran padat dan cair (urine) hewan ternak. Pupuk kandang mengandung unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) serta mengandung unsur mikro seperti Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Sulfur (S). Secara umum pemupukan dilakukan melalui tanah dengan memberikan pupuk kandang untuk memperbaiki keadaan fisika, kimia dan biologi tanah. Sedangkan pupuk kompos mengandung nutrisi yang lebih seimbang dengan kandungan karbon, nitrogen, fosfor dan kalium. Penggunaan pupuk kompos dapat menambah dan menyeimbangkan unsur hara, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Hartatik *et al.*, 2005).

Rusa Sambar (*Cervus unicolor*) merupakan rusa terbesar untuk daerah tropik dengan sebaran terbatas di pulau Sumatera, Kalimantan dan pulau kecil di sekitar Sumatera. Di Kalimantan tengah, khususnya di Kota Palangka Raya terdapat penangkaran rusa dengan jumlah populasi rusa berjumlah lebih dari 50 ekor dan kotorannya belum dimanfaatkan secara baik, sehingga dalam jangka waktu yang lama akan menjadi masalah jika tidak ditangani. Penanganan kotoran rusa dan kotoran kambing dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik dengan adanya penambahan *effective microorganisms*. Dengan adanya berbagai variasi perlakuan pemberian diharapkan dapat menentukan dosis yang tepat dalam pembuatan pupuk organik kotoran rusa sambar yang sesuai dengan standar SNI.

Kotoran rusa sambar (*Cervus unicolor*) dikelompokkan menjadi satu golongan dengan tekstur yang sama dengan kotoran kambing pada tingkat rasio C/N >30. Ada berbagai cara untuk menangani limbah kotoran rusa tersebut, salah satunya adalah dengan menjadikan pupuk kandang yang dapat memberi manfaat untuk menyuplai unsur hara bagi tanaman dan memperbaiki sifat fisik serta kimia. Pemberian pupuk kandang dengan campuran kotoran rusa sambar dan penambahan *effective microorganisms* diharapkan dapat memperbaiki unsur hara dan meningkatkan kesuburan pada tanah. Penggunaan

mikroorganisme seperti *effective microorganisms* merupakan awal untuk mengembangkan pertanian yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan mikroorganisme pembusuk yang bermanfaat untuk kesuburan tanah. Penggunaan *effective microorganisms* bertujuan untuk mengurai rantai-rantai panjang penyusun bahan organik menjadi molekul sederhana, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai kompos (Dewi, 2023). Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kualitas pupuk kompos kombinasi kotoran rusa sambar dan kambing sebagai bahan pertimbangan dalam memanfaatkan limbah organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan karakteristik pupuk kompos kombinasi kotoran rusa sambar dan kambing dengan penambahan *effective microorganisms*.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Kegiatan penelitian akan dilaksanakan pada bulan September - November 2025. Lokasi penelitian dilakukan di Penangkaran Rusa Jalan Bromo Bukit Hindu dan Laboratorium Program Studi Peternakan Universitas Palangka Raya.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang dibutuhkan yaitu air, EM4, molase, dedak, sekam bakar, rumput rawa, feses kambing dan rusa sambar. Alat-alat yang dibutuhkan yaitu kamera, timbangan digital, alat tulis, Ph meter tanah, pengukur suhu dan kelembaban, penggaris, alat tulis.

Metode Penelitian

Penelitian ini memiliki dua tahapan yaitu pembuatan pupuk kompos dari feses kambing dan rusa sambar dengan penambahan *effective microorganisms* serta pengamatan uji kualitas fisik, meliputi warna, bau, tekstur, perubahan suhu, dan pH kompos. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 5 ulangan yang terdiri atas perlakuan kontrol dan perlakuan yang diberi tambahan *Effective Microorganism* (EM4). *Effective Microorganism* (EM4) yang ditambahkan merupakan EM4 dengan kandungan campuran yang sama, namun dalam level yang berbeda yaitu tanpa penambahan EM4, EM4 sebanyak 10 ml, EM4 sebanyak 20 ml, EM4 sebanyak 30 ml, EM4 sebanyak 40 ml dengan 5 kali ulangan. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini merupakan data primer yang didukung dengan data sekunder berdasarkan dari literatur. Berikut perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini:

P0 = Feses rusa sambar (200 g) + Feses kambing (200 g) + Hijauan (200 g)
 P1 = Feses rusa sambar (200 g) + Feses kambing (200 g) + Hijauan (200 g) + EM4 (10 ml)
 P2 = Feses rusa sambar (200 g) + Feses kambing (200 g) + Hijauan (200 g) + EM4 (20 ml)
 P3 = Feses rusa sambar (200 g) + Feses kambing (200 g) + Hijauan (200 g) + EM4 (30 ml)
 P4 = Feses rusa sambar (200 g) + Feses kambing (200 g) + Hijauan (200 g) + EM4 (40 ml)

Analisis Data

Parameter sifat fisik dan karakter kompos dijelaskan secara analisis deskriptif berdasarkan hasil pengamatan peneliti, sedangkan nilai pH kompos dianalisis dengan analisis varians dan jika terdapat perbedaan akan dilakukan dengan uji lanjut BNJ pada taraf 5%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kompos yang diamati dan diukur secara langsung untuk mengetahui kualitas dan kematangan kompos meliputi sifat fisik kompos dan kadar air. Adapun parameter pengamatan sifat fisik pada penelitian ini yaitu meliputi warna, bau, tekstur, suhu dan pH. Parameter yang diamati dibandingkan dengan kualitas kompos berdasarkan Standar Nasional Indonesia Tahun 2024.

Tabel 1. Standar Kualitas Kompos

Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
Kadar air	%	-	50
Temperatur	°C		Suhu air tanah
Warna	-	-	Kehitaman
Bau	-	-	Berbau tanah

Tekstur	-	-	Seperti tekstur tanah
pH	-	6,60	7,49
Bahan organik	%	27	58
Karbon	%	9,80	32
Nitrogen	%	0,40	-
Phosfor	%	0,10	-
C/N-rasio	-	10	20
Kalium	%	0,20	-

Sumber: SNI 19-7030-2004

Warna

Warna merupakan salah satu indikator kematangan kompos yang dapat diamati secara visual. Kompos yang matang umumnya berwarna coklat kehitaman atau hitam, yang menunjukkan proses humifikasi telah berlangsung dengan baik (Kusmiyarti, 2013). Perubahan warna selama proses pengomposan terjadi karena adanya proses dekomposisi dan sintesis senyawa humus oleh mikroorganisme pengurai. Pengamatan perubahan warna selama proses pengomposan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Warna Kompos Selama Proses Pengomposan

Warna	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Kondisi Awal Perlakuan	Kehijauan	Kehijauan	Kehijauan	Kehijauan	Kehijauan
Pembalikan ke 1 (Minggu pertama)	Hijau kecoklatan	Kecoklatan	Kecoklatan	Kecoklatan	Kecoklatan
Pembalikan ke 2 (Minggu kedua)	Coklat	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman
Kondisi Akhir (Minggu ke 3)	Coklat kehitaman	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman

Sumber: Data Primer (2025)

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa pada kondisi awal pengomposan disemua perlakuan, kompos masih berwarna kehijauan. Hal ini dikarenakan bahan organik yang digunakan masih segar dan kandungan klorofil yang tinggi. Pada pembalikan pertama warna kompos sudah mulai berubah menjadi kecoklatan, perubahan ini menandakan bahwa proses dekomposisi telah dimulai. Pada pembalikan ke dua warna kompos telah berubah menjadi warna coklat kehitaman, ini menunjukan bahwa proses dekomposisi semakin lanjut dan kompos menuju matang. Pada kondisi akhir kompos berwarna kehitaman yang menandakan kompos telah matang. Warna kehitaman ini menunjukan bahwa bahan organik telah terdekomposisi dengan baik. Perubahan warna kompos menunjukan adanya bakteri yang melakukan aktivitas dekomposisi. Warna bahan awal pengomposan biasanya sesuai dengan warna bahan organik yang digunakan, kemudian secara bertahap berubah menjadi coklat tua dan akhirnya menjadi hitam ketika kompos telah matang (Widarti *et al.*, 2020). Perubahan warna ini disebabkan oleh terjadinya proses humifikasi dan mineralisasi bahan organik, berupa senyawa-senyawa kompleks yang dirubah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan stabil. Pada proses pengomposan akan terjadi penguraian bahan organik oleh aktivitas mikroba yang mengambil air, oksigen dan nutrisi bahan organik, kemudian akan melakukan penguraian dan membebaskan CO₂ dan O₂ (Allo, 2014).

Dengan adanya penambahan *effective microorganism* (EM4) dapat berperan dalam mempercepat proses fermentasi dengan mencacah karbohidrat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Jalius *et al.* (2021) menyatakan bahwa warna kompos yang baik dan sudah matang adalah coklat sampai hitam, warna akhir kompos tergantung dari bahan dasar pembuatan kompos. Secara keseluruhan warna perlakuan dari P₀, P₁, P₂, P₃, dan P₄ menunjukkan warna kompos yang telah matang. Hal ini sudah sesuai dengan standar SNI 19-7030-2004 yaitu warna kompos yang sudah matang berwarna kehitaman. Warna kehitaman pada kompos menunjukkan kandungan bahan humus yang tinggi dan bermanfaat untuk meningkatkan kersuburan tanah. Sebaliknya, kompos yang masih berwarna cerah atau sesuai dengan

warna bahan asalnya menunjukkan bahwa proses pengomposan belum selesai dan kompos belum matang (Sharma *et al.*, 2019). Kompos semua perlakuan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kompos Semua Perlakuan (P0-P4)

Bau

Bau atau aroma merupakan indikator penting lainnya untuk menentukan kematangan kompos. Kompos yang matang memiliki bau seperti tanah (*earthy smell*) atau tidak berbau menyengat (Kusmiyarti, 2013). Bau ini disebabkan oleh adanya senyawa geosmin yang dihasilkan oleh *actinomycetes*, khususnya genus *streptomyces* selama proses pengomposan. Pengamatan perubahan bau selama proses pengomposan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perubahan Bau Kompos Selama Proses Pengomposan

Warna	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Kondisi Awal Perlakuan	Bau menyengat hijauan dan feses	Sedikit menyengat campuran bau hijauan, feses, dan molase	Sedikit menyengat campuran bau hijauan, feses, dan molase	Sedikit menyengat campuran bau hijauan, feses, dan molase	Sedikit menyengat campuran bau hijauan, feses, dan molase
Pembalikan ke 1 (Minggu pertama)	Sedikit menyengat bau kotoran	Bau asam fermentasi	Bau asam fermentasi	Bau asam fermentasi	Bau asam fermentasi
Pembalikan ke 2 (Minggu kedua)	Sedikit menyengat bau kotoran	Bau tanah (<i>earthy smell</i>)	Bau tanah (<i>earthy smell</i>)	Bau tanah (<i>earthy smell</i>)	Bau tanah (<i>earthy smell</i>)
Kondisi Akhir (Minggu ke 3)	Menyerupai bau tanah (<i>earthy smell</i>)	Bau tanah (<i>earthy smell</i>)	Bau tanah (<i>earthy smell</i>)	Bau tanah (<i>earthy smell</i>)	Bau tanah (<i>earthy smell</i>)

Sumber: Data Primer (2025)

Dapat dilihat hasil pengamatan bau kompos pada tabel diatas, pada kondisi awal seluruh perlakuan P₀, P₁, P₂, P₃ dan P₄ menunjukan bau yang menyengat dengan khas bau hijauan dan kotoran ternak. Hal ini menunjukkan bahwa bahan organik masih dalam kondisi segar dan belum mengalami dekomposisi secara signifikan. Proses awal pengomposan pada bahan organik yang dikomposkan seringkali mengeluarkan bau tidak sedap seperti bau busuk atau amoniak. Bau busuk ini terjadi karena adanya proses dekomposisi anaerobik yang menghasilkan gas-gas seperti hidrogen sulfida (H₂S) dan amoniak (NH₃) (Bernal *et al.*, 2017). Setelah pembalikan pertama, bau mulai berubah menjadi bau asam pada semua perlakuan kecuali P₀, yang menandakan bahwa proses fermentasi mulai berlangsung aktif dengan adanya mikroorganisme pengurai. Pada pembalikan kedua, bau kompos sudah hampir menyerupai bau tanah pada seluruh perlakuan. Ini menunjukan bahwa proses dekomposisi telah berlangsung lebih lanjut

dan mulai memasuki tahap kematangan awal. Pada kondisi akhir pengomposan, seluruh perlakuan menunjukkan bau yang sudah menyerupai bau tanah, tidak tercium lagi bau asam atau menyengat.

Berdasarkan hasil pengamatan bau pada kondisi akhir pada setiap perlakuan memiliki bau yang seperti bau tanah. Hal ini sesuai dengan kriteria kematangan kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004. Menurut Setyaningsih *et al.* (2017) bahwa aroma atau bau pupuk organik yang dihasilkan dari kompos yang belum matang selalu mirip dengan bau bahan organik yang digunakan. Kompos yang tidak mengeluarkan bau tidak menyengat dapat disimpulkan sebagai kompos yang sudah matang. Kompos mempunyai ciri khas berbau tanah karena bahan-bahan dalam kompos mengandung unsur hara tanah dan mempunyai warna kehitaman karena pengaruh bahan organik yang difermentasikan (Suwatanti dan Widiyaningrum, 2017). Bau yang tercipta selama pengomposan merupakan tanda penguraian bahan organik oleh mikroba. Bakteri menguraikan bahan organik, termasuk amonia, sehingga gas yang dihasilkan dapat mempengaruhi bau bahan tersebut (Amnah dan Friska, 2019).

Tekstur

Tekstur kompos mengacu pada ukuran partikel dan tingkat kekasaran atau kehalusan kompos. Kompos yang matang umumnya memiliki tekstur seperti tanah (*crumbly*), gembur, dan mudah dihancurkan ketika diremas (Widarti *et al.*, 2020). Tekstur ini terbentuk karena adanya proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang mengubah struktur bahan organik dari bentuk kasar menjadi bentuk yang lebih halus. Tekstur kompos sangat dipengaruhi oleh jenis bahan organik yang digunakan dan metode pengomposan yang diterapkan. Bahan organik yang mengandung lignin tinggi seperti serbuk gergaji atau kayu akan membutuhkan waktu lebih lama untuk terdekomposisi dan menghasilkan tekstur yang lebih kasar dibandingkan dengan bahan organik yang mudah terdekomposisi seperti sisa makanan atau kotoran hewan (Sharma *et al.*, 2019). Penambahan EM4 dalam proses pengomposan dapat membantu memperbaiki tekstur kompos karena EM4 mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang dapat menguraikan berbagai jenis bahan organik, termasuk bahan organik yang sulit terdekomposisi seperti selulosa dan lignin (Higa & Parr, 2020). Selain itu, proses pengomposan yang baik juga akan menghasilkan kompos dengan tekstur yang seragam dan tidak menggumpal. Pengamatan perubahan tekstur selama proses pengomposan ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan Tekstur Kompos Selama Proses Pengomposan

Tekstur	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
Kondisi Awal Perlakuan	Bentuk utuh hijauan dan feses	Bentuk utuh hijauan dan feses	Bentuk utuh hijauan dan feses	Bentuk utuh hijauan dan feses	Bentuk utuh hijauan dan feses
Pembalikan ke 1 (Minggu pertama)	Butiran kasar	Sedikit kasar mulai terurai	Sedikit kasar mulai terurai	Sedikit kasar mulai terurai	Sedikit kasar mulai terurai
Pembalikan Ke 2 (Minggu kedua)	Sedikit kasar dan tekstur mulai terurai	Tekstur terurai seperti tanah	Tekstur terurai seperti tanah	Tekstur terurai seperti tanah	Tekstur terurai seperti tanah
Kondisi Akhir (Minggu ketiga)	Menyerupai tekstur tanah (<i>crumbly</i>)	Tekstur tanah (<i>crumbly</i>)	Tekstur tanah (<i>crumbly</i>)	Tekstur tanah (<i>crumbly</i>)	Tekstur tanah (<i>crumbly</i>)

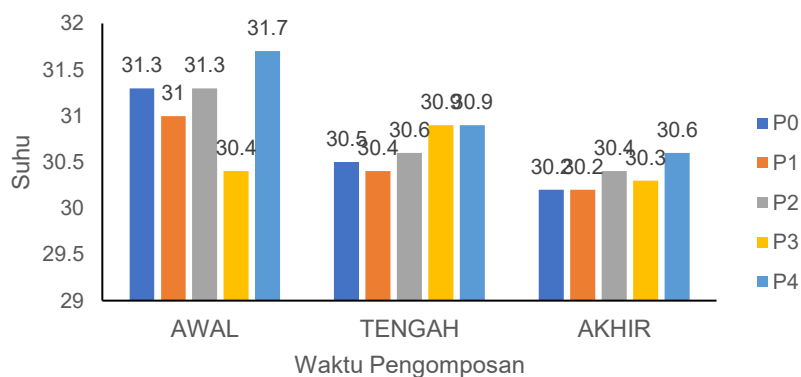
Sumber: Data Primer (2025)

Berdasarkan hasil pengamatan tekstur kompos dapat dilihat pada tabel diatas. Hasil pengamatan menunjukan bahwa kompos memiliki tekstur yang berbeda-beda pada kondisi awal hingga kondisi akhir. Tekstur kompos bervariasi dari tekstur bentuk hijauan dan feses, butiran kasar, sedikit kasar mulai terurai, hampir menyerupai tekstur tanah hingga bertekstur seperti tanah. Kompos dengan perlakuan P₀ memiliki perubahan tekstur yang lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan P₁, P₂, P₃ dan P₄. Pada kondisi akhir perlakuan P₀ sedikit menyerupai tekstur tanah dan masih terlihat butiran feses rusa yang belum terurai dengan sempurna. Perubahan tekstur yang cepat pada perlakuan P₁, P₂, P₃, dan P₄ diduga karena adanya

aktivitas aktif mikroorganisme pengurai yang berasal dari *effective microorganism*, sehingga membantu mempercepat dekomposisi kompos. Sahwan *et al.* (2011) menyatakan tekstur kompos yang sudah matang akan menjadi hancur dan halus seperti tanah karena hasil penguraian atau dekomposisi dari aktivitas mikroorganisme aktif. Tekstur kompos yang dihasilkan dapat dipengaruhi juga oleh ukuran dan serat bahan penyusunnya. Menurut Nafis *et al.* (2021) pada proses fermentasi bahan pupuk organik, laju penguraian bakteri yang terdapat pada bahan berkaitan dengan ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel dan semakin sedikit serat, maka semakin matang kompos tersebut. Semakin matang kompos maka serat-serat kompos yang dihasilkan juga akan semakin sedikit dan ukuran partikel nya juga akan semakin kecil. Kompos pada perlakuan P₁, P₂, P₃ dan P₄ memiliki tekstur yang mirip seperti tanah yang menandakan kompos sudah matang dan sesuai dengan standar SNI 19-7030-2004. Kompos dengan perlakuan P₀ pada penelitian ini belum memenuhi standar SNI-2004 untuk tekstur kompos dikarenakan pada kondisi akhir kompos belum sepenuhnya menyerupai tekstur tanah. Feses rusa memiliki tekstur yang lebih padat dan tidak mudah hancur jika dibandingkan dengan feses kambing, sehingga masih terlihat berbentuk utuh pada beberapa perlakuan,

Suhu

Suhu merupakan parameter penting dalam proses pengomposan yang dapat dijadikan indikator aktivitas mikroorganisme dan kematangan kompos. Proses pengomposan umumnya terbagi menjadi beberapa fase berdasarkan suhu, yaitu fase mesofilik, fase termofilik, fase pendinginan, dan fase pematangan (Bernal *et al.*, 2017). Hasil pengamatan suhu kompos selama 21 hari dengan pengambilan data pada awal, tengah dan akhir pengomposan ditampilkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Batang Perubahan Suhu Saat Proses Pengomposan

Data Gambar 2. menunjukan bahwa rentan suhu kompos disetiap perlakuan memiliki nilai yang relatif sama. Pada awal pengomposan setiap perlakuan terjadi kenaikan suhu berkisar antara suhu 30°C-31,7 °C. Selama proses pengomposan, suhu yang awalnya normal dalam tumpukan kompos secara bertahap mengalami peningkatan dan akan mencapai suhu maksimum, kemudian akan menurun terus-menerus sampai menjadi stabil pada saat kompos matang (Widawati, 2014). Pada pertengahan pengomposan suhu kembali normal menjadi 30,4°C-30,9°C; dan pada akhir pengomposan berkisar antara

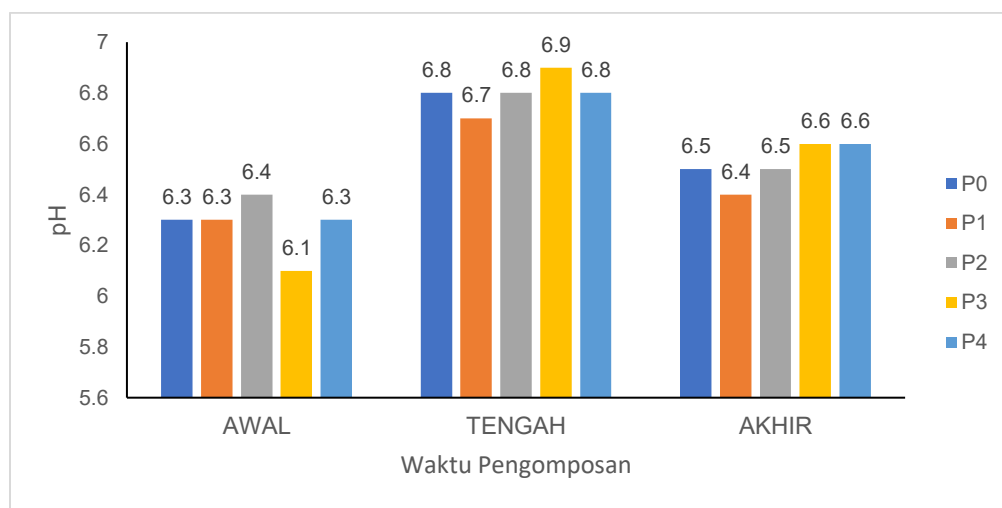
30,2°C-30,6 °C yang menandakan bahwa telah terjadi aktivitas mikroorganisme yang cukup baik. Suhu pada setiap perlakuan pengomposan yang ada menunjukkan bahwa mikroba yang aktif adalah mikroba mesofilik, yaitu mikroba yang dapat hidup pada suhu antara 20-30 °C. Aktivitas mikroba mesofilik dalam proses penguraian akan menghasilkan panas dengan mengeluarkan CO₂ dan mengambil O₂ dalam tumpukan kompos sampai mencapai suhu maksimum (Isroi dan Yuliarti, 2009).

Pemantauan suhu selama proses pengomposan sangat penting untuk memastikan proses pengomposan berjalan dengan baik. Suhu yang terlalu rendah mengindikasikan aktivitas mikroorganisme yang rendah, yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kelembaban yang tidak optimal, kurangnya oksigen, atau kurangnya nutrisi untuk mikroorganisme. Di sisi lain, suhu yang terlalu tinggi (>70°C) dapat menyebabkan kematian mikroorganisme pengurai, termasuk mikroorganisme yang menguntungkan, sehingga memperlambat proses pengomposan (Widarti *et al.*, 2020). Penambahan EM4 dalam proses pengomposan dapat membantu meningkatkan suhu kompos karena EM4 mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang dapat meningkatkan aktivitas dekomposisi bahan organik, yang pada gilirannya menghasilkan panas sebagai hasil dari metabolisme mikroorganisme (Jusoh *et al.*, 2013).

Suhu kompos yang optimal tergantung pada fase pengomposan, dengan suhu optimal untuk fase termofilik antara 45-65°C dan suhu optimal untuk fase pematangan mendekati suhu lingkungan. Pada penelitian ini suhu kompos tidak mencapai pada fase termofilik, karena tumpukan bahan yang terlalu rendah sehingga mengakibatkan bahan lebih cepat kehilangan panas. Natsir *et al.* (2022) menyatakan ketinggian tumpukan kompos yang baik adalah 1 – 2,2 meter dan tinggi maksimum adalah 1,5 – 1,8 meter. Tidak tercapainya fase termofilik juga dapat terjadi karena perubahan musim yang tidak menentu. Kusmiyarti (2013) juga menyatakan bahwa penggunaan suhu tumpukan kompos untuk mengevaluasi proses pengomposan sangat ditentukan oleh faktor-faktor lain seperti jenis material yang dikomposkan, prosedur pengomposan, musim dan variabel-variabel lain. Suhu akhir pengomposan pada setiap perlakuan sudah memenuhi standar suhu kompos matang berdasarkan SNI-2004.

pH

pH atau derajat keasaman adalah salah satu parameter kimia penting yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam proses pengomposan dan menentukan kualitas kompos yang dihasilkan. Selama proses pengomposan, pH mengalami fluktuasi sesuai dengan fase pengomposan dan aktivitas mikroorganisme (Kusmiyarti, 2013). Hasil pengamatan pH kompos selama 21 hari dengan pengambilan data pada awal, tengah dan akhir pengomposan ditampilkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Batang Perubahan pH Saat Proses Pengomposan

Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa rata-rata pH awal pengomposan setiap perlakuan berkisar antara 6,1-6,4; pada pertengahan pengomposan terjadi peningkatan pada setiap perlakuan berkisar antara 6,7-6,9 lalu pada akhir pengomposan pH kembali turun menjadi berkisar antara 6,4-6,6 yang menandakan kompos sudah matang dan sudah sesuai dengan standar SNI-2004. Awal proses

pengomposan, pH cenderung menurun (asam) karena terbentuknya asam-asam organik seperti asam asetat, asam propionat, dan asam butirat sebagai hasil dari aktivitas bakteri penghasil asam selama dekomposisi bahan organik. Seiring berjalannya proses pengomposan, pH akan meningkat menjadi netral atau sedikit basa karena terjadinya proses mineralisasi yang menghasilkan amoniak (Widarti *et al.*, 2020). Kompos yang berkualitas baik menurut standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004 memiliki pH antara 6,6-7,0 (BSN, 2004). Derajat kemasaman yang ideal dalam proses pengomposan adalah 6-8, pH 5 (minimum) dan pH 12 (maksimum), dan optimum proses pengomposan berkisar 6,5 – 7,5 (Saraswati dan Praptana, 2017). pH kompos sangat mempengaruhi ketersediaan nutrisi untuk tanaman. pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan beberapa unsur hara menjadi tidak tersedia bagi tanaman.

Selain itu, pH kompos juga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam tanah (Bernal *et al.*, 2017). Penambahan EM4 dalam proses pengomposan dapat membantu menstabilkan pH kompos karena EM4 mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi pH. Bakteri asam laktat dalam EM4 dapat menghasilkan asam laktat yang dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen, sementara bakteri fotosintetik dan ragi dapat menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat menetralkan pH (Higa & Parr, 2020). Witasari *et al.* (2021) juga menyatakan bahwa pH yang cenderung rendah atau asam tidak baik untuk proses pengomposan dikarenakan sebagian mikroorganisme yang terdapat dalam kompos akan mati. Sebaliknya jika pH terlalu tinggi atau terlalu basa, konsumsi oksigen akan naik dan akan memberikan hasil yang buruk bagi lingkungan. Nilai pH yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan unsur nitrogen dalam bahan kompos akan berubah menjadi amonia. Nilai pH akhir kompos ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Nilai pH Akhir Kompos

Perlakuan	Rataan Nilai pH
P0	6,64±0,12 ^a
P1	6,65±0,10 ^a
P2	6,77±0,15 ^{ab}
P3	6,75±0,14 ^{ab}
P4	6,97±0,05 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda ke arah kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$)

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai pH ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut menggunakan uji BNJ pada taraf kepercayaan 95% menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kelompok perlakuan. Hal ini berarti perbedaan nilai pH antar perlakuan terjadi akibat pengaruh nyata dari perlakuan pemberian EM4 yang diberikan. Perlakuan tertentu mengalami peningkatan nilai pH yang mengindikasikan bahwa perlakuan EM4 memiliki kemampuan untuk menetralkan keasaman tanah melalui peningkatan kandungan kation basa yang dapat ditukar, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan K^+ . Penambahan bahan organik diketahui dapat meningkatkan pH tanah karena proses dekomposisi menghasilkan senyawa humat dan fulvat yang mampu mengikat ion H^+ bebas di dalam tanah (Saraswati *et al.*, 2021). Selain itu, bahan amelioran seperti kapur atau abu organik juga mampu memperbaiki reaksi tanah masam melalui mekanisme pengikatan ion aluminium dan hidrogen, sehingga pH menjadi lebih netral (Fitriani *et al.*, 2022). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa perlakuan bahan organik secara signifikan meningkatkan pH tanah pada lahan asam maupun netral (Rahman *et al.*, 2023). Penelitian lain oleh Nugroho dan Widyastuti (2020) juga menyebutkan bahwa peningkatan pH berkorelasi positif dengan peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) dan ketersediaan unsur hara makro. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan pH tanah dan memberikan perlakuan yang terbaik dalam memperbaiki reaksi tanah menjadi netral.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *effective microorganism* (EM4) dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh positif terhadap perubahan sifat fisik kompos kombinasi feses kambing dan rusa sambar. Seluruh perlakuan menunjukkan perubahan sifat fisik mulai dari bau yang menyengat menjadi bau tanah, warna berubah dari warna coklat menjadi kehitaman, dan tekstur menjadi remah menyerupai tanah. Perlakuan dengan konsentrasi EM4 lebih tinggi (P4) mempercepat proses

penghilangan bau, pembentukan warna, tekstur matang serta pH mendekati netral dibandingkan dengan kontrol (P0).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Peternakan Provinsi Kalimantan Tengah serta Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat Universitas Palangka Raya atas bantuan dan dukungannya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Allo, M. P. R. (2014). Pengaruh Jenis Bioaktivator Pada Laju Dekomposisi Sampah Daun Ki Hujan Samanea Saman dari Wilayah Kampus Unhas. *Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin. Makassar*.
- Amnah, R., dan Friska. (2019). Pengaruh Aktivator Terhadap Kadar Unsur C, N, P, dan K Kompos Pelepah Daun Salak Sidimpuan. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(3): 342-347. <https://doi.org/10.32734>.
- Bernal, M.P., Sommer, S.G., Chadwick, D., Qing, C., Guoxue, L., & Michel, F. C. (2017). *Current Approaches and Future Trends in Compost Quality Criteria for Agronomic, Environmental, and Human Health Benefits*. *Advances In Agronomy*, 144, 143-233 <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.03.002>.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2004). SNI 19-7030-2004: *Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Dewi, A. A. D., Bakti, R. P. 2023. Pemanfaatan Potensi Tumbuhan Kelakai (*Stenochlaena palustris*) Sebagai Bahan Kompos Organik. *Jurnal Pertanian Peradaban* 3(1): 29-33. <https://doi.org/10.30812/jpp.v3i1.1499>.
- Fitriani, N., Yuliani, R., & Prasetyo, A. (2022). Pengaruh Bahan Amelioran Terhadap Perubahan Ph dan Ketersediaan Unsur Hara Tanah Masam. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 24(2), 101–110. <https://doi.org/10.29244/jtl.24.2.101-110>.
- Hartatik, W. dan L. R. Widiowati, 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Higa, T., & Parr, J. F. (2019). *Beneficial and Effective Microorganisms for A Sustainable Agriculture and Environment*. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan.
- Jalius, J., Kurniawan, D. A., Hoesni, F., & Firmansyah, F. (2021). Pengaruh Pemberian Limbah Batang Buah Naga Terhadap Kualitas Kompos Feses Sapi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(3): 1331-1337. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v21i3.1742>.
- Jusoh, M. L. C., Manaf, L. A., & Latiff, P. A. (2013). *Composting of Rice Straw with Effective Microorganisms (EM) and its Influence on Compost Quality*. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 10,1-9. <https://doi.org/10.1186/1735-2746-10-17>.
- Kusmiyarti, T. B. (2013). Kualitas Kompos dari Berbagai Kombinasi Bahan Baku Limbah Organik. *Agrotrop*, 3(1): 83-92. <http://dx.doi.org/10.24014/ja.v9i2.4548>.
- Nafis, D., Yaman, A., & Allaily, A. (2021). Pengaruh Lama Fermentasi Pada Pembuatan Kompos dari Bahan Liter Ayam, Limbah Serbuk Kayu Pinus dan Eceng Gondok Terhadap Kualitas Fisik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(3): 70-78. <http://dx.doi.org/10.17969/jimfp.v6i3.17559>.
- Natsir, M. F., Amqam, H., Purnama, D. R., Syamsurijal, V. A. D., & Amir, A. U. (2022). Analisis Kualitas Kompos Limbah Organik Rumah Tangga Berdasarkan Variasi Dosis Mol Tomat. *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(2): 155-163. <https://doi.org/10.56338/promotif.v12i2.2883>.
- Nugroho, A., & Widyastuti, E. (2020). Hubungan Ph Tanah dan Kapasitas Tukar Kation Terhadap Ketersediaan Hara Makro Pada Lahan Pertanian Organik. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 9(1), 12–21. <https://doi.org/10.23960/jat.v9i1.12-21>.
- Rahman, S., Hidayat, A., & Taufiq, M. (2023). Peran bahan organik dalam meningkatkan pH dan kualitas tanah ultisol di daerah tropika basah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 55–63. <https://doi.org/10.25077/jitsl.10.1.55-63>.
- Sahwan, F., Wahyono, S., & Suryanto, F. (2011). Kualitas Kompos Sampah Rumah Tangga Yang Dibuat Dengan Menggunakan” Komposter” Aerobik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(3): 233-240. <http://dx.doi.org/10.24014/ja.v9i2.4548>.

- Saraswati, D., Astuti, S., & Munir, M. (2021). Perubahan Ph Tanah Akibat Pemberian Kompos dan Biochar Pada Tanah Masam. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(3), 301–309. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.3.301>.
- Setyaningsih, E., D. Astuti, dan R. Astuti. (2017). Kompos Daun Solusi Kreatif Pengendali Limbah. *Jurnal Bioeksperimen*, 3(2): 45-51. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v3i2.5181>.
- Sharma, A., Saha, T. N., Arora, A., Shah, R., & Nain, L. (2019). *Efficient Microorganism Compost Benefits Plant Growth and Improves Soil Health in Calendula and Marigold*. *Horticultural Plant Journal*, 5(2), 97-106. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2019.04.003>.
- Suwatanti, E., & Widiyaningrum, P. (2017). Pemanfaatan MOL Limbah Sayur Pada Proses Pembuatan Kompos. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 40(1), 1-6. <https://doi.org/10.37905/jpti.v3i1.25996>.
- Widarti, B. N., Wardhini, W. K., & Sarwono, E. (2020). *Teknologi Pengomposan: Teori dan Aplikasi*. UB Press, Malang.
- Widawati, S., (2014). Daya Pacu Aktivator Fungi Asal Kebun Biologi Wamena Terhadap Kematangan Hara Kompos, serta Jumlah Mikroba Pelarut Fosfat dan Penambat Nitrogen. *Biodiversitas*, 6 (4): 240-243. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d060404>.
- Witasari, W. S., Sa'diyah, K., & Hidayatulloh, M. (2021). Pengaruh Jenis Komposter dan Waktu Pengomposan terhadap Pembuatan Pupuk Kompos dari *Activated Sludge* Limbah Industri Bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(1): 31-40. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i1.209>.

KARAKTERISTIK FERMENTASI DAN MUTU SILASE CAMPURAN PELEPAH KELAPA SAWIT DAN *INDIGOFERA ZOLLINGERIANA* DENGAN PENAMBAHAN MOLASES

(*Fermentation Characteristics and Silage Quality of Oil Palm Frond and Indigofera zollingeriana Mixture with Molasses Addition*)

Maulana Abil Asror¹, Wieda N.H. Zain², dan Sadarman^{2,3}

¹ Mahasiswa Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Jln. H.R. Soebrantas No. 155 KM 18 Kelurahan Tuah Madani Kecamatan Tuah Madani Pekanbaru, Riau 28293.

² Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Jln. H.R. Soebrantas No. 155 KM 18 Kelurahan Tuah Madani Kecamatan Tuah Madani Pekanbaru, Riau 28293.

³ Korespondensi: sadarman@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Oil palm fronds have high fiber and low digestibility; thus, they were mixed with Indigofera zollingeriana and fermented using molasses to improve silage quality. This study aimed to evaluate the effect of molasses addition on the quality of oil palm frond–Indigofera zollingeriana silage. A Completely Randomized Design (CRD) with five treatments and five replications was used, consisting of molasses levels of 0%, 1.50%, 3%, 4.50%, and 6% of dry matter. Observed variables included dry matter (DM), dry matter loss (DML), pH, and Fleigh value (FV), analyzed using ANOVA and DMRT at a 5% level. Molasses addition significantly affected DM, DML, pH, and FV. The 6% molasses treatment (P5) produced the best silage quality with the highest DM (31.7 ± 1.28), lowest DML (3.32 ± 1.28), lowest pH (4.31 ± 0.71), and highest FV (98.9 ± 0.71).

Keywords: *Fleigh value, indigofera, molasses, oil palm fronds, pH, silage*

PENDAHULUAN

Keberhasilan usaha peternakan ruminansia sangat bergantung pada ketersediaan hijauan pakan berkualitas sebagai sumber utama nutrisi (Sadarman dkk., 2023a). Namun, sistem produksi ternak di wilayah tropis sering menghadapi fluktuasi ketersediaan hijauan, terutama pada musim kemarau. Ketergantungan pada hijauan konvensional tanpa diversifikasi dapat menurunkan produktivitas dan kesehatan ternak, sehingga pemanfaatan bahan pakan alternatif berbasis sumber daya lokal, termasuk limbah pertanian, menjadi strategi penting untuk mendukung keberlanjutan peternakan (Rizali dkk., 2018).

Provinsi Riau memiliki potensi besar dalam penyediaan bahan pakan karena merupakan daerah dengan perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia, mencapai 3.494.583 hektare (Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2024). Setiap hektare lahan menghasilkan lebih dari 1,20 miliar ton pelepah sawit per tahun, namun pemanfaatannya masih rendah akibat kandungan serat kasar (31,1%) dan lignin (16,9%) yang tinggi, sebaliknya, *Indigofera zollingeriana* memiliki kandungan protein tinggi (27,9%) dengan serat kasar sedang (15,3%) serta mudah dibudidayakan dan berproduksi tinggi, sehingga berpotensi sebagai bahan campuran silase (Adelina dkk., 2024). Melalui teknologi ensilase, hijauan dapat diawetkan secara anaerob oleh bakteri asam laktat (BAL) dengan penambahan molases sebagai sumber energi fermentasi untuk mempercepat penurunan pH, menekan kehilangan bahan kering, dan meningkatkan mutu silase (Yitbarek dan Tamir, 2014; McDonald *et al.*, 2011; 2022a).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, kombinasi pelepah sawit, *Indigofera*, dan molases terbukti mampu meningkatkan kandungan protein, menurunkan pH hingga kisaran ideal, serta menghasilkan nilai Fleigh tinggi (Sadarman dkk., 2022; Yunilas *et al.*, 2019). Namun, pemanfaatan limbah pelepah sawit sebagai bahan pakan masih belum optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menilai mutu silase pelepah kelapa sawit yang diperkaya *Indigofera zollingeriana* melalui pengamatan pH, kadar bahan

kering, kehilangan bahan kering, dan nilai Fleigh, serta mengkaji peranan molases sebagai sumber energi fermentasi dalam menghasilkan silase berkualitas tinggi dan berkelanjutan bagi peternakan ruminansia.

MATERI DAN METODE

Material Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan mencakup pelepah daun kelapa sawit, daun *Indigofera zollingeriana*, molases, akuades, dan reagen kimia yang diperlukan untuk analisis kadar bahan kering.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang dalam bentuk eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan lima ulangan. Molases digunakan sebagai aditif dalam proses ensilase campuran pelepah daun kelapa sawit dan daun *Indigofera zollingeriana*. Perlakuan yang dimaksudkan adalah sebagai berikut: P1: 75% pelepah daun sawit + 25% indigofera (kontrol), P2: P1 + Molases 1,50% BK, P3: P1 + Molases 3% BK, P4: P1 + Molases 4,50% BK, dan P5: P1 + Molases 6% BK.

Prosedur Penelitian

Pelepah kelapa sawit diambil dari kebun milik warga di Desa Sarigaluh, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar. Daun dipisahkan dari lidi dan pelepahnya, kemudian dicacah menggunakan mesin pencacah. Tanaman *Indigofera zollingeriana* diperoleh dari lokasi yang sama, sedangkan molases dibeli dari toko pertanian dan ditimbang sesuai kebutuhan perlakuan. Pembuatan silase dilakukan dengan mencacah pelepah daun sawit dan *Indigofera zollingeriana* hingga berukuran sekitar 0,5 cm, kemudian kedua bahan dicampurkan secara merata dalam wadah plastik. Campuran bahan ditambahkan molases sesuai dosis perlakuan, diaduk hingga homogen, lalu dimasukkan dan dipadatkan dalam silo kedap udara untuk mengeluarkan udara sebanyak mungkin. Silo ditutup rapat, diberi label perlakuan, dan disimpan di tempat teduh selama 30 hari fermentasi hingga silase siap dianalisis.

Parameter yang Diukur

Peubah yang diamati mencakup uji pH silase, dengan cara sebanyak 10 gram silase dicampur dengan 20 ml air suling, diaduk hingga homogen, dan didiamkan 15 menit. Campuran disaring, kemudian filtrat diukur pH-nya menggunakan pH meter digital (McDonald *et al.*, 2022a,b). Penentuan Bahan Kering (AOAC, 2019), dilakukan dengan cara cawan kosong dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam, didinginkan, dan ditimbang (W_1). Sampel 2–5 gram dimasukkan, lalu ditimbang kembali (W_2). Pengeringan dilakukan pada suhu 65°C selama ± 4 jam hingga berat konstan, kemudian didinginkan dan ditimbang kembali (W_3). Rumus: $\%BK = ((W_3 - W_1) / (W_2 - W_1)) \times 100$, sedangkan Kadar air = $100 - \%BK$. Kehilangan Bahan Kering, dihitung dari selisih kandungan bahan kering sebelum dan sesudah fermentasi 30 hari: $Kehilangan\ BK = [(BK\ Awal - BK\ Akhir) / BK\ Awal] \times 100$. Nilai Fleigh (NF), dilakukan dengan cara menilai kualitas silase berdasarkan kadar bahan kering dan pH dengan rumus: $NF = 220 + (2 \times BK\%) - (100 \times pH)$. Kategori mutu: $NF \geq 85$ (sangat baik), 60–84 (baik), 55–59 (sedang), 25–54 (cukup), <25 (buruk).

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) sesuai dengan prosedur yang dijelaskan oleh Michael *et al.* (2019). Proses pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 23.0. Analisis menggunakan model linier sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij},$$

Y_{ij} adalah nilai pengamatan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j , μ : nilai rata-rata umum, τ_i : pengaruh perlakuan ke- i , ϵ_{ij} : galat percobaan (error) pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j , sedangkan i : perlakuan ke-1, 2, 3, 4, dan ke-5 dan j : ulangan ke-1, 2, 3, 4, dan ke-5. Hasil analisis yang berbeda, diuji lanjut menggunakan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Bahan kering (BK) silase merupakan persentase sisa berat bahan setelah air diuapkan melalui pengeringan pada suhu 65°C. Nilai ini menggambarkan jumlah zat padat seperti protein, serat, lemak, dan mineral yang terkandung dalam silase tanpa air. Kehilangan bahan kering (BK) silase merupakan indikator efisiensi proses fermentasi yang menunjukkan jumlah nutrisi yang hilang selama penyimpanan akibat aktivitas mikroba dan respirasi tanaman. Semakin tinggi kehilangan BK, semakin besar pula degradasi bahan organik yang tidak dimanfaatkan oleh ternak. Nilai kehilangan BK yang rendah mencerminkan fermentasi yang optimal dan proses ensilase yang efisien. pH silase adalah ukuran tingkat keasaman yang mencerminkan keberhasilan proses fermentasi selama ensilase berlangsung. Nilai Fleigh silase adalah indikator kualitas berdasarkan pH dan kadar bahan kering; semakin tinggi nilainya, semakin baik kualitas silase. Data BK, KBK, pH, dan NF silase dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan Kering, Kehilangan Bahan Kering, pH, dan Nilai Fleigh Silase yang Menggunakan Molases sebagai Aditif

Perlakuan	BK (%)	KBK (%)	pH	NF
1	28,5 ^a ± 1,74	6,46 ^b ± 1,74	5,37 ^c ± 0,46	47,2 ^a ± 20,7
2	29,4 ^a ± 1,49	5,62 ^b ± 1,49	4,82 ^b ± 0,12	71,0 ^b ± 4,42
3	27,7 ^a ± 1,23	7,30 ^b ± 1,23	4,53 ^{ab} ± 0,68	79,4 ^{bc} ± 27,5
4	29,7 ^{ab} ± 2,21	5,26 ^{ab} ± 2,21	4,26 ^a ± 0,14	94 ^{cd} ± 7,45
5	31,7 ^b ± 1,28	3,32 ^a ± 1,28	4,13 ^a ± 0,21	103 ^d ± 8,96

Keterangan: P1: 75% pelepah daun sawit + 25% indigofera (kontrol), P2-P5: Kontrol+Molases 1,50% BK, 3%, 4,50%, dan 6% BK. Nilai yang disajikan adalah nilai rata-rata dan standar deviasi. Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan penggunaan molases memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap bahan kering, kehilangan bahan kering, pH, dan Nilai Fleigh silase campuran pelepah sawit dengan indigofera.

Hasil penelitian (Tabel 1) memperlihatkan bahwa peningkatan level molases memberikan perbedaan yang jelas pada setiap parameter silase. Kandungan bahan kering cenderung naik dari 28,5 ± 1,74% (P1) menjadi 31,7 ± 1,28% (P5), dengan peningkatan paling nyata pada perlakuan molases 6% BK. Pada perlakuan P2–P4, kadar bahan kering masih mendekati kontrol, sementara P5 menunjukkan kenaikan paling tinggi.

Kehilangan bahan kering bergerak turun seiring bertambahnya dosis molases. Nilai KBK berkurang dari 6,46 ± 1,74% (P1) menjadi 3,32 ± 1,28% (P5). Perlakuan P2–P4 masih berada pada kisaran kontrol, sedangkan P5 menghasilkan nilai terendah, menandakan fermentasi yang lebih efisien.

Nilai pH juga menurun secara bertahap, dari 5,37 ± 0,46 pada kontrol, menjadi 4,82 ± 0,12 (P2), 4,53 ± 0,68 (P3), 4,26 ± 0,14 (P4), dan 4,13 ± 0,21 pada perlakuan tertinggi. Penurunan paling besar terjadi pada P4 dan P5, menunjukkan proses fermentasi yang lebih stabil.

Nilai Fleigh meningkat sejalan dengan dosis molases. Kontrol mencatat nilai terendah (47,2 ± 20,7), kemudian meningkat bertahap pada P2–P4 (masing-masing 71,0 ± 4,42; 79,4 ± 27,5; dan 94 ± 7,45), dan mencapai nilai tertinggi pada P5 (103 ± 8,96). Kenaikan yang konsisten ini menandakan perbaikan mutu silase pada setiap peningkatan level molases. Secara keseluruhan, perlakuan P5 selalu menghasilkan nilai terbaik untuk semua parameter, sedangkan P1 menunjukkan mutu terendah. P2–P4 berada pada kategori menengah dengan pola perbaikan bertahap mengikuti peningkatan level molases.

Diskusi

Peningkatan kadar BK pada penambahan molases 6% BK menunjukkan bahwa suplai karbohidrat terlarut mampu mendukung fermentasi yang lebih cepat dan stabil. Energi yang cukup memperkuat aktivitas bakteri asam laktat (BAL), meningkatkan produksi asam laktat, serta mempercepat tercapainya kondisi anaerob sehingga kehilangan air dapat ditekan. Pola ini sejalan dengan laporan McDonald et al. (2011; 2022a) dan Kung et al. (2018) yang menekankan pentingnya sumber gula dalam memacu fermentasi awal. Pada level molases 1,50–4,50% BK, kadar BK tidak jauh berbeda dari kontrol karena

energi belum mencukupi untuk mendorong fermentasi secara intensif, sehingga penurunan pH dan proses dehidrasi biologis berlangsung lambat (Wilkinson & Davies, 2013). Kombinasi pelepah sawit dan *Indigofera zollingeriana* membantu menyeimbangkan nutrisi serta memperbaiki rasio C/N, namun kontribusi terbesar tetap berasal dari ketersediaan WSC pada perlakuan 6% BK.

Penurunan kehilangan bahan kering pada perlakuan tertinggi mencerminkan fermentasi yang berlangsung lebih efisien. Sumber energi dari molases mempercepat dominasi BAL dan menurunkan pH hingga kisaran aman (<4,0), sehingga respirasi tanaman dan aktivitas mikroba pembusuk terhambat lebih cepat (Wang et al., 2022; Zi et al., 2022). Pada dosis rendah, fermentasi berjalan lebih lambat dan fluktuatif, menyebabkan sebagian fraksi protein dan hemiselulosa terdegradasi menjadi gas serta uap air, sehingga kehilangan bahan meningkat (Xu et al., 2017; McEniry et al., 2021). Dosis 6% BK menghasilkan kehilangan bahan kering terendah karena fermentasi homofermentatif oleh *Lactobacillus plantarum* dan *Pediococcus pentosaceus* berlangsung intensif tanpa banyak pembentukan gas atau alkohol (Yuan et al., 2023).

Penurunan pH yang lebih cepat pada perlakuan 6% BK menunjukkan tersedianya substrat fermentatif dalam jumlah cukup bagi BAL. Molases menyediakan gula sederhana yang digunakan untuk menghasilkan asam laktat, sehingga pH turun ke kisaran 3,8–4,2, selaras dengan temuan Luo et al. (2021). Ukuran cacahan pelepah sawit 10–50 mm membantu pemadatan, sedangkan kombinasi pelepah sawit dan *Indigofera* mengurangi daya buffer sehingga penurunan pH berlangsung lebih cepat. Pada level molases rendah (1,50–3% BK), pH tidak turun tajam karena kandungan karbohidrat mudah larut belum mencukupi untuk mendukung fermentasi intensif (Mtengeti et al., 2014). Perlakuan 6% BK menghasilkan pH yang paling rendah dengan dominasi fermentasi homofermentatif dan penekanan *Clostridium spp.* (Wang et al., 2025).

Kenaikan nilai Fleigh pada dosis molases yang lebih tinggi mengindikasikan fermentasi yang lebih efisien dan stabil. Ketersediaan energi mudah larut memperkuat aktivitas BAL dalam menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH, kondisi yang sejalan dengan laporan Li et al. (2022). Pada perlakuan 1,50–4,50% BK, nilai Fleigh belum menunjukkan perbedaan mencolok, menandakan bahwa kebutuhan energi dasar sudah terpenuhi tetapi belum optimal. Dosis 6% BK memberikan nilai tertinggi karena fermentasi berlangsung lebih cepat dan dominasi BAL homofermentatif lebih kuat. Namun, peningkatan molases di atas 4,5% tidak selalu memberi dampak tambahan karena gula berlebih dapat meningkatkan tekanan osmotik dan merangsang mikroba non-homofermentatif (Kawasaki et al., 2020). Dukungan struktur dan nutrisi dari campuran pelepah sawit dan *Indigofera* menjaga kondisi anaerob yang stabil, sehingga nilai Fleigh yang dicapai menunjukkan mutu silase yang baik selama penyimpanan (Pérez et al., 2017; Hartutik et al., 2021).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan molases terbukti meningkatkan kualitas silase pelepah sawit dan *Indigofera zollingeriana*, ditunjukkan oleh pH yang stabil, kehilangan bahan kering rendah, serta nilai Fleigh lebih tinggi dibandingkan kontrol. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis molases 6% BK (P5) dengan nilai Fleigh tertinggi $103 \pm 8,96$ yang menunjukkan silase berkualitas sangat baik. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan mengevaluasi dosis molases di atas 6% BK serta variasi proporsi *Indigofera* terhadap nilai Fleigh, stabilitas pH, dan daya simpan silase, sekaligus mengkaji pencernaan in vitro serta performa ternak guna memastikan efektivitas nutrisi dan manfaat praktisnya dalam produksi ruminansia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, T., Fathurrahman, dan Fadhil, M. 2024. Evaluasi Kualitas Silase Campuran Hijauan dengan Penambahan Aditif Molase Berdasarkan Nilai Fleigh. *Jurnal Peternakan Tropis*, 12(1): 44–52.
- AOAC. 2019. *Official Methods of Analysis*, 21st edn. Rockville, Maryland, USA: AOAC.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2024. *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Riau Menurut Lapangan Usaha 2019-2023*. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. Pekanbaru.
- Hartutik, H., M. Marjuki., A.N. Huda., N.H. Poespitarsari, and B.N. Rohmah. 2021. The use of molasses as additive with different ensiling time and physical quality, pH and nutritive value of maize stover silage. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 4(2). <https://doi.org/10.21776/ub.jnt.2021.004.02.3>.
- Kawasaki, K. 2020. Effects of molasses on fermentation quality and microbial community of silage. *Frontiers in Microbiology*, 11, 587.

- Kung, L., R. Shaver., R. Grant, and R. Schmidt. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5): 4020–4033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>.
- Li, M., L. Chen and Q. Zhang. 2022. Improvement of silage quality and aerobic stability through carbohydrate supplementation. *Animals*, 12(3): 411.
- Li, P., Y. Wang., Y. Jiang., F. Li, and M. Zheng. 2020. Effects of molasses addition on the fermentation quality and microbial community of alfalfa silage. *Journal of Applied Microbiology*, 129(6): 1501–1511. <https://doi.org/10.1111/jam.14719>.
- Luo, R., Y. Zhang., F. Wang., K. Liu., G. Huang., N. Zheng, and J. Wang. 2021. Effects of Sugar Cane Molasses Addition on the Fermentation Quality, Microbial Community, and Tastes of Alfalfa Silage. *Animals*, 11(2), 355. <https://doi.org/10.3390/ani11020355>.
- McDonald, P., A.R. Henderson, and S.J.E. Heron. 2011. *The Biochemistry of Silage* (3rd ed.). Chalcombe Publications. India.
- McDonald, P., R.A. Edwards., J.F.D. Greenhalgh., C.A. Morgan., L.A. Sinclair, and R.G. Wilkinson. 2022a. *Animal Nutrition 8th Edn*. Pearson. Singapore.
- McDonald, P., J.M. Wilkinson., A.R. Henderson, and S.J.E. Heron. 2022b. *Silage science and technology*. Elsevier. America.
- McEniry, J., P. O’Kiely, and F.P. O’Mara. 2021. Silage fermentation characteristics of different forages under varying ensiling conditions. *Grass and Forage Science*, 76(1): 75–88.
- Michael, H., Herzog., G. Francis, and A. Clarke. 2019. *Understanding Statistics and Experimental Design: How to Not Lie with Statistics*. Springer. London.
- Mtengeti, E.J, F.H. Maeda, and N.A. Urio. 2014. Effects of chopping, additive and silo type on the quality of elephant grass (*Pennisetum Purpureum*) silage. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 26, Article #70. Retrieved November 5, 2025, from <http://www.lrrd.org/lrrd26/4/mten26070.htm>.
- Pérez, R. 2017. Effect of chopping length and moisture on the fermentation quality of tropical silage. *Tropical Animal Health and Production*, 49(6): 1195–1203.
- Rizali, A., F. Fahcianto., M.H. Ansari, dan A. Wahdi. 2018. Pemanfaatan limbah pelepah dan daun kelapa sawit melalui fermentasi *Trichoderma* sp. sebagai pakan sapi potong. *EnviroSciencieae*, 14(1): 1–7.
- Sadarman, S., Febrina, D., Trisna Rinaldi, S., Hendri, H., Ichwan Ilyazar, M., Weno, W., Alfian, A., Amalia Nurfitriani, R., Qomariyah, N., Sukmara, A., Koswara, E., Rachmanto Prihambodo, T., Gholib, G, and Faiz Mohd Azmi, A. 2023. The Quality of Organic Waste Market Ensiled Using Rejected Commercial Syrup as An Alternative Ruminant Livestock Feed. *Animal Production*, 25(3), 186-198. <https://doi.org/10.20884/1.jap.2023.25.3.257>.
- Sadarman., D. Febrina., E. Saleh., Mhd. Fazly., A. B. Prastyo., N. Qomariyah, and A. F. M. Azmi. 2024. Transformasi Proses Pembuatan Silase: Peningkatan Kualitas dengan Penambahan Sirup Komersial Afkir pada Silase Berbahan Rumput Odot dan Dedak Padi Halus. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 12(2): 155-171, <https://dx.doi.org/10.23960/jipt.v12i2.p155-171>.
- Sadarman., D. Febrina., J. Handoko., M.A. Maharaja., N. Qomariyah., Gholib., M.J. Adegbeye., R.P. Harahap., M.N. Aprilliza, A.M, and R.A. Nurfitriani. 2025. Evaluation of Commercial Syrup as a Stimulant Additive to Improve Elephant Grass Silage Quality. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 23(1), 41-48. <https://doi.org/10.29244/jintp.23.1.41-48>.
- Sadarman., D. Febrina., T. Wahyono., R. Mulianda., N. Qomariyah., R.A. Nurfitriani., F. Khairi., S. Desraini., Zulkarnain, A.B. Prastyo, dan D.N. Adli. 2022. Kualitas Fisik Silase Rumput Gajah dan Ampas Tahu Segar dengan Penambahan Sirup Komersial Afkir. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 20(2): 73-77. <https://doi.org/10.29244/jintp.20.2.73-77>.
- Wang, D., C. Luo., C. Li., S. Zhang., N. Lu., Z. Yang., X. Yu., Z. Cao., H. Yang., S. Li, and W. Shao. 2022. Study on the Relationship between Fermentation-Accumulated Temperature and Nutrient Loss of Whole-Plant Corn Silage. *Agronomy*, 12(11): 2752.
- Wang, T., Z. Huang., N. Zhang., K. Kareem., X. Sun., C. Shang., D. Hua, and X. Wang. 2025. Effects of molasses on the quality, aerobic stability, and ruminal degradation characteristics of mixed ensilage of seed-used zucchini peel residue and corn stalk. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 159. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1560403>.
- Wang, Y. 2021. Protein and phenolic content influence on fermentation quality of legume-based silages. *Journal of Dairy Science*, 104(4): 4558–4570.

- Wilkinson, J.M and D.R. Davies. 2013. The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, 68(1): 1–19.
- Xu, D., Y. Chen., Y. Shen., J. Li., Y. Li, and X. Yang. 2017. Effect of molasses on fermentation quality and bacterial community of cassava foliage silage. *Journal of Dairy Science*, 100(12): 9658–9670.
- Yitbarek, M.B and B. Tamir. 2014. Silage additives: Review. *Open Journal of Applied Sciences*, 4(5): 258–274.
- Yuan, X., Z. Dong., S. Wang., M. Liu, and B. Zhou. 2023. Enhancing the fermentation quality and aerobic stability of sweet sorghum silage with molasses and lactic acid bacteria inoculants. *Animals*, 13(5), 897.
- Yunilas, M. Fauziah, dan I. Sembiring. 2019. Silase Kompleks Pelepah Kelapa Sawit dan Indigofera sp. dengan Probiotik MOIYL Terhadap Performa Sapi PO. *Journal of Livestock and Animal Health*, 2(1): 14-19. <https://doi.org/10.32530/jlah.v2i1.47>.
- Zi, X., Y. Liu., T. Chen., M. Li., H. Zhou, and J. Tang. 2022. Effects of sucrose, glucose and molasses on fermentation quality and bacterial community of stylo silage. *Fermentation*, 8(5): 191. <https://doi.org/10.3390/fermentation8050191>.

KUALITAS FISIK SILASE DAUN PELEPAH SAWIT SILASE YANG DISUBSTITUSI LAMTORO (*Leucaena leucochepala*) DENGAN LEVEL BERBEDA

*(Physical Quality of Oil Palm Frond Silage Substituted with Different Levels of Lamtoro (*Leucaena leucochepala*)*

Syafiq Al Afkaar^{1*}, Anwar Efendi Harahap¹, dan Dewi Ananda Mucra¹

¹Program Studi Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, Riau,
Indonesia

*E-mail korespondensi: Syafiqaa88@gmail.com

ABSTRACT

Oil palm fronds have nutritional potential as animal feed. Due to their high fiber content, fermentation into forage silage is necessary. Leucaena will be added to palm frond silage to increase its protein content. This study aims to evaluate the physical quality of the silage, including aroma, mold presence, color, texture, and pH. The research will be conducted from December 2024 to January 2025 at the Laboratory of Nutrition and Feed Technology, Faculty of Agriculture and Animal Science, Sultan Syarif Kasim Islamic State University, Riau. The study is experimental, using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and five replications: T1 = 100% palm fronds, T2 = 95% oil palm frond leaves + 5% Leucaena, T3 = 90% oil palm frond leaves + 10% Leucaena, and T4 = 85% oil palm frond leaves + 15% Leucaena. Observed parameters include aroma, mold presence, color, texture, and pH. The collected data will be analyzed using various methods with a 5% Duncan's Multiple Range Test (DMRT) for follow-up comparisons. The results showed that the Effect of Leucaena addition on oil palm frond silage had a highly significant effect ($P < 0.01$) on aroma, mold presence, color, and texture, but no significant effect ($P > 0.05$) on pH. The addition of Leucaena at varying levels to oil palm frond leaf silage improved its physical quality, with color values ranging from 3.543 to 3.450 (yellowish-green), aroma from 3.652 to 3.537 (sour), mold presence from 2.866 to 2.802 (moderate), texture from 3.780 to 3.723 (firm), and pH from 3.97 to 4.09 (good quality). The conclusion of this study is that the treatment with 95% oil palm frond + 5% (lamtoro) + 5% corn flour + 5% molasses produced the best results in terms of aroma, color, and texture compared to other treatments.

Keywords : palm fronds, silage, lamtoro, physical quality

PENDAHULUAN

Pakan merupakan hijauan makanan atau asupan yang diberikan kepada hewan ternak yang berfungsi untuk pertumbuhan, reproduksi serta kesehatan bagi hewan ternak tersebut. Ketersediaan hijauan sangat penting adanya terutama untuk ternak ruminansia, ketika musim hujan ketersediaannya tinggi bahkan berlebih sedangkan ketika musim kemarau ketersediaannya menurun, oleh karena itu diperlukan alternatif dalam penyediaan pakan hijauan, salah satunya berasal dari perkebunan pelepah sawit.

Pelepah sawit merupakan limbah hasil perkebunan kelapa sawit, cukup potensial dijadikan sebagai pengganti hijauan untuk ternak ruminansia. Produksinya melimpah seiring dengan meningkatnya areal perkebunan. Menurut Badan Pusat Statistik (2024), luas tanaman kelapa sawit di Indonesia mencapai 15.928.712 Ha, pada Provinsi Riau total luas area lahan kelapa sawit keseluruhan mencapai 3.401.607 Ha yang bersumber dari perkebunan rakyat yaitu sebesar 2.288.586 Ha, perkebunan negara yaitu 75.540 Ha dan perkebunan swasta yaitu 1.037.482 Ha. Jumlah pelepah dan daun segar di Provinsi Riau sebesar 7.823.696 ton. Berdasarkan data di atas Provinsi Riau berpotensi untuk menyediakan pakan

dari limbah perkebunan kelapa sawit berupa pelepah sawit. Kendala dalam pemanfaatan pelepah kelapa sawit adalah dengan tingginya kandungan serat yang dapat menurunkan tingkat pencernaan. Pelepah kelapa sawit mempunyai potensi nutrisi yang memungkinkan untuk digunakan sebagai pakan dengan kandungan nutrisi bahan kering 44,01%; protein kasar 4,41%; abu 10,28%; serat kasar 35,9%; lemak kasar 2,71%; BETN 46,7%; TDN 50,75%; hemiselulosa 18,28%; selulosa 25,04% dan lignin 23,72% (Afnarani, 2017). Di samping itu dengan tingginya kandungan serat dan lignin pada pelepah kelapa sawit perlu dilakukan perlakuan untuk menurunkan kandungan tersebut dengan cara fermentasi hijauan pakan ternak (silase).

Silase merupakan salah satu metode pengawetan hijauan dalam bentuk segar yang dibuat dari hijauan segar yang difermentasi secara anaerob dalam kondisi kadar air tinggi (40%-70%), sehingga hasilnya bisa disimpan tanpa merusak nilai nutrisinya (Zakariah, 2012). Kualitas silase dapat dilihat dari karakteristik fisik (Jianxin dan Guo, 2002), menyatakan bahwa kualitas fisik silase dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu warna, bau, tekstur, pH dan kadar air, seperti halnya (Lukmansyah dkk., 2009), keberhasilan pembuatan silase dipengaruhi oleh kadar air hijauan, kadar gula terlarut (karbohidrat siap pakai), jumlah bakteri penghasil asam laktat, dan kadar oksigen. Tiga hal penting agar diperoleh kondisi anaerob dalam pembuatan silase yaitu menghasilkan asam laktat, penurunan pH, mencegah masuknya oksigen ke dalam silo dan menghambat pertumbuhan jamur selama penyimpanan (Aidismen, 2014). Salah satu tambahan untuk meningkatkan protein didalam silase yaitu dengan menambahkan lamtoro.

Lamtoro merupakan salah satu tanaman yang memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 25% -35% berdasarkan bahan kering dibandingkan dengan hijauan lainnya (Ghosh dan Bandyopadhyay, 2007). Menurut Sutaryono dkk. (2023), lamtoro memiliki kandungan nutrisi diantaranya, karbohidrat 40 %, protein 25,9 %, tannin 4%, mimosin 7,17 %, kalsium 2,36%, fosfor 0,23%, dan nitrogen 4,2 %. Pemanfaatan daun lamtoro sebagai pakan ternak perlu dibatasi karena lamtoro mengandung zat anti nutrisi yaitu asam amino non protein yang disebut mimosin. Mimosin dapat menimbulkan keracunan atau gangguan kesehatan apabila dikonsumsi dalam jumlah yang banyak dan terus menerus dalam jangka waktu yang cukup lama (Kurniawan dkk., 2019). Menurut Jelantik dan Hanam (2006), menyatakan bahwa degradasi protein daun lamtoro di dalam rumen hanya 36,7% yang berarti 63,3% dari protein daun lamtoro merupakan bypass protein yang kemudian dicerna didalam usus halus dan diserap dalam bentuk asam amino.

Penambahan lamtoro dalam silase pelepah sawit diharapkan dapat meningkatkan nilai nutrisi dalam silase sebagai pakan ternak. Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian kualitas fisik silase daun pelepah sawit yang disubsitusi lamtoro (*Leucaena Leucochepala*) dengan level berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas fisik silase yang meliputi aroma, keberadaan jamur, warna, tekstur, dan pH pada silase pelepah sawit ditambah dengan leguminosa lamtoro (*Leucaena leucochepala*).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Pembuatan, pemanenan dan pengujian kualitas fisik dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2024 sampai Januari 2025.

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan silase daun pelepah kelapa sawit adalah daun pelepah sawit, lamtoro, tepung jagung, dan molases, yang diperoleh dari tempat penjualan pakan yang ada di Kota Pekanbaru. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan yang dipakai untuk pembuatan silase adalah chopper, sarung tangan, pisau, timbangan analitik, talenan, plastik, ember, isolasi, silo, kertas label, alat tulis dan alat dokumentasi

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperiment yang menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Rincian perlakuan penelitian sebagai berikut :

P1 : Daun Pelepah Sawit 100%

P2 : Daun Pelepah Sawit 95% + Lamtoro 5%

P3 : Daun Pelepah Sawit 90% + Lamtoro 10%

P4 : Daun Pelelah Sawit 85% + Lamtoro 15%

Semua perlakuan menggunakan bahan tambahan tepung jagung 5% dan molases 5% dan di fermentasi selama 21 hari. Menerangkan prosedur penelitian yang dilakukan.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Bahan Silase

Pada pembuatan silase daun pelelah sawit dan lamtoro dilakukan persiapan Pencacahan bahan yaitu pelelah sawit dan lamtoro menggunakan mesin chopper dengan estimasi ukuran 3 – 5 cm, dan butiran jagung dilakukan penghalusan menggunakan mesin grinder untuk dijadikan tepung jagung.

2. Pencampuran dan Penyimpanan Silase

Bahan ditimbang sesuai perlakuan lalu dicampur dan diaduk secara merata kemudian dimasukkan ke dalam silo yang telah diberi label sesuai perlakuan serta dilakukan pemadatan untuk meminimalkan udara yang terperangkap di dalam silo untuk menghindari terjadinya oksidasi dan silo yang udah tertutup rapat dilakban selanjutnya dilakukan fermentasi selama 21 hari.

3. Pemanenan Silase

Silase 21 hari dibuka kemudian silase akan dikeluarkan dari dalam silo untuk selanjutnya silase akan dilakukan pemeriksaan secara fisik meliputi aroma, keberadaan jamur, warna, tekstur, dan pH silase.

4. Pengujian Kualitas Fisik Oleh Penelis.

Pengujian kualitas fisik dilakukan oleh 50 panelis yang tidak terlatih meliputi aroma, keberadaan jamur, warna, tekstur, dan untuk mengetahui pH digunakan alat pH meter.

Parameter yang diamati

Penilaian kualitas fisik silase melibatkan 50 panelis tidak terlatih meliputi tekstur, warna, aroma, dan keberadaan jamur. Untuk mengukur kualitas fisik silase dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai untuk setiap kriteria silase

Kriteria	Karakteristik	Skor
Aroma	Asam	3-3,9
	Tidak asam /tidak busuk	2-2,9
	Busuk	1-1,9
Keberadaan Jamur	Tidak ada	3-3,9
	Sedikit	2-2,9
	Banyak	1-1,9
Warna	Hijau kekuningan/warnanya segar	3-3,9
	Hijau kecoklatan	2-2,9
	Coklat/kehitaman	1-1,9
Tekstur	Padat (tidak menggumpal, tidak berlendir, remah)	3-3,9
	Agak lembek (agak menggumpal, berlendir)	2-2,9
	Lembek (menggumpal, berlendir, dan berair)	1-1,9
pH	Kualitas baik	3,8-4,2
	Kualitas sedang	4,2-4,5
	Kualitas buruk	>4,5

Sumber: Marselinus dkk (2019)

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam sesuai dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Model matematika dari rancangan percobaan mengikuti model matematika Steel dan Torrie (1992);

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Nilai yang diamati

- μ = Nilai tengah populasi
 i = Pengaruh perlakuan i
 ε_{ij} = Pengaruh galat
 i = Perlakuan 1,2,3, dan 4
 j = Ulangan 1,2,3,4, dan 5

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji Anova dan jika berbeda nyata akan di uji lebih lanjut dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) menurut Steel dan Torrie (1992).

Tabel 2 Analisis Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	t-1	JKP	KTP	KTP/KTG	-	-
Galat	t (r-1)	JKG	KTG	-	-	-
Total	tr-1	JKT	-	-	-	-

Keterangan :

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{(Y_{..})^2}{r.t} \\
 \text{Jumlah Kuadrat Total (JKT)} &= \sum Y^2_{ij} - FK \\
 \text{Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)} &= \frac{\sum Y^2}{r} - FK \\
 \text{Jumlah Kuadrat Galat (JKG)} &= JKT - JKP \\
 \text{Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)} &= \frac{JKP}{t-1} \\
 \text{Kuadrat Tengah Galat (KTG)} &= \frac{JKG}{\frac{t-1}{n-t}} \\
 \text{F Hitung} &= \frac{KTP}{KTG}
 \end{aligned}$$

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji Anova dan jika berbeda nyata akan di uji lebih lanjut dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) menurut Steel dan Torrie (1992).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aroma

Tabel 3. Nilai rata-rata aroma silase daun pelepah sawit

Perlakuan	Aroma	Karakteristik
P1: DPS 100% + TJ 5% + M 5%	3,651 ^c ±0,024	Asam
P2: DPS 95% + L 5% + TJ 5% + M 5%	3,652 ^c ±0,014	Asam
P3: DPS 90% + L 10% + TJ 5% + M 5%	3,568 ^b ±0,019	Asam
P4: DPS 85% + L 15% + TJ 5% + M 5%	3,537 ^a ±0,031	Asam

Keterangan : DPS: Daun Pelepah Sawit, L : Lamtoro, TJ : Tepung Jagung, M : Molases.

Aroma: 1-1,9 (busuk), 2-2,9 (tidak asam /tidak busuk), 3-3,9 (asam)

Data yang ditampilkan adalah rata-rata ± standar deviasi

Perlakuan silase daun pelepah sawit ditambah lamtoro berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap aroma silase. Pada Tabel menunjukkan P2 memiliki nilai aroma tertinggi yaitu 3,652 dan aroma terendah pada P4 yaitu 3,537. Semua perlakuan pada silase daun pelepah sawit dikategorikan baik dengan kategori aroma asam.

Nilai P1 dan P2 memiliki nilai yang hampir sama. Hal ini diduga karena bahan yang digunakan relatif sama dan adanya produksi asam laktat selama proses fermentasi yang berasal dari bakteri pembentuk asam yang berkembang pesat yang mampu mengubah gula pada hijauan menjadi asam. Supriadi (2018) menyatakan wangi asam yang dihasilkan oleh silase disebabkan dalam proses pembuatan silase bakteri anaerob aktif bekerja menghasilkan asam organik. Herlinae (2015) juga menyatakan dalam proses pembuatan silase bakteri anaerob aktif bekerja menghasilkan asam organik yang mengeluarkan bau asam pada silase.

Aroma silase pada penelitian ini berkisar 3,652 – 3,537, lebih tinggi dibandingkan Putra dkk. (2021) dimana rata-ran nilai aroma silase daun kelapa sawit dengan penambahan bahan aditif ekstrak cairan asam laktat adalah 2. Khasanah dkk. (2016) tentang penambahan bungkil kelapa sawit dan jerami padi difermentasi mendapat nilai aroma berkisar antara 1,00-2,00 baunya masih agak asam.

Keberadaan Jamur

Tabel 4. Nilai rata-ran keberadaan jamur silase daun pelepah sawit

Perlakuan	Keberadaan jamur	Karakteristik
P1: DPS 100% + TJ 5% + M 5%	2,866 ^b ±0,038	Sedikit
P2: DPS 95% + L 5% + TJ 5% + M 5%	2,813 ^a ±0,014	Sedikit
P3: DPS 90% + L 10% + TJ 5% + M 5%	2,827 ^a ±0,016	Sedikit
P4: DPS 85% + L 15% + TJ 5% + M 5%	2,802 ^a ±0,013	Sedikit

Keterangan: DPS: Daun Pelepah Sawit, L: Lamtoro, TJ: Tepung Jagung, M: Molases.

Keberadaan Jamur: 1-1,9 (banyak), 2-2,9 (cukup), 3-3,9 (tidak ada)

Data yang ditampilkan adalah rata-ran ± standar deviasi

perlakuan silase daun pelepah sawit ditambah lamtoro berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap keberadaan jamur silase. Keberadaan jamur silase pada penelitian ini menunjukkan P1 memiliki nilai keberadaan jamur tertinggi yaitu 2,866 dan keberadaan jamur terendah pada P4 yaitu 2,802.

Keberadaan jamur pada silase ini sedikit. Hal ini bisa dikatakan bahwa silase dibuat dalam keadaan baik, dikarenakan bakteri asam laktat yang berkembang dengan baik sehingga tidak banyak jamur pada silase. Pernyataan ini sesuai dengan Zailzar *et al.* (2011) menyatakan bahwa salah satu ciri silase yang baik adalah tidak ada atau hanya sedikit tumbuhnya jamur. Herlinae dkk. (2015) menyatakan dalam proses fermentasi apabila oksigen telah habis terpakai pernapasan akan berhenti dan keadaan menjadi anaerob, sehingga pada kondisi anaerob tersebut jamur tidak akan tumbuh dan hanya bakteri pembentuk asam yang masih aktif.

Keberadaan jamur silase pada penelitian ini berkisar 2,866 – 3,802, lebih rendah dibandingkan Fauzi dkk. (2021) dimana rata-ran nilai keberadaan jamur silase pelepah sawit dengan cairan yang diinovasikan asam laktat batang pisang adalah 5. Penelitian ini lebih rendah dibanding penelitian Lendrawati dkk. (2012) tentang kualitas fermentasi silase ransum komplit berbasis hasil samping jagung, Sawit dan ubi kayu mendapatkan keberadaan jamur pada permukaan silo ditemukan 3,83%.

Warna

Tabel 5. Nilai rata-ran warna silase daun pelepah sawit

Perlakuan	Warna	Karakteristik
P1: DPS 100% + TJ 5% + M 5%	3,450 ^a ±0,008	Hijau kekuningan
P2: DPS 95% + L 5% + TJ 5% + M 5%	3,534 ^b ±0,035	Hijau kekuningan
P3: DPS 90% + L 10% + TJ 5% + M 5%	3,481 ^a ±0,017	Hijau kekuningan
P4: DPS 85% + L 15% + TJ 5% + M 5%	3,526 ^b ±0,028	Hijau kekuningan

Keterangan: DPS: Daun Pelepah Sawit, L: Lamtoro, TJ: Tepung Jagung, M: Molases.

Warna: Warna 1-1,9 (Coklat/kehitaman), 2-2,9 (Hijau kecoklatan), 3-3,9 (Hijau kekuningan/warnanya segar)

Data yang ditampilkan adalah rata-ran ± standar deviasi

Perlakuan silase daun pelepah sawit ditambah lamtoro berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap warna silase 3,534 – 3,450. Warna silase pada penelitian ini menunjukkan P2 memiliki nilai warna tertinggi yaitu 3,534 dan warna terendah pada P1 yaitu 3,450.

Perubahan warna pada setiap perlakuan menunjukkan warna hijau kekuningan. Hal ini diduga dipengaruhi oleh jenis bahan yang digunakan yaitu daun pelepah sawit. Warna silase yang baik memiliki warna yang tidak jauh berbeda dengan warna bahan bakunya yaitu daun pelepah sawit. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian Saun dan Heinrichs (2008) bahwa silase yang berkualitas baik akan

memiliki warna yang tidak jauh berbeda dari warna aslinya. Sesuai dengan pernyataan Hermanto (2011), bahwa silase yang baik adalah coklat terang dan kekuningan.

Silase pelepah sawit pada perlakuan P1, P2, P3, P4 masing-masing memiliki nilai relatif sama terhadap warna silase daun pelepah dengan karakteristik warna hijau kekuningan. Perubahan warna pada silase pelepah sawit ini diduga terjadi karena adanya pengaruh yang relatif sama dengan penambahan jenis aditif berupa berbagai bahan pakan sumber karbohidrat dan juga di pengaruhi oleh suhu pada proses ensilase. Hal ini sejalan dengan pendapat Reksohadiprodjo dkk. (1998) yang menyatakan bahwa perubahan warna yang terjadi pada tanaman yang mengalami proses ensilase disebabkan oleh proses respirasi aerobik yang berlangsung pada persediaan oksigen yang masih ada, sampai gula tanaman habis.

Warna silase pada penelitian ini berkisar 3,543 – 3,450, lebih tinggi dibandingkan Putra dkk. (2021) dimana rata-rata nilai warna silase daun kelapa sawit dengan penambahan bahan aditif ekstrak cairan asam laktat adalah 1,00 – 3,00. Warna pada penelitian ini hijau kekuningan berbeda dengan penelitian (Hasdarini dan Nurcahyo, 2023) amoniasi daun kelapa sawit menghasilkan warna coklat.

Tekstur

Tabel 6. Nilai rata-rata tekstur silase daun pelepah sawit

Perlakuan	Tekstur	Karakteristik
P1: DPS 100% + TJ 5% + M 5%	3,764 ^b ±0,017	Padat
P2: DPS 95% + L 5% + TJ 5% + M 5%	3,780 ^b ±0,017	Padat
P3: DPS 90% + L 10% + TJ 5% + M 5%	3,723 ^a ±0,014	Padat
P4: DPS 85% + L 15% + TJ 5% + M 5%	3,738 ^a ±0,026	Padat

Keterangan :DPS: Daun Pelepah Sawit, L : Lamtoro, TJ : Tepung Jagung, M : Molases.

Tekstur 1-1,9 (Lembek), 2-2,9 (Agak lembek), 3-3,9 (Padat)

Data yang ditampilkan adalah rata-rata ± standar deviasi

perlakuan silase daun pelepah sawit ditambah lamtoro berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tekstur silase 3,780 – 3,723. Tekstur silase pada penelitian ini menunjukan P2 memiliki nilai tekstur tertinggi yaitu 3,780 dan tekstur terendah pada P1 yaitu 3,723. Karakteristik padat dalam kategori silase yang baik. Hal ini diduga dipengaruhi oleh bahan pakan sumber karbohidrat yang digunakan dalam pembuatan silase. Bahan pakan sumber karbohidrat berasal dari tepung jagung dan molases Sehingga menghasilkan tekstur yang padat tapi tidak menggumpal. Hal ini sesuai dengan Raldi dkk. (2015) menyatakan tekstur fermentasi yang baik adalah sesuai dengan tekstur bahan awal dan tidak terlalu lunak. Fermentasi berkualitas baik mempunyai tekstur segar yang masih seperti bahan baku awal. Tekstur padat dan keras dihasilkan karena penurunan pH yang cepat pada proses fermentasi sehingga menekan pertumbuhan mikroba pembusuk. Hal ini sesuai pendapat Heinritz *et al.* (2012) pH yang rendah akan menyebabkan mikroba pembusuk tidak dapat tumbuh sehingga tekstur yang dihasilkan padat dan tidak berlendir.

Nilai rata-rata tekstur silase pelepah sawit dengan penambahan lamtoro pada penelitian ini berkisar antara 3,780 - 3,723 dengan karakteristik padat sesuai dengan penelitian. (Hasdarini dan Nurcahyo, 2023) amoniasi daun kelapa sawit menghasilkan tekstur padat. Putra dkk., (2021) silase daun sawit dengan penambahan ekstrak cairan asam laktat 75%, molases 25% dengan lama penyimpanan 21 hari menghasilkan silase dengan tekstur basah dan agak kasar.

pH

Tabel 7. Nilai rata-rata pH silase daun pelepah sawit

Perlakuan	pH	Karakteristik
P1: DPS 100% + TJ 5% + M 5%	4,090±0,064	Kualitas baik
P2: DPS 95% + L 5% + TJ 5% + M 5%	4,032±0,113	Kualitas baik
P3: DPS 90% + L 10% + TJ 5% + M 5%	3,970±0,090	Kualitas baik
P4: DPS 85% + L 15% + TJ 5% + M 5%	4,082±0,103	Kualitas baik

Keterangan :DPS: Daun Pelelepah Sawit, L: Lamtoro, TJ: Tepung Jagung, M: Molases, pH 3,8-4,2 (Kualitas baik), 4,2-4,5 (Kualitas sedang), > 4,5 (Kualitas buruk) Data yang ditampilkan adalah rata-ran $\pm$ standar deviasi

Perlakuan silase daun pelelepah sawit ditambah lamtoro tidak berpengaruh sangat nyata ($P>0,05$) terhadap pH silase 4,090 – 3,970, pH silase pada penelitian ini menunjukkan P1 memiliki nilai pH tertinggi yaitu 4,090 dan pH terendah pada P3 yaitu 3,970. Dengan karakteristik kualitas baik, Sesuai dengan pendapat Dzulhidayat (2022) semakin kecil nilai pH yang dimiliki silase berarti silase tersebut mempunyai kualitas yang baik.

Pada penelitian ini pH yang diperoleh dengan kualitas baik, diduga karena lama fermentasi dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri asam laktat, Hal ini sesuai dengan pernyataan. Rusdi dkk. (2021) silase dapat mencapai keadaan anaerob sehingga pertumbuhan jamur dapat ditekan dan penurunan pH tercapai. Ridwan dkk. (2005) tingkat keasaman silase sangat penting karena merupakan penilaian yang utama terhadap keberhasilan pembuatan silase, kondisi asam akan menghindarkan hijauan dari pembusukan oleh mikroba pembusuk.

Nilai rata-ran pH silase pelelepah sawit dengan penambahan lamtoro pada penelitian ini berkisar antara 4,090 – 3,970 lebih rendah dibandingkan penelitian Harahap (2014) tentang simulasi bakteri asam laktat yang diisolasi dari silase daun pelelepah sawit mendapat nilai pH 7,56. Pada penelitian (Nuraliah dan Ambarwati, 2017) tentang silase limbah organik pasar dengan tepung daun lamtoro menghasilkan pH sekitar 3,8 sampai 5,1.

KESIMPULAN

Silase daun pelelepah sawit yang ditambah lamtoro dengan level berbeda dapat meningkatkan kualitas fisik silase pelelepah sawit yaitu pada aroma 3,652 – 3,537 (asam), keberadaan jamur 2,866 – 3,802 (cukup), warna 3,543 – 3,450 (hijau kekuningan), tekstur 3,780 - 3,723 (padat) dan pH 4,090 – 3,970 (kualitas baik). Perlakuan 95% daun pelelepah sawit + 5% lamtoro + 5% tepung jagung + 5% molases memberikan hasil terbaik dilihat dari aroma, warna, dan tekstur dibanding perlakuan lainnya, sehingga direkomendasi sebagai pakan unggulan ternak ruminansia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanau Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan waktu, tenaga, pikiran serta do'a yang ditujukan kepada Bapak Dr. Anwar Efendi Harahap, S.Pt., M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan banyak waktu untuk melakukan bimbingan serta memberikan banyak saran dan masukkan sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik, Ibu Dewi Ananda Mucra, S.Pt., M.P selaku Penasehat Akademik saya, sekaligus sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, masukkan serta motivasi, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini, dan LP2M UIN Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan Hibah Pengabdian Klaster Program Studi Tahun 2024 Sehingga Penelitian ini diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidismen, Y.D.P. (2014). Sifat Fisik dan Kimia Silase Kulit Nenas (*Ananas comosus* L. Merr) dengan Penambahan Molases pada Level yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN SUSKA Riau. Pekanbaru.
- Afnarani, M. (2017). Pengaruh Jenis Inokulum (Probian dan *Phanerochaete chrysosporium*) dan Lama Fermentasi Pelapah Daun Sawit Terhadap Kecernaan Serat Kasar, Lemak Kasar, dan BETN secara in-vitro. *Skripsi*. Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Padang.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- Dzulhidayat. (2022). Karakteristik Silase Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Menggunakan Inokulan Bakteri Asam Laktat dari Cairan Rumen. *Skripsi*. Fakultas Peternakan Universitas Hassanuddin. Makassar

- Fauzi, M., Jiyanto dan P. Anwar. (2021). Pengaruh Ensilase Terhadap Kualitas Fisik Silase Pelepah Sawit Dengan Cairan yang di Inovasikan Asam Laktat Batang Pisang. *Jurnal Green Swarnadwipa*, 10(3): 397-404.
- Ghosh, M.K. and S. Bandyopadhyay. (2007). Mimosine toxicity a problem of leucaena feeding in ruminants. *Asian Journal of Anim. and Vet. Advence*, 2 (2), 63-73
- Herlinae. 2015. Karakteristik Fisik Silase Campuran Daun Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) dan Rumput Kumpai (*Hymenachne amplexicaulis*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 4(2), 80-83.
- Hermanto. (2011). Sekilas Agrobisnis Peternakan Indonesia. Konsep Pengembangan Peternakan, Menuju Peternakan Ekonomi Rakyat Serta Meningkatkan Gizi Generasi Mendatang melalui Pasokan Protein Hewani Asal Peternakan.
- Harahap, A.E. (2014). Simulasi Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Silase Daun Pelepah Sawit Pada Saluran Pencernaan Ayam. *Jurnal Peternakan*, 11(2), 43-47.
- Hasdarini, M, dan H. Nurcahyo. (2023). Pengaruh Penggunaan Teknologi Amoniasi dan Fermentasi (AMOFER) Terhadap Perubahan Fisik Dan Nutrien Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*). *Jurnal Kingdom : The Journal of Biological Studies*, 9(1), 35–44.
- Heinritz, S. N., Martens, S. D., Avila, P., dan Hoedtkke, S. (2012). The Effect of Inoculant and Sucroce Addition on the Silage Quality of Tropical Forage Legumes with Varying Ensibility. *Animal Feed Science and Technology*. 174 (3-4), 201-210.
- Jelantik I. G. N., and U. E. Hanam. (2006). Effect of supplementation and vitamin A administration on Timor cow calves during dry season in west Timor. Proc.National Seminar on communication of Results of Research in Food, Plantation and Animal Production Under Drayland Farming System. ISBN: 978-979-3466-57-3. Pp: 402-409.
- Jianxin, L dan J. Guo. (2002). *Animal Production Based on Crop Residues Chinese Experiences*. Zhejiang University SCIENCE A.
- Khasanah, N., Qomaruddin, M dan E. Susanto. (2016). Pengaruh Penambahan Bungkil Kelapa Sawit pada Jerami Padi Terfermentasi Terhadap Kualitas Fisik dan Pertambahan Bobot Badan Sapi Peranakan Limousin Fakultas Peternakan, Universitas Islam Lamongan (UNISLA)
- Kurniawan, W., T. Wahyono., N. Sandiah., H. Has., L.O. Nafiu, dan A. Napirah. (2019). Evaluasi Kualitas dan Karakteristik Fermentasi Silase Kombinasi Stay Green Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Indigofera zolingeriana Dengan Perbedaan Komposisi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 6(1), 62-69.
- Lendrawati., Nahrowi, dan M. Ridla. (2012). Kualitas Fermentasi Silase Ransum Komplit Berbasis Hasil Samping Jagung, Sawit, dan Ubi Kayu. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 14 (1), 297-302.
- Lukmansyah, D., T. Dahlika., A. Mansyur., Budiman, dan I. Hernaman. 2009. Substitusi Molases dengan Hasil Ikut Cair Industri Kecap terhadap Kualitas Rumput Gajah cv. Taiwan. *Bulletin Ilmu Peternakan dan Perikanan* (BIPP) Edisi Januari 2009.
- Marselinus, B., S. Hery, dan A.H Yuli. (2019). Pengaruh berbagai bahan aditif Terhadap kualitas fisik dan kimia silase jerami jagung (*Zea mays* L). *Jurnal Ilmu Ternak*, 19(2), 6-12.
- Nuraliah, S, dan Ambarwati, L. (2017). Kualitas Fisik Dan Kimia Silase Limbah Organik Pasar dengan Tepung Daun Lamtoro (*Leucaena leucacephala*) Sebagai Pakan Alternatif. *Jurnal SAINTeK Peternakan dan Perikanan*, 1(1), 57–64.
- Raldi, M.,Kojo, Y. R L. Rustandi, S. Tulung, S., Malalantang. (2015). Pengaruh Penambahan Dedak dan Tepung Jagung Terhadap Kualitas Fisik Silase Rumput Gajah. Fakultas Peternakan. *Skripsi*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Reksohadiprojo, S., B. Suharyanto., S. Priyono. (1998). Konsumsi bahan kering, energy dan protein terencana pucuk teh dan limbah pertanian lain pada kambing dan domba. Prosiding Seminar pemanfaatan limbah tebu ntk pakan ternak. Pusat pengembangan peternakan departemen pertanian. Bogor, 1(12), 66-73.
- Ridwan R., S. Ratnakomala., G. Kartina, dan Y. Widyastuti. (2005). Pengaruh Penambahan Dedak Padi dan Lactobacillus planlarum IBL-2 dalam Pembuatan Silase Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*). *Media Peternakan*, 28 (3), 117-123.
- Rusdi, M., A.E. Harahap, dan Elfawati. (2021). pH, Kandungan Bahan Kering dan Sifat Fisik Silase Limbah Kol dengan Berbagai Penambahan Level Dedak Padi. *Jambura Journal of Animal Science*, 4(1), 14-23.
- Steel, R.G. and Torrie, J. H. 1992. Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik.

- Penerjemah: M. Syah. Edisi Ketiga PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Supriadi, W. (2018). Pengaruh Level Legum terhadap Karakteristik Fisik Silase Campuran Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) dan Daun Turi (*Sesbania grandiflora*) dengan Additive Inhibitor Asam Formiat. Publikasi Ilmiah. Fakultas Peternakan. Universitas Mataram. Mataram.
- Sutaryono, Y. A., M. Dahlanuddin., S. Harjono, dan N. H. Sari. (2023). Introduksi Pemanfaatan Legum Lamtoro Tarramba (*Leucaena leucocephala* Cv. Tarramba) Sebagai Pakan Sumber Protein Pada Kelompok Peternak Sapi Sambik Elen Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(2), 296–301.
- Putra, A. H., P. Anwar dan Jiyanto. (2021). Kualitas fisik silase daun kelapa sawit dengan penambahan bahan aditif ekstrak cairan asam laktat. *Jurnal Green Swarnadwipa*, 10(3), 351-362.
- Zailzar, L., Sujono., Suyatno., dan Y. Ahmad. (2011). Peningkatan Kualitas dan Ketersediaan Pakan Untuk Mengatasi Kesulitan di Musim Kemarau Pada Kelompok Peternak Sapi Perah. *Jurnal Dedikasi*, 8, 16-28
- Zakariah, M. A. (2012). Teknologi fermentasi dan enzim fermentasi asam laktat pada silase. *Jurnal Peternakan*, 39(1), 1-8.

PERBEDAAN TINGKAT LANTAI TERHADAP KONDISI MIKROKLIMAT DAN RESPON FISIOLOGIS AYAM PEDAGING PADA KANDANG TERBUKA

(The Effect of Different Floor Levels on the Microclimate Conditions and Physiological Responses of Broilers in Open Houses)

Trisya Agesta Widawati^{1*}, Aleishya Quinta Aquilla¹, Getha¹, Adelina Ari Hamiyanti¹

¹Program Studi Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
JL. Veteran No.10-11, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur

*E-mail korespondensi: trisyaagestaw18@student.ub.ac.id

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the differences in microclimate conditions and physiological responses of broiler chickens in a multi-tier open house system. The research material used 150 broiler of the Cobb strain consisting of 15 pens on each tier, with each pen containing 5 birds. The method used was an experimental method with 2 treatments: T1 = lower tier and T2 = upper tier. Data were analyzed using an Independent Samples T-test and Mann-Whitney test according to the data distribution. The observed variables included temperature, humidity, heat stress index (HSI), heart rate, respiratory rate, panting, and rectal temperature. The results showed that temperature, humidity, and HSI were not significantly different ($T>0.05$) between tiers. The difference in tier level had a significant effect on heart rate, respiratory rate, and panting ($T<0.05$), with higher values observed in the upper tier, while rectal temperature was not significantly different ($T>0.05$). It is concluded that the difference in tier level in an open house system increases physiological heat stress in broiler chickens, as indicated by the increase in heart rate, respiratory rate, and panting.

Keywords : heat stress, temperature, thermoregulation

PENDAHULUAN

Ayam pedaging merupakan salah satu komoditas peternakan yang berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani masyarakat Indonesia. Ayam pedaging memiliki keunggulan yaitu pertumbuhan yang cepat, dengan masa panen yang dapat dicapai dalam waktu sekitar 35 hari. Keunggulan ini ditunjang oleh faktor genetik dan lingkungan, seperti pakan, suhu, serta manajemen pemeliharaan. Permintaan daging ayam di Indonesia terus meningkat setiap tahun karena harganya yang relatif terjangkau bagi berbagai lapisan masyarakat. Menurut Kementerian Pertanian (2024), konsumsi ayam pedaging per kapita di Indonesia meningkat signifikan, dari 3,96 kg/kapita/tahun pada 2014 menjadi sekitar 7,46 kg/kapita/tahun pada 2023 di tingkat rumah tangga. Tren ini menunjukkan peningkatan permintaan, sehingga mendorong peternak untuk mengoptimalkan hasil produksi melalui manajemen pemeliharaan yang lebih efisien.

Performa ayam pedaging sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kandang, sehingga keberhasilan pemeliharaan bergantung pada kandang yang digunakan, khususnya terkait suhu, kelembapan, dan sirkulasi udara yang harus diperhatikan dengan baik. Suhu yang baik dan optimum untuk pertumbuhan ayam pedaging berada pada kisaran 20°C hingga 24°C, sedangkan suhu rata-rata di Indonesia mencapai 28°C hingga 32°C, melebihi batas toleransi termal ayam pedaging (Fattah dkk., 2023). Ketidaksesuaian suhu dan lingkungan dapat menyebabkan *heat stress*. *Heat stress* merupakan suatu cekaman yang disebabkan karena suhu dan kelembapan pada kandang melebihi zona nyaman (Putra dkk., 2017). Kondisi heat stress sering dialami oleh peternak unggas, khususnya di Indonesia saat musim kemarau atau cuaca sedang panas tinggi. Jika tidak mampu beradaptasi dengan kondisi ekstrem, maka fungsi metabolisme, produksi, dan tingkat kelangsungan hidupnya dapat terganggu.

Peternak ayam pedaging di Indonesia umumnya menggunakan kandang sistem terbuka karena lebih hemat dari segi biaya pembangunan dan operasional. Sistem ini memungkinkan pertukaran udara secara alami tanpa menggunakan peralatan pendingin tambahan. Untuk menghemat lahan dan meningkatkan kapasitas produksi, banyak peternakan menerapkan kandang sistem terbuka bertingkat. Penerapan sistem ini menimbulkan perbedaan kondisi lingkungan mikro pada tiap tingkat kandang yang berpotensi memengaruhi kenyamanan dan performa ayam. Tingkat lantai pada kandang terbuka memiliki perbedaan suhu dan kelembapan (Sultan dkk., 2021). Kondisi iklim mikro mencakup suhu, kelembapan, kecepatan angin, kualitas udara dan radiasi matahari di dalam kandang (Suherman dkk., 2017). Ayam pedaging yang ditempatkan dalam kondisi lingkungan terkendali yang memenuhi kebutuhan fisiologisnya dapat tumbuh dan berkembang lebih optimal. Fluktuasi perubahan kondisi iklim mikro lingkungan berdampak pada respon fisiologis ternak (Ghiardien dkk., 2017). Perbedaan tinggi lantai pada kandang bertingkat dapat menyebabkan variasi kondisi iklim mikro. Lantai atas umumnya memiliki suhu lebih rendah dan sirkulasi udara lebih baik dibandingkan lantai bawah. Suhu rata-rata lantai bawah lebih tinggi dibandingkan lantai atas akibat akumulasi panas tubuh ayam, fermentasi kotoran, dan ventilasi yang terbatas di bagian bawah kandang (Sarjana et al., 2024). Ketidakseimbangan ini dapat berdampak pada respons fisiologis ayam seperti suhu rektal, frekuensi pernapasan, detak jantung, serta perilaku panting. Indikator terjadinya cekaman atau ketidaknyamanan pada ayam pedaging yaitu semakin tinggi suhu rektalnya (Qurniawan dkk., 2016). Sesuai dengan Mancinelli *et al.* (2023), dalam kondisi *heat stress*, ayam menghabiskan lebih banyak waktu untuk beristirahat, minum, dan panting serta lebih sedikit waktu untuk makan, berjalan, dan berdiri. Parameter tersebut merupakan indikator penting dalam mengidentifikasi tingkat stres panas dan kesejahteraan ayam.

Penelitian tentang kandang bertingkat pada ayam pedaging telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti Sultan dkk. (2021) dan Dharmawan dkk. (2016), namun fokus utamanya pada aspek performa produksi seperti konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, dan efisiensi pakan. Kajian mengenai perbedaan respon fisiologis ayam, seperti detak jantung, frekuensi pernapasan, panting dan suhu rektal pada masing-masing tingkat lantai, belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang mengkaji pengaruh perbedaan tingkat lantai terhadap kondisi iklim mikro dan respons fisiologis ayam pedaging pada kandang terbuka. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar untuk perbaikan sistem pemeliharaan yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di kandang terbuka bertingkat berlokasi di Desa Codo, Kecamatan Wajak, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September 2025 selama 35 hari..

Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan ayam pedaging strain Cobb grade platinum sebanyak 150 ekor tanpa membedakan jenis kelamin (uniseks). Ayam dibagi ke dalam 30 unit percobaan, masing-masing unit terdiri dari 5 ekor ayam, dengan 15 unit di lantai bawah dan 15 unit di lantai atas. Penelitian ini menggunakan kandang terbuka bertingkat dengan ukuran kandang 5×5 meter dengan ukuran masing-masing sekat 1×1×0,5 meter. Ayam dipelihara secara bersama di lantai satu pada umur 1-14 hari, kemudian dipindahkan ke unit percobaan pada umur 15 hari. Peralatan yang digunakan meliputi tempat pakan, tempat minum, tirai, alat disinfeksi, gasolek, timbangan digital, thermohyrometer, termometer, dan stetoskop. Penelitian ini menggunakan complete feed dengan kode BR 0 yang diproduksi PT. De Heus dan BR 1 yang diproduksi PT. Sreeya. Pemberian air minum secara *ad libitum*.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan dua perlakuan, yaitu ayam pedaging yang dipelihara di lantai bawah dan lantai atas kandang terbuka bertingkat. Adapun perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut:

- P1: Ayam dipelihara di lantai bawah
- P2: Ayam dipelihara di lantai atas

Variabel Penelitian

Variabel yang diamati meliputi:

1. Suhu
Suhu diukur menggunakan menggunakan *thermohygrometer* yang dipasang pada petak di dalam kandang pada ketinggian 50 cm di atas lantai kandang. Data diambil tiga kali sehari yaitu, pukul 06.00, 12.00 dan 18.00 WIB.
2. Kelembapan
Kelembapan diukur menggunakan menggunakan *thermohygrometer* yang dipasang pada petak di dalam kandang pada ketinggian 50 cm di atas lantai kandang. Data diambil tiga kali sehari yaitu, pukul 06.00, 12.00 dan 18.00 WIB.
3. *Heat Stress Index*
Nilai *heat stress index* penelitian ini dihitung menggunakan rumus yang diadaptasi dari Yasa dkk.(2019), yaitu:
$$HSI = \text{Suhu } (^{\circ}\text{F}) + \% \text{ Kelembapan}$$
4. Detak Jantung
Frekuensi detak jantung diperoleh dengan cara menempelkan stetoskop pada bagian dada kiri pedaging, sehingga terdengar detak jantungnya yang dihitung selama 1 menit (Dewanti dkk., 2014).
5. Frekuensi Pernapasan
Frekuensi pernapasan dihitung dengan cara menghitung pergerakan thorax atau mengamati kembang kempisnya perut selama 1 menit (Dewanti dkk., 2014).
6. Suhu Rektal
Suhu rektal diukur dengan thermometer digital. Pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan 1/3 bagian thermometer ke dalam rektal ayam sampai thermometer berbunyi (Imelda dkk., 2014).
7. *Panting*
Pengukuran *panting* dilakukan dengan cara menghitung frekuensi pembukaan dan penutupan paruh yang cepat (napas tersengal) selama satu menit, yang diamati secara langsung (Nagari dan Sunarno, 2022).

Prosedur Penelitian

Persiapan kandang dilakukan dengan pembersihan dan desinfeksi untuk memutus rantai penyakit. Kandang disekat menjadi 15 petak per lantai dengan alas sekam, serta dilengkapi tempat pakan, minum, lampu, dan pemanas (*gasolec*). Pemanas dihidupkan 24 jam sebelum DOC datang. Pemeliharaan dilakukan selama 35 hari. DOC ditimbang dan dihitung keseragamannya, kemudian ditempatkan dalam kandang brooding di lantai 1 hingga umur 14 hari dengan suhu 31–32°C. Air minum dengan vitamin serta pakan diberikan secara *ad libitum*. Pemindahan ke kandang penelitian dilakukan pada umur 15 hari untuk pengamatan parameter fisiologis. Pengukuran mikroklimat dilakukan setiap hari pada pukul 06.00, 12.00, 18.00, dan 00.00 WIB. Pengambilan data fisiologis (detak jantung, frekuensi pernapasan, suhu rektal dan *panting*) dilakukan sekali per minggu pada kondisi suhu ekstrem pukul 11.00–13.00 WIB.

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik sesuai dengan distribusi datanya. Data yang berdistribusi normal dianalisis menggunakan uji Independent Samples T-test, sedangkan data yang tidak berdistribusi normal dianalisis menggunakan Uji Mann–Whitney

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikroklimat Kandang

Suhu dan kelembapan kandang merupakan salah satu faktor lingkungan yang paling berpengaruh dalam pemeliharaan ayam pedaging. Pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan setiap hari pada jam 06.00, 12.00, dan 18.00 WIB. Data hasil pengukuran suhu udara dan kelembapan dalam kandang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Berdasarkan hasil pengukuran suhu udara, rata-rata suhu pada lantai 1 sebesar 23,72 °C, sedangkan pada lantai 2 sebesar 23,31 °C. Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa tidak

terdapat perbedaan suhu yang signifikan antara kedua lantai secara keseluruhan ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa suhu udara rata-rata lantai 1 sama dengan lantai 2. Perbedaan suhu pada kandang ayam dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti metabolisme ayam pedaging, tipe lantai, dan fermentasi sekam (Sultan dkk., 2023). Posisi dan konstruksi kandang sangat memengaruhi kondisi mikroklimat di dalamnya, karena arah angin dan paparan sinar matahari dapat menyebabkan perbedaan suhu, kelembapan, serta kualitas udara (Kic, 2016). Hasil penelitian Sarjana *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa lantai 3 memiliki kondisi mikroklimat dan kualitas udara yang lebih baik dibandingkan lantai 1 dan lantai 2, karena berada pada posisi yang lebih tinggi sehingga sirkulasi udara dan ventilasi lebih optimal. Pengaruh kecepatan angin dan kelembapan udara pada kondisi makroklimat di pagi dan malam hari dapat menyebabkan naiknya suhu di dalam kandang (Endraswati dkk., 2019). Suhu di dalam kandang dipengaruhi oleh radiasi matahari yang diserap atap, diubah menjadi panas, lalu dipancarkan ke dalam ruangan melalui radiasi gelombang panjang yang menjadi sumber utama peningkatan suhu kandang (Nuriyasa dkk., 2015).

Tabel 1. Rataan Suhu Udara (°C) pada Berbagai Tingkat Lantai

Lantai	Suhu Udara (°C)			Rata-rata
	Jam 06.00	Jam 12.00	Jam 18.00	
Lantai 1	20,88 ±1,40	26,06 ± 1,04	24,23 ±0,80	23,72 ± 0,77
Lantai 2	19, 70 ±1,41	26,99 ±1,13	23,23 ±0,95	23,31 ± 0,79

Berdasarkan hasil pengukuran suhu udara, rata-rata suhu pada lantai 1 yaitu 23,95°C dan lantai 2 sebesar 23,30°C. Suhu tertinggi tercatat pada siang hari, yaitu 26,73°C pada lantai 1 dan 26,96°C pada lantai 2. Secara keseluruhan, rentang suhu di kedua lantai masih berada dalam kisaran suhu nyaman bagi ayam pedaging yaitu 21–28°C (Soliman *and* Safwat, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi mikroklimat kandang tergolong baik dan mendukung kenyamanan termal ayam pedaging. Suhu lingkungan yang melebihi suhu nyaman ayam dapat meningkatkan suhu tubuh unggas dan memicu stres akibat meningkatnya kebutuhan energi untuk proses pelepasan panas (Omomowo *and* Falayi, 2021).

Tabel 2. Rataan Kelembapan (%) pada Berbagai Tingkat Lantai

Lantai	Kelembapan (%)			Rata-rata
	Jam 06.00	Jam 12.00	Jam 18.00	
Lantai 1	88,42 ± 4,07	73,52 ± 5,27	82,90 ± 5,87	81,61 ± 4,03
Lantai 2	91,33 ± 3,79	71,45 ± 5,26	84,16 ± 6,50	82,31 ± 4,08

Berdasarkan hasil pengukuran kelembapan udara, rata-rata kelembapan pada lantai 1 sebesar 81,61%, sedangkan pada lantai 2 sebesar 82,31%. Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kelembapan yang signifikan antara kedua lantai secara keseluruhan ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa kelembapan rata-rata lantai 1 sama dengan lantai 2. Kelembapan udara menunjukkan jumlah uap air yang terkandung di dalam udara. Semakin tinggi kelembapan, semakin rendah kemampuan udara untuk menyerap uap air tambahan. Kondisi ini menandakan bahwa ketika kelembapan melebihi batas optimal, ternak akan mengalami kesulitan dalam melepaskan panas tubuh berlebih (Astuti dan Jaiman, 2019). Kelembapan udara di dalam kandang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain aktivitas respirasi ternak, sumber air minum, serta kotoran yang dihasilkan oleh ternak (Dharmawan dkk., 2016).

Kelembapan ideal pada kandang ayam pedaging umumnya berada dalam kisaran 50-70% (Nalendra dan Waspada, 2021). Kondisi kelembapan udara yang ideal dalam kandang ayam sebaiknya berada di bawah 70%. Jika melebihi batas tersebut, ayam dapat mengalami gangguan fisiologis (Dameanti dkk., 2020). Suhu dan kelembapan saling berkaitan dalam menciptakan lingkungan kandang yang nyaman bagi ayam (Ferreira *et al.*, 2024). Berdasarkan data pada Tabel 2, kelembapan udara di kedua lantai berada di atas rata-rata. Kelembapan tertinggi terjadi pada pagi hari di lantai 2 sebesar 91,33%, sedangkan terendah pada siang hari di lantai 2 sebesar 70,83%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu siang hari menyebabkan penurunan kelembapan udara di dalam kandang. Semakin rendah suhu udara dalam kandang, maka semakin meningkat kelembapan udara dalam kandang (Suherman dkk., 2017). Pada pagi

dan malam hari, suhu lingkungan luar yang lebih rendah menyebabkan udara dingin dan lembap masuk ke dalam kandang. Udara tersebut membawa uap air yang meningkatkan kelembapan di dalam kandang, sekaligus menurunkan suhu udara (Endraswati dkk., 2019). Komponen makroklimat seperti radiasi matahari, suhu, dan kecepatan angin pada siang hari cenderung tinggi. Kondisi ini dapat menyebabkan angin membawa panas dari luar ke dalam kandang, sehingga suhu di dalam meningkat dan kelembapan udara menurun. Suhu lingkungan yang tinggi dapat meningkatkan laju penguapan air, sehingga menyebabkan penurunan kelembapan udara (Qurniawan dkk., 2016).

Heat Stress Index

Data hasil penelitian mengenai pengaruh tingkat lantai terhadap *heat stress index* ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan HSI pada Berbagai Tingkat Lantai

Lantai	Heat Stress Index			Rata-rata
	Jam 06.00	Jam 12.00	Jam 18.00	
Lantai 1	158,01 ± 5,01	152,44 ± 4,68	158,52 ± 5,32	156,32 ± 4,40
Lantai 2	158,80 ± 5,46	152,04 ± 4,52	157,98 ± 5,62	156,28 ± 4,26

Berdasarkan hasil pengukuran *heat stress index*, rata-rata HSI pada lantai 1 sebesar 153,32, sedangkan pada lantai 2 sebesar 156,28. Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan HSI yang signifikan antara kedua lantai ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat *heat stress* di lantai 1 sama dengan lantai 2. HSI digunakan untuk mengukur tingkat stres panas pada ayam pedaging. Perbedaan suhu dan kelembapan akan berkorelasi dengan perbedaan nilai *heat stress index*. Ayam mulai mengalami stres panas pada nilai HSI di atas 150. Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai HSI pada kedua lantai berada dalam kisaran 155-160, yang menyebabkan terjadinya penurunan *feed intake*, peningkatan *water intake*, dan penurunan *performance* (Ustomo, 2016 dalam Yasa dkk., 2019). Ayam pedaging menunjukkan respons fisiologis dan perilaku yang berbeda ketika mengalami suhu dan kelembapan tinggi, di mana stres panas dapat memicu penurunan produktifitas (Syaefullah dkk., 2021).

Perbedaan nilai HSI antar lantai disebabkan oleh perbedaan distribusi panas di dalam kandang. Lantai 1 memiliki suhu lingkungan yang lebih tinggi dan kelembapan yang relatif stabil dibandingkan lantai 2. Hal ini dapat terjadi karena akumulasi panas yang terperangkap di lapisan bawah akibat proses fermentasi *litter*, aktivitas metabolik ayam, serta sirkulasi udara yang kurang optimal. *Feses* yang diserap oleh *litter* akan mengalami proses fermentasi yang menghasilkan gas amonia dan metana yang dapat menyebabkan meningkatnya suhu udara kandang yang disebabkan kontak langsung antara tanah dan *litter* (Sultan dkk., 2023). Suhu dalam kandang merupakan gabungan panas lingkungan berasal dari radiasi matahari dan panas metabolisme dalam tubuh ayam yang dilepaskan ke lingkungan (Qurniawan dkk., 2016). *Heat stress* pada unggas ditunjukkan melalui perubahan perilaku seperti *panting*, meningkatnya konsumsi air minum, menurunkan sayap, tampak gelisah, lebih sering mandi debu, serta mencari tempat yang lebih sejuk (Wahyuda dkk., 2023). Tingkah laku tersebut dilakukan ayam sebagai upaya dalam proses adaptasi lingkungan. Perubahan tingkah laku ayam tetap mengakibatkan gangguan fisiologis dalam tubuh terutama peningkatan kebutuhan energi.

Respon Fisiologis

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan tingkat lantai berpengaruh nyata terhadap detak jantung, frekuensi pernapasan, dan *panting* ($P < 0,05$) dengan nilai lebih tinggi pada lantai atas, sedangkan suhu rektal tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Pengaruh tingkat lantai terhadap detak jantung, frekuensi pernapasan, *panting*, dan suhu rektal dapat dilihat pada Tabel 4.

Lantai	Variabel			
	Respon Fisiologis			Tingkah Laku
	Detak Jantung (kali/menit)	Frekuensi Pernapasan (kali/menit)	Suhu Rektal (°C)	<i>Panting</i> (kali/menit)
Lantai 1	298,14 ± 3,84 ^a	63,72 ± 9,25 ^a 68,23 ± 12,93 ^b	39,41 ± 0,32 ^a	39,41 ± 0,32 ^a 8 ± 6,24 ^a

Lantai 2	307,53 ± 335 ^b	39,511 ± 0,27 ^a	12 ± 12,49 ^b

Tabel 4. Pengaruh Perbedaan Tingkat Lantai terhadap Respon Fisiologis dan Tingkah Laku Ayam

Keterangan :^{a-b} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05)

Detak Jantung

Berdasarkan hasil pengukuran detak jantung yang ditampilkan pada Tabel 4, rata-rata pada lantai 1 sebesar 298,14 kali/menit, sedangkan pada lantai 2 sebesar 307,53 kali/menit. Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua lantai (P < 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa detak jantung pada lantai 2 lebih tinggi daripada lantai 1. Detak jantung pada lantai 1 masih berada dalam kisaran normal, 150-304 kali per menit (Swenson, 1997 dalam Hakim dkk., 2021). Detak jantung ayam pada lantai 2 sedikit melebihi kisaran normal tersebut. Peningkatan detak jantung pada lantai 2 menunjukkan adanya respons fisiologis terhadap kondisi iklim mikro yang berbeda antar lantai. Pengukuran dilakukan pada siang hari ketika suhu lingkungan meningkat. Suhu pada lantai 2 tercatat lebih tinggi dibandingkan lantai 1 karena posisi lantai 2 menerima paparan sinar matahari secara langsung. Paparan panas tersebut menyebabkan ayam meningkatkan frekuensi detak jantung untuk mempercepat sirkulasi darah dan membantu proses pengeluaran panas tubuh.

Frekuensi detak jantung dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu lingkungan, ransum, dan aktivitas ayam (Zurriyati dan Dahono, 2013 dalam Wijaya dkk., 2021). Semakin tinggi suhu lingkungan, maka suhu tubuh unggas juga akan meningkat. Peningkatan suhu tubuh tersebut membuat darah membawa lebih banyak panas menuju jantung. Mekanisme ini merupakan salah satu cara tubuh unggas untuk menyebarkan panas atau melakukan proses pendinginan (Hakim dkk., 2021). Suhu lingkungan yang panas dapat meningkatkan aktivitas sistem kardiovaskular ayam sebagai respons terhadap *heat stress*. Peningkatan detak jantung bertujuan untuk mempercepat sirkulasi darah dan membantu proses pembuangan panas tubuh ke lingkungan. Semakin tinggi suhu kandang, semakin tinggi pula beban panas yang diterima ayam sehingga frekuensi detak jantung meningkat untuk menjaga keseimbangan suhu tubuh (Fathan dkk., 2023). Jenis kelamin, usia, *strain*, dan bobot ayam, memengaruhi laju peningkatan suhu inti tubuh sebagai respons terhadap stres panas (Apalowo *et al.*, 2024). Detak jantung merupakan salah satu indikator fisiologis yang sensitif terhadap perubahan suhu lingkungan. Ketika ayam mengalami stres panas, sistem saraf simpatis akan merangsang peningkatan kerja jantung untuk memperlancar aliran darah ke permukaan kulit, membantu proses pengeluaran panas. Kemampuan ayam pedaging beradaptasi terhadap tekanan lingkungan berlangsung melalui mekanisme pensinyalan di dalam sel yang menyebabkan perubahan pada pola ekspresi gen. Paparan panas berlebih dapat menstimulasi ekspresi gen *heat shock* protein 70 (HSP70) yang berfungsi penting dalam respons terhadap stres panas. Protein yang dihasilkan dari ekspresi gen tersebut berperan dalam meningkatkan termoregulasi, yaitu kemampuan tubuh mempertahankan suhu tetap stabil agar kondisi fisiologis ayam tetap berada dalam keadaan homeostasis. (Nagari dan Sunarno, 2022).

Frekuensi Pernapasan

Berdasarkan hasil pengukuran frekuensi pernapasan yang ditampilkan pada Tabel 4, rata-rata pada lantai 1 sebesar 63,73 kali/menit, sedangkan pada lantai 2 sebesar 68,23 kali/menit. Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua lantai (P < 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi pernapasan pada lantai 2 lebih tinggi daripada lantai 1. Frekuensi napas normal pada ayam berkisar antara 18-23 kali per menit (Frantz, 1993 dalam Hakim dkk., 2021). Berdasarkan data pada Tabel 4, didapatkan rata-rata frekuensi napas berada di atas kisaran normal. Frekuensi pernapasan dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, umur, dan aktivitas tubuh (Hapsari dkk., 2016). Perbedaan frekuensi pernapasan antara kedua lantai juga dipengaruhi oleh kondisi suhu pada waktu pengukuran, terutama siang hari ketika suhu lingkungan mencapai titik tertinggi. Pada waktu tersebut, hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu pada lantai 2 lebih tinggi dibandingkan lantai 1, sehingga memberikan beban panas yang lebih besar kepada ayam. Unggas menggunakan mekanisme aktif yang disebut kehilangan panas evaporatif untuk menghilangkan panas ketika mengalami stres panas. Proses ini melibatkan pertukaran panas dengan lingkungan eksternal melalui kantung udara, yang menyebabkan peningkatan frekuensi pernapasan (Wu *et al.*, 2023).

Frekuensi pernapasan yang tinggi pada penelitian ini juga disebabkan oleh kelembapan udara yang relatif tinggi. Kelembapan udara rata-rata pada kandang berkisar antara 81,61-82,31%. Kelembapan ideal pada kandang ayam pedaging umumnya berada dalam kisaran 50-70% (Nalendra dan Waspada,

2021). Kelembapan lingkungan yang tinggi akan mengakibatkan gangguan pernapasan pada ayam. Kelembapan udara yang terlalu tinggi mengakibatkan air di udara akan tinggi. Hal ini menyebabkan gangguan pernapasan pada ayam (Sahranisa dan Siagian, 2025). Saat temperatur 30,2°C dan kelembapan 89,0% frekuensi pernafasan meningkat menjadi 39 kali per menit dan akan meningkat seiring laju suhu lingkungan dan kelembapan (Hapsari dkk., 2016). Frekuensi pernapasan yang meningkat pada lantai 2 mencerminkan aktivasi mekanisme termoregulasi untuk mempertahankan suhu tubuh. Panas yang diterima tubuh ayam akan diteruskan ke sistem saraf yang mengatur keseimbangan antara produksi dan pelepasan panas. Panas tersebut kemudian dialirkan melalui darah ke jantung, paru-paru, dan permukaan tubuh untuk dikeluarkan melalui radiasi, konveksi, dan konduksi. Ketika mekanisme ini tidak lagi efektif, ayam akan menggunakan mekanisme evaporasi melalui peningkatan frekuensi pernapasan sebagai upaya utama melepaskan panas tubuh (Bligh, 1985 dalam Sundari dkk., 2015).

Suhu Rektal

Berdasarkan hasil pengukuran suhu rektal, rata-rata pada lantai 1 sebesar 39,41°C, sedangkan pada lantai 2 sebesar 39,51°C. Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua lantai ($P > 0,05$). Kisaran suhu rektal pada penelitian berada pada di bawah standar, sehingga masih dikatakan normal. Suhu rektal ayam dalam kondisi normal berkisar antara 40,5–41,5 °C (Candido *et al.*, 2020). Ayam merupakan hewan *homeoterm* yang mempertahankan suhu tubuhnya pada kondisi normal dengan cara termoregulasi (Hakim dkk., 2021). Perubahan suhu rektal merupakan salah satu pengaruh dari mekanisme termoregulasi yang dilakukan dalam rangka mempertahankan suhu tubuhnya (Aryani dkk., 2021). Rata-rata frekuensi detak jantung, frekuensi pernapasan, dan *panting* yang lebih tinggi di lantai 2 pada penelitian membuktikan bahwa adanya upaya dari sistem termoregulasi untuk mempertahankan suhu rektal agar tetap berada dalam kisaran normal. Kemampuan adaptasi ayam terhadap panas juga sangat mempengaruhi respon fisiologis ayam. Pada penelitian ayam diduga memiliki kemampuan adaptasi terhadap panas yang baik sehingga ayam tetap dapat mempertahankan suhu tubuhnya dalam keadaan normal. Melalui mekanisme termoregulasi, hipotalamus akan menghambat pembentukan TRH (*thyroid releasing hormon*) dan TSH (*thyroid stimulating hormon*) sehingga hormon tiroid tidak banyak dihasilkan. Hal tersebut menyebabkan metabolisme menurun yang berdampak pada penurunan produksi panas (Saleh dan Erwan, 2016).

Faktor lingkungan juga memberikan kontribusi penting dalam menjaga kestabilan suhu tubuh inti ayam, khususnya melalui pengaruh kecepatan angin dan ventilasi pada kandang terbuka. Hal ini sejalan dengan pernyataan Nuriyasa (2017) bahwa semakin tinggi kecepatan angin, maka makin cepat pula proses pengantaran panas dari tubuh ayam karena molekul udara mengabsorpsi panas melalui kontak langsung dan mengalirkannya ke lingkungan. Kondisi ini membantu mengurangi beban panas yang diterima ayam, terutama pada lantai atas yang cenderung memiliki suhu lebih tinggi. Pada penelitian Hakim dkk. (2021), ayam yang dipelihara pada suhu lingkungan 34°C menunjukkan suhu rektal mencapai 42°C. Hal tersebut disebabkan oleh suhu lingkungan pemeliharaan ayam yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu ideal untuk pemeliharaan, yaitu berkisar antara 21–27°C. Peningkatan suhu lingkungan merupakan salah satu stresor utama yang secara langsung memengaruhi suhu tubuh ayam (Tamzil dkk., 2022).

Panting

Berdasarkan hasil pengukuran *panting* yang ditampilkan pada Tabel 4, rata-rata pada lantai 1 sebesar 8 kali/menit, sedangkan pada lantai 2 sebesar 12 kali/menit. Berdasarkan uji normalitas, data tidak berdistribusi normal dengan nilai, maka untuk mengetahui perbedaan rata-rata kedua kelompok dilakukan uji *Mann-Whitney* sebagai alternatif uji *Independent Sample T Test*. Berdasarkan hasil uji didapatkan nilai signifikansi ($P < 0,05$) yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua lantai. Frekuensi *panting* lantai 2 lebih tinggi dari lantai 1. *Panting* merupakan respon termoregulasi ayam ketika mengalami peningkatan suhu lingkungan. Ayam tidak memiliki kelenjar keringat sehingga pada kondisi suhu lingkungan yang tinggi, keseimbangan suhu tubuh dipertahankan dengan menyesuaikan antara produksi panas dan pelepasan panas. Proses pelepasan panas dapat terjadi melalui radiasi, konduksi, dan konveksi yang termasuk mekanisme *sensible heat loss* melalui permukaan tubuh. Apabila mekanisme tersebut tidak mampu mengatasi tekanan panas, maka tubuh akan beralih pada proses evaporasi sebagai bentuk *insensible heat loss*. *Panting* berperan sebagai mekanisme utama evaporasi melalui saluran pernapasan untuk membantu menurunkan suhu tubuh ketika terjadi peningkatan suhu lingkungan (Aryani dkk., 2021). *Panting* yang ekstrem dan tidak terkontrol dalam kondisi stres panas pada unggas berkontribusi terhadap penurunan ketersediaan kalsium dan tekanan karbon dioksida. Hal tersebut

mengakibatkan kadar pH darah meningkat, menyebabkan alkalosis pernapasan yang mengakibatkan kerusakan tulang dan kepincangan (Ahmad *et al.*, 2022)

Dalam penelitian Nagari dan Sunarno (2022), frekuensi *panting* pada ayam pedaging selama penelitian menunjukkan variasi berdasarkan waktu pengamatan. Rata-rata frekuensi *panting* yang tercatat pada pagi hari yaitu 14 ± 2 kali, pada siang hari sebesar 15 ± 0 kali, dan pada sore hari sebanyak 13 ± 3 kali. Suhu lingkungan rata-rata yang tercatat selama waktu tersebut masing-masing adalah 29°C pada pagi dan siang hari, serta $27,6^{\circ}\text{C}$ pada sore hari. Data ini menunjukkan bahwa *panting* terjadi paling sering pada siang hari saat suhu mencapai puncaknya. Kondisi iklim yang berbeda antar lantai dapat menjadi faktor utama yang memengaruhi respons *panting* pada ayam. Lantai atas pada kandang terbuka lebih terpapar panas lingkungan karena akumulasi radiasi matahari dan posisi yang lebih dekat dengan sumber panas atap. Kelembapan dapat memengaruhi efektivitas pelepasan panas tubuh melalui *panting*. Ayam tidak mampu bertahan dalam kondisi suhu tinggi yang disertai kelembapan tinggi. Kondisi tersebut dapat menyebabkan *heat exhaustion* lebih cepat terjadi dan berisiko menyebabkan kematian, terutama pada ayam dengan bobot tubuh lebih besar (Suganya *et al.*, 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian, disimpulkan bahwa tingkat lantai kandang memengaruhi respons fisiologis ayam pedaging. Ayam pada lantai 2 memiliki detak jantung, frekuensi pernapasan, dan panting lebih tinggi dibandingkan lantai 1, sedangkan suhu rektal tidak menunjukkan perbedaan antar lantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R., Yu, Y.H., Hsiao, F.S.H., Su, C.H., Liu, H.C., Tobin, I., Zhang, G. and Cheng, Y.H. (2022). Influence of heat stress on poultry growth performance, intestinal inflammation, and immune function and potential mitigation by probiotics. *Animals*, 12(17), 1-17. <https://doi.org/10.3390/ani12172297>
- Astuti, F.K. dan Jaiman, E. (2019). Perbandingan pertambahan bobot badan ayam pedaging di cv arjuna grup berdasarkan tiga ketinggian tempat yang berbeda. *Jurnal Sains Peternakan*, 7 (2), 75-90.
- Apalowo, O. O., Ekunseitan, D. A., and Fasina, Y. O. (2024). Impact of heat stress on broiler chicken production. *Poultry*, 3(2), 107-128. <https://doi.org/10.3390/poultry3020010>
- Candido, M. G. L., Tinôco, I. F. F., Albino, L. F. T., Freitas, L. C. S. R., Santos, T. C., Cecon, P. R. and R. S. Gates. (2020). Effects of heat stress on pullet cloacal and body temperature. *Poultry Science*, 99, 2469-2477. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.062>
- Dameanti, FNAEP, Firdaus, MA, Titisari, N., Aditya, S., dan Guritno, I. (2020). Pengaruh faktor lingkungan terhadap produktivitas telur ayam kampung unggulan balitbangtan (KUB) fase layer. *Jurnal Medik Dokter Hewan*, 3 (2), 166-172. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol3.iss2.2020.166-172>
- Dewanti, A.C., Santosa, P.E. dan Nova, K. (2014). Pengaruh berbagai jenis bahan serasah terhadap respon fisiologis broiler fase finisher di kandang tertutup. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 2 (3), 81-87.
- Dharmawan, R., Prayogi, H.S. dan Nurgiartiningsih, V.M.A. (2016). Penampilan produksi ayam pedaging yang dipelihara pada lantai atas dan lantai bawah. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26 (3), 27-37. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2016.026.03.05>
- Endraswati, A., Mahfudz, L.D, dan Sarjana, T.A. (2019). Kontribusi faktor iklim di luar kandang terhadap perubahan iklim kandang tertutup dengan panjang yang berbeda pada periode brooder di musim kemarau. *Jurnal Agripet*, 19 (1), 59-67.
- Fathan, S., Baderan, I. K., Gubali, S. I., dan Dako, S. (2023). Status fisiologi ayam kampung super akibat perbedaan cahaya penerangan. *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*, 2(1), 19-28.
- Fattah, A.H., Faridah, R., Amalia, A.H.N. dan Khaeruddin, K. (2023). Pengaruh pengaturan suhu dan kelembapan di kandang closed house terhadap performa broiler. *Musamus Journal of Livestock Science*, 6 (1), 12-20. <https://doi.org/10.35724/mjls.v6i1.5305>
- Ferreira, J.C., Campos, A.T., Ferraz, P.F.P., Bahuti, M., Junior, T.Y., Silva, J.P.D. and Ferreira, S.C., (2024). Dynamics of the thermal environment in climate-controlled poultry houses for broiler chickens. *AgriEngineering*, 6(4), 3891-3911. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6040221>

- Ghiardien, A., Purwanto, B.P. dan Atabany, A. (2017). Respon fisiologi sapi perah laktasi dengan substitusi pakan pelepah sawit dengan jumlah yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4 (3), 350-355.
- Hakim, L., Nova, K., Santosa, P.E. dan Riyanti, R.R. (2021). Pengaruh perbedaan jenis kelamin terhadap frekuensi nafas, denyut jantung, suhu shank, dan suhu rektal ayam kub. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 5(2), 94-98. <https://doi.org/10.23960/jrip.2021.5.2.94-98>
- Hapsari I. N., Santosa, P.E. dan Riyanti. (2016). Perbedaan sistem brooding konvensional dan sistem brooding thermos terhadap respon fisiologis broiler. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4 (3), 237-243.
- Imelda, R., Suharyati, S. dan Wanniatie, V. (2014). Respon fisiologis ayam petelur fase grower pada kepadatan kandang yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 2(3), 10-18.
- Kementerian Pertanian. (2024). *Outlook komoditas peternakan: daging ayam ras pedaging 2024*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Kic, P. (2016). Microclimatic conditions in the poultry houses. *Agronomy research*, 14(1), 82-90.
- Mancinelli, C. A., Baldi, G., Soglia, F., Mattioli, S., Sirri, F., Petracci, M., Castellini, C. and Zampiga, M. (2023). Impact of chronic heat stress on behavior, oxidative status and meat quality traits of fast-growing broiler chickens. *Frontiers in Physiology*, 14, 124-2094. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4357744>
- Nagari, A.P. dan Sunarno, S. (2022). Pengaruh dinamika faktor lingkungan terhadap perilaku ayam broiler di kandang close house. *Jurnal Peternakan Indonesia (Jurnal Ilmu Peternakan Indonesia)*, 24 (1), 8-20.
- Nalendra, A.K. dan Waspada, H.P. (2021). Penerapan artificial intelligence untuk kontrol suhu dan kelembapan pada kandang broiler berbasis internet of things. *Generation Journal*, 5(2).
- Nuriyasa, I.M., Dewi, G.A.M.K dan Budiari, N.L.G. (2015). Indeks kelembapan suhu dan respon fisiologi sapi bali yang dipelihara secara feed lot pada ketinggian yang berbeda. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 18 (1), 5-10.
- Omomowo, O. and Falayi, F. R. (2021). Temperature-humidity index and thermal comfort of broilers in humid tropics. *AgricEngInt: CIGR*, 23(3).
- Putra, C., Maulana, R. dan Fitriyah, H. (2017). Otomasi kandang dalam rangka meminimalisir heat stress pada ayam broiler dengan metode naive bayes. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(1), 387-394.
- Qurniawan, A., Arief, I.I. dan Afnan, R. (2016). Melakukan produksi ayam pedaging pada lingkungan pemeliharaan dengan ketinggian yang berbeda di Sulawesi selatan. *Jurnal Veteriner*, 17 (4), 622-633. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2016.17.4.622>
- Sahranisa, A. dan Siagian, T. B. (2025). Pengaruh perbedaan waktu istirahat dan bobot badan terhadap respon fisiologis ayam sebelum pemotongan. *Jurnal Peternakan Nusantara (JPN)*, 11(1), 27-34.
- Saleh, E. dan Erwan, E. (2016). *Termoregulasi ternak dan ilmu lingkungan ternak*. Riau: CV Asa Riau.
- Sarjana, T. A., Mahfudz, L. D., Supriatna, E., Sunarti, D., Kismiati, S., Muryani, R., and Utomo, D. C. (2024). Floor position in multitier broiler closed houses and its impact on microclimatic, air quality and litter conditions. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 49(4), 332-347.
- Soliman, A. and Safwat, A.M. (2020). Climate change impact on immune status and productivity of poultry as well as the quality of meat and egg products. In *Climate change impacts on agriculture and food security in Egypt: Land and water resources—Smart farming—livestock, fishery, and aquaculture*, 481-498. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41629-4_20
- Suganya, T., Senthilkumar, S., Deepa, K., and Amutha, R. (2015). Nutritional management to alleviate heat stress in broilers. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 4(3), 661-666.
- Suherman, D., Muryanto, S., dan Sulistyowati, E. (2017). Evaluasi mikroklimat dalam kandang menggunakan atap kandang tinggi berbeda dengan respon fisiologis sapi bali dewasa di kecamatan xiv koto kabupaten mukomuko. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 12 (2), 397-410.
- Sultan, S., Horhoruw, W.M. dan Wattiheluw, M.J. (2023). Performa broiler yang dipelihara pada lantai atas dan lantai bawah kandang postal double deck dengan sistem close house. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 2(2), 248-259. <https://doi.org/10.30598/j.agrosilvopasture-tech.2023.2.2.248>

- Sundari, R.D., Erwanto, Santosa, P.E. (2015). Respon fisiologis ayam jantan tipe medium yang diberi ransum dengan kadar serat kasar berbeda. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(2), 22-31.
- Syaefullah, B.L., Herawati, M., Timur, N.P.V.T. dan Widayati, O. (2021). Pengaruh indeks kelembaban suhu terhadap konsumsi air minum dan performans ayam kampung super dengan pemberian enkapsulasi fitobiotik minyak buah merah. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, 11 (3), 274-283. Doi: <https://doi.org/10.46549/jipvet.v11i3.167>
- Tamzil, M.H., Indarsih, B., Haryani, N.K.D. dan Jaya, I.N.S. (2022). Dinamika suhu tubuh dan bobot badan ayam broiler yang diangkut dari peternak ke tempat pemotongan ayam pada waktu yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 8(1), 21-28.
- Wahyuda, A.A., Pantaya, D., Syaikhullah, G. dan Ningsih, N. (2023). Profil lemak darah ayam gaok dengan penambahan vitamin C pada kondisi cekaman panas. *Jurnal Triton*, 14 (2), 285-294.
- Wijaya, E.D.M., Suharyati, S., Nova, K. dan Septinova, D. (2021). Pengaruh metode pemberian ransum pada siang dan malam hari terhadap respon fisiologis ayam jantan tipe medium di kandang postal. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 5(2), 7-82. Doi: <https://doi.org/10.23960/jrip.2021.5.2.77-82>
- Wu, X. Y., Wang, F. Y., Chen, H. X., Dong, H. L., Zhao, Z. Q., and Si, L. F. (2023). Chronic heat stress induces lung injury in broiler chickens by disrupting the pulmonary blood-air barrier and activating TLRs/NF-κB signaling pathway. *Poultry science*, 102(12), 1-9.
- Yasa, I., Darminta, I.K., dan Ta, I.K. (2019). Kontrol heat stress index ruangan ayam broiler pada periode brooding secara otomatis berbasis arduino uno. *POLI-TEKNOLOGI*, 18 (2), 151-15.

DINAMIKA PENYESUAIAN HARGA KOMODITAS PANGAN FLUKTUASI DI KOTA TASIKMALAYA

Dynamics Price Response of Chili In Tasikmalaya City

Januar Arifin Ruslan^{1*};Tenten Tedjaningsih²;Riski Risanto Bahar³

^{1,2,3}Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya - Indonesia

*Email Penulis korespondensi: januar@unsil.ac.id

ABSTRACT

Price adjustments in agricultural commodity marketing institutions fluctuate in relation to driving and inhibiting factors. This study aims to determine the relationship between driving and inhibiting factors on the fluctuating price policy of agricultural products. This study was conducted at Cikurubuk Market as largest market in Tasikmalaya City by taking red chili and cayenne pepper as food commodities with largest fluctuations in the volatile food group. sample in this study were 30 red chili and cayenne pepper traders. The data were analyzed using nonparametric analysis. results showed that four (5) of the five (5) driving factors were related to chili price policies at the retailer level, namely raw materials, competitors, shipping costs and seasons. Meanwhile, three (3) of the six (6) inhibiting factors, including competitors, relative percentages, and agreements, were related to chili price policies at the retailer level.

Keywords: chili, price, adjustment, driver, inhibitor.

PENDAHULUAN

Cabai merah dan cabai rawit menjadi komoditas pertanian penyumbang terbesar terhadap inflasi dari kelompok bahan makanan. Perubahan harga pada kelompok bahan pangan ini sering mengalami perubahan tajam yang dipengaruhi oleh musim panen dan perkembangan harga lokal dan perubahan tajam yang dipengaruhi oleh musim panen dan perkembangan harga lokal dan internasional. Pergerakan harga pangan bergejolak di Kota Tasikmalaya dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Pergerakan harga pangan bergejolak di Kota Tasikmalaya 2024-2025

Pergerakan harga pada awal periode 2024 dan awal periode 2025 dari Gambar 1 pada cabai merah dan cabai rawit cenderung berbeda baik saat terjadi kenaikan dan penurunan harga. Kondisi ini mengindikasikan respon penyesuaian harga yang cenderung berubah-ubah dan dipengaruhi oleh

ragam faktor. Temuan Ruslan dan Pramita (2024) menemukan kondisi *market power* pada harga beras pada tingkat konsumen akhir di Provinsi Jawa Barat dan koefisien *speed adjustment* di Kota Tasikmalaya menjadi salah satu yang terbesar.

Sementara itu, penelitian Indawan dan Ali (2020) menemukan perubahan harga naik maka usaha mikro dan kecil (UMK) akan cepat merespon kurang dari 1 bulan apabila terjadi lonjakan kenaikan biaya bahan baku. Sementara pada saat harga turun, responden akan cepat merespon apabila harga pesaing juga turun. Ketidaksimetrian faktor tersebut menunjukkan bahwa respon pengusaha UMK dalam menyesuaikan harga akan sangat bergantung pada kondisi bahan baku serta ketatnya persaingan yang dihadapi.

Perilaku penyesuaian harga berkaitan dengan faktor pendorong dan penghambat/ Beberapa faktor penghambat yang berkaitan dengan kekakuan perubahan harga yaitu *coordination failure*, *temporary shocks*, *explicit contract*, *pricing point*, *menu cost* dan *information cost*. Husen *et al* (2022) menjelaskan penerapan fungsi grading, pengemasan dan pemberian merek oleh pedagang besar mendorong terciptanya diferensiasi produk sehingga mereka dapat melakukan kolusi penetapan harga untuk mencapai tingkat keuntungan tertentu. Mawarni, Muslimah dan Fiddini (2023) juga menemukan hasil yang sama pada pasar persaingan tidak sempurna untuk komoditas padi. Kondisi ini menggambarkan proses penyesuaian harga dipengaruhi oleh struktur pasarnya

Perbedaan kecepatan penyesuaian harga yang berbeda khususnya pada komoditas bergejolak (*volatile food*) menggambarkan lembaga pemasaran (pedagang) dipengaruhi oleh ragam faktor yang berbeda. Faktor yang mempengaruhi kecepatan penyesuaian harga dipengaruhi oleh struktur pasar, kebijakan harga, dan faktor penghambat. Temuan Gorodnichenko *et al*. (2021) menemukan harga pasar *online* lebih fleksibel serta *pass through* yang lebih kuat dan konvergensi yang lebih cepat sebagai respons terhadap pergerakan nilai tukar nominal. Lembaga pemasaran cenderung akan menunda kenaikan harga karena untuk mempertahankan konsumen yang ada (*implicit contract*) Sementara pada saat terjadi penurunan harga, cenderung akan menurunkan harga karena menganggap penurunan tersebut bersifat sementara (*temporary shock*) sehingga akan kembali pada harga yang lama dalam waktu yang tidak lama. Adanya perbedaan faktor yang menyebabkan lembaga pemasaran menunda untuk menaikkan dan menurunkan harga. Oleh karena itu, penelitian ini akan menganalisa dinamika penyesuaian harga yang disebabkan oleh faktor supply atau faktor penghambat perubahan harga.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan analisa deskriptif kuantitatif. Data primer yang dikumpulkan berupa respon kecepatan perubahan harga terhadap berbagai faktor Pengumpulan data ini dilakukan dengan menggunakan metode wawancara langsung ke pedagang. Sampel penelitian ini yaitu pedagang cabai merah dan cabai rawit sebagai komoditas pangan bergejolak. Lokasi dalam penelitian ini yaitu Pasar Cikurubuk sebagai pasar terbesar yang berada di Kota Tasikmalaya.

Pencapaian tujuan dari penelitian dianalisa secara deskriptif kuantitatif. Data yang diperoleh yaitu perilaku penyesuaian dan penentuan harga berkaitan dengan faktor yang mempengaruhi yaitu struktur pasar, kebijakan harga, faktor faktor penentu perubahan harga dan faktor faktor yang menghambat penyesuaian harga. Data tersebut ditabulasi dan dihitung frekuensi dan alasan memilih faktor penyesuaian tersebut. Analisa nonparametrik menggunakan *chi-square test* untuk mengetahui hubungan antara perubahan berbagai faktor dengan respon harga yang dipilih. Perubahan berbagai faktor meliputi faktor makro dan mikro dan respon harga keputusan perubahan harga. *chi-square test* sebagai berikut

$$\chi^2 = \sum \frac{(F_o - F_h)^2}{F_h}$$

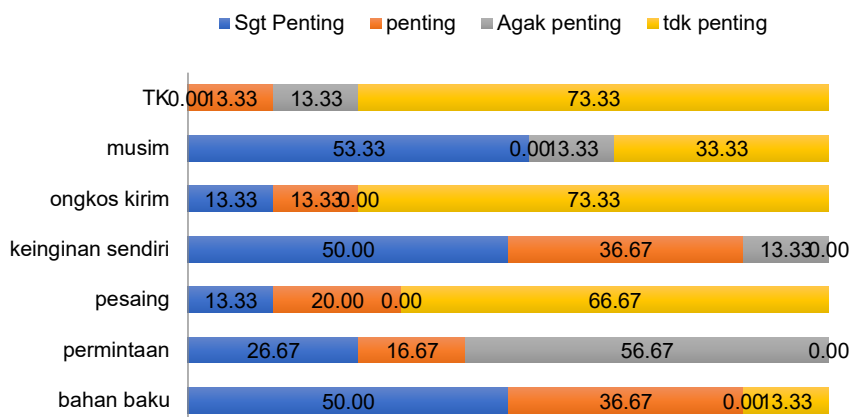
Keterangan:

F_o : frekuensi yang diamati

F_h : dengan frekuensi yang diharapkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

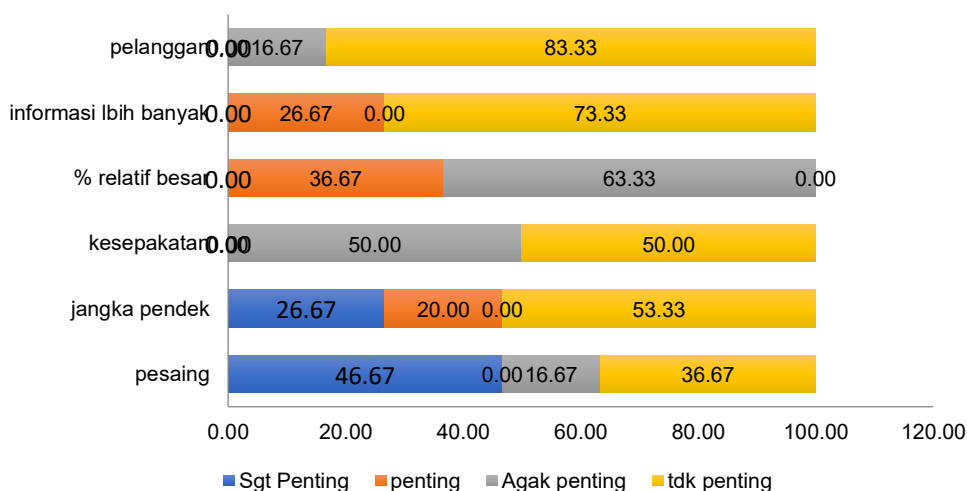
Respon pedagang terhadap perubahan berbagai faktor menunjukkan hasil yang cukup berbeda. Ketika terjadi kenaikan harga terdapat beberapa faktor yang berubah menyesuaikan dan ada faktor yang tidak berubahnya. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Tingkat kepentingan berbagai faktor pendorong perubahan harga

Hasil pada Gambar 1 menunjukkan bahwa perubahan faktor yaitu ketersediaan bahan baku, musim, dan keinginan diri sendiri menjadi faktor utama sebagai pendorong perubahan harga. Faktor biaya ongkos kirim, pesaing, dan permintaan menjadi faktor dengan pertimbangan cukup kecil. Biaya tenaga kerja menjadi faktor dan perilaku pesaing menjadi faktor yang kurang dipertimbangkan dalam perubahan harga.

Perilaku pesaing (pedagang lainnya) menjadi tidak menjadi acuan juga dalam sebagai pendorong dalam perubahan harga. Observasi menunjukkan tidak ada pedagang yang bertindak sebagai *leader* dalam menentukan harga. Oleh karena itu, praktek leader-follower tidak terjadi dalam pembentukan harga cabai merah. Selanjutnya tingkat kepentingan faktor penghambat pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Tingkat kepentingan berbagai faktor penghambat perubahan harga

Hasil pada Gambar 1 menunjukkan bahwa perilaku pedagang, dan perubahan sifat sementara padaharga menjadi hal yang dipertimbangkan dalam menahan perubahan harga. Perubahan harga yang relatif besar dan kesepakatan dengan pelanggan menjadi faktor yang agak dipertimbangkan dalam menahan perubahan harga. Waktu waktu dan informasi yang lebih banyak dan akurat sebelum mengubah harga menjadi hal yang tidak dipertimbangan dikarenakan karaktersitik produk cabai yang cepat rusak.

Keseluran faktor penghambat yang dominan dipertibangkan yaitu pesaing dan perubahan harga sifatnya sementara dan akan kembali pada harga awalnya dalam jangka pendek. Hal ini cenderung berbeda dengan faktor pendorong di mana perilaku pedagang lainnya bukan hal utama. Hal ini dikarenakan penurunan harga cenderung lebih rigid dibandingkan kenaikan sebagai temuan Ruslan dan Pramita (2022). Selanjutnya analisa perubahan berbagai faktor terhadap kebijakan harga. Kebijakan penetapan harga berkaitan dengan penentuan harga *time dependent* atau *state dependent*.

Temua di lapangan menunjukkan bahwa kebijak harga yang dipakai yaitu kebijakan *time dependent* dengan meninjau harga hanya pada waktu tertentu misalnya setiap hari/ minggu/ musim dan campuran. Sementara itu, kebijakan *state dependent* dengan meninjau harga apabila terjadi kejadian/event yang dapat berpengaruh pada harga produk jarang dilakukan oleh pedagang. Hasil analisa sebagai berikut

Tabel 1. Hubungan faktor pendorong terhadap kebijakan harga

Faktor pendorong	Probabilitas
Bahan baku	0.000**
Permintaan	0.361
Pesaing	0.013**
Keinginan sendiri	0.000**
Ongkos kirim	0.009**
Musim	0.001**

Sumber: Analisa data primer (2025).

Hasil pengujian *chi-square* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa lima (5) dari enam (6) faktor pendorong berhubungan dengan kebijakan harga. Satu faktor yang tidak berhubungan yaitu permintaan. Hasil ini menggambarkan bahwa berbagai faktor sangat berhubungan dengan kebijakan harga yang dipilih. Kebijakan *time dependent* dengan meninjau harga hanya pada waktu tertentu mengacu pada berbagai faktor yang berhubungan tersebut.

Temuan Indawan, Ali, dan Alvina (2020) menemukan bahwa biaya tenaga kerja dan biaya bahan baku menjadi faktor penting yang dipertimbangkan pada saat kenaikan harga, sementara biaya bahan baku dan biaya listrik dan bahan bakar menjadi faktor penting bagi penurunan harga. Pada saat pandemi, perusahaan memperhatikan *demand factor* baik pada saat akan menaikkan ataupun menurunkan harga produk. Dalam penelitian ini kenaikan dan penurunan biaya tenaga kerja menjadi faktor yang kurang diperhatikan dalam perubahan harga.

Tabel 2. Hubungan faktor penghambat terhadap kebijakan harga

Faktor	Probabilitas
Pesaing	0.034**
Perubahan jangka pendek	0.109
Perubahan relative	0.002**
Kontrak	0.000**
Informasi	0.361
Pelanggan	0.062*

Hasil pengujian *chi-square* pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tiga (3) dari enam (6) faktor penghambat berhubungan dengan kebijakan harga. Satu faktor yang tidak berhubungan yaitu permintaan. Hasil ini menggambarkan bahwa berbagai faktor sangat berhubungan dengan kebijakan harga yang dipilih. Faktor pesaing menjadi faktor yang berhubungan baik dalam pendorong dan penghambat dalam kebijakan harga yang dipilih. Hasil ini menggambarkan perubahan perilaku pesaing cenderung direspon sama untuk terbentuknya harga.

KESIMPULAN

Lima (5) dari enam (6) faktor pendorong berhubungan dengan kebijakan harga cabai di tingkat pengecer yaitu bahan baku, pesaing, biaya pengiriman dan musim. Sementara itu, tiga (3) dari enam (6) faktor penghambat meliputi pesaing, persentase relatif, dan kesepakatan berhubungan dengan kebijakan harga cabai di tingkat pengecer. Oleh karena itu, sistem monitoring harga dan pengawasan terhadap sistem penetapan harga bersama penting dilakukan untuk menciptakan efisiensi pasar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Siliwangi atas pembiayaan penelitian ini melalui skema Penelitian Pengembangan Kapasitas (PPKap) tahun Anggaran 2025 sehingga penelitian ini dapat terselenggara dengan lancar

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Barat . (2022). Laporan inflasi di Provinsi Jawa Barat periode september . Bandung. ITB Press
- Gorodnichenko, Yuriy and Ph am, Tho and Talavera, Oleksandr (2021). Social Media, Sentiment and Public Opinions: Evidence from Brexit and Uselection. NBER Working Paper No. w24631, <https://ssrn.com/abstract=3182227>
- Husen, F., Nendissa, D. R., Levis, L. R., Pellokila, M. R., & Khoiriyah, N. (2022). Struktur Dan Perilaku Pasar Komoditi Bawang Merah. Journal of Agricultural Socio Economics (JASE), 3(1),30-38. <https://doi.org/10.33474/jase.v3i1.17687>
- Indawan dan Ali . (2020). Perilaku penetapan harga perusahaan besar dan usaha mikro dan kecil di Jabotabek . Working Paper. Bank Indonesia. Jakarta

- Krisna, B., Firmansyah, F., & Hoesni, F. (2021). Analisis Integrasi Pasar Spasial Harga Daging Sapi di Provinsi Jambi. *Jurnal Manajemen dan Sains*, 6(2), 374-382. <https://doi.org/10.33087/jmas.v6i2.299>
- Mawarni, P. O., Muslimah, M., & Fiddini Alham. (2023). Analisis struktur, perilaku, dan kinerja Pasar Komoditi Padi di Kota Langsa. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 3(7), 1345 - 1352. <https://bajangjournal.com/index.php/JIRK/article/view/7118>
- Pramita, D., & Ruslan, J. (2023). Integrasi Pasar Daging Sapi Nusa Tenggara Timur dengan Pasar Acuan di Indonesia. *WELFARE Jurnal Ilmu Ekonomi*, 3(2), 94-102. doi: <https://doi.org/10.37058/wlfr.v3i2.5854>
- Rudhiana Salam, Januar Arifin Ruslan, Rizki Risanto Bahar, Leny Yuliyani, Dedi Darusman, Dira Asri Pramita, Sawitania Dwi Utami Christiany Situmorang. (2023). Kekuatan Pasar Dalam Perdagangan Beras di Kota Tasikmalaya. *Jurnal Agristan*, 5, (1) <https://doi.org/10.37058/agristan.v5i1.6952>
- Ruslan, Januar Arifin., Pramita, Dira Asri. (2022). Efisiensi Pasar pada Komoditi Pangan Utama di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Suluh Pembangunan*, 4(1), 1-8.
- Septiyarini, D., Sahbudin, S., Sulaiman, S. H., & Yurisinthae, E. (2020). Integrasi Pasar Daging Sapi menggunakan Metode Vector Error Correction Model (VECM). *Jurnal Riset Agribisnis dan Peternakan*, 5(2), 62-74. <https://doi.org/10.37729/jrap.v5i2.839>

STRATEGI INTERVENSI MENINGKATKAN KETAHANAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) TERHADAP FLUKTUASI SUHU BERDASARKAN RESPON FISILOGI DAN MOLEKULER

*(Intervention Strategy to Increase Temperature Fluctuation Resistances of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Based on Physiological and Molecular Responses)*

Moh. Rizal

Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia
*E-mail korespondensi: mohrizal@student.ub.ac.id

ABSTRACT

*Climate change exacerbates the occurrence and intensity of temperature fluctuation. Extreme temperature fluctuations, both low (chilling) and high (heat), are a major limiting factors on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) production that significantly reduce growth, yield, and quality. This article aims to synthesize recent findings on the physiological, biochemical, and molecular responses of tomato plants to low and high temperature stress, and explore potential adaptation and mitigation strategies on it. This article use a literature review method where the literatures are taken from Google Scholar, Scopus, PubMed, and ScienceDirect databases using the following keywords: "tomato" OR "*Solanum lycopersicum*", "chilling stress" OR "cold stress", "heat stress" OR "thermotolerance". Articles resulting from those database were filtered based on the inclusion criteria like research articles, published between 2020-2025, focusing on studies in physiology, biochemistry, molecular biology, and genetics. The result on this review show that low temperature impaires plant membrane integrity, photoinhibition, accumulation of Reactive Oxygen Species (ROS), and metabolic imbalance. Meanwhile, high temperature causes protein denaturation, inhibition of photosynthetic enzymes, increased evaporation, and disruption in the reproductive process on plant. Tomato adapts to these stresses by accumulating osmoprotectant compounds, increasing the activity of the antioxidant system, synthesizing HSPs proteins, modulating plant hormones and intracellular signaling pathways. Intervention strategies for temperature stress in tomatoes are recommended through breeding approaches, appropriate cultivation practices, application of exogenous compounds, and modulation of the TOR pathway. A thorough understanding of these mechanisms is a crucial foundation for designing sustainable strategies to increase tomato resilience to climate fluctuations and ensure food security.*

Keywords : chilling stress, heat stress, molecular biology, plant physiology maksimal

PENDAHULUAN

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang dikonsumsi secara global baik dalam bentuk segar maupun olahan. Namun, kultivasi tomat menghadapi tantangan besar akibat perubahan iklim, khususnya peningkatan frekuensi dan intensitas fluktuasi suhu ekstrem. Suhu optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tomat berkisar antara 20-25°C. Penyimpangan dari kisaran optimal ini, baik ke bawah (suhu rendah/chilling < 12°C) maupun ke atas (suhu tinggi/heat > 35°C), memicu serangkaian cekaman abiotik yang membatasi produktivitas dan kualitas hasil secara global (Aldubai *et al.*, 2022).

Cekaman suhu rendah, yang sering terjadi pada budidaya di daerah subtropis dan musim dingin di daerah tropis, menyebabkan hambatan perkembangan, gangguan perkecambahan, kerusakan membran sel, dan penurunan efisiensi fotosintesis (Suhorukova *et al.*, 2025). Di China utara, misalnya, produksi tomat di rumah kaca sangat rentan terhadap cekaman chilling di musim semi (Venzhik *et al.*,

2025). Sebaliknya, cekaman suhu tinggi menyebabkan dehidrasi, denaturasi protein, gangguan penyerbukan (kegagalan perkembangan serbuk sari dan putik), serta pembentukan buah yang tidak normal (Bhattarai *et al.*, 2017). Kedua kondisi ekstrem ini, meskipun berbeda dalam sifat fisiknya, sama-sama memicu akumulasi Spesies Oksigen Reaktif (ROS) seperti ion superoksida (O_2^-) dan hidrogen peroksida (H_2O_2) yang menyebabkan stres oksidatif, merusak lipid, protein, dan DNA seluler (Endale *et al.*, 2023).

Respon tanaman terhadap cekaman suhu merupakan sebuah fenomena kompleks yang melibatkan modulasi pada tingkat molekuler, seluler, dan fisiologis. Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan penelitian telah mengungkap peran kunci jalur pensinyalan intraseluler, seperti TOR (*Target of Rapamycin*), sebagai integrator pusat yang menghubungkan ketersediaan energi, nutrisi, hormon, dan respons terhadap cekaman. TOR adalah kinase yang sangat terkonservasi yang berfungsi sebagai master regulator pertumbuhan dan metabolisme. Penelitian terbaru oleh Yang *et al.* (2025) menunjukkan bahwa inhibisi jalur TOR dengan AZD8055 dapat meningkatkan toleransi tomat terhadap suhu rendah, membuka wawasan baru untuk strategi intervensi yang menargetkan jalur pensinyalan fundamental ini.

Artikel ini akan menganalisis secara mendalam respons fisiologis-molekuler tanaman tomat terhadap cekaman suhu rendah dan tinggi, mengidentifikasi mekanisme adaptasi yang dikembangkan tanaman, termasuk peran sentral jalur TOR, serta merangkum dan mengevaluasi strategi intervensi yang potensial, mulai dari pendekatan genetik, agronomi, hingga aplikasi senyawa eksogen untuk meningkatkan ketahanan tanaman tomat dalam menghadapi fluktuasi suhu ekstrem. Tinjauan ini diharapkan dapat memberikan perspektif yang komprehensif dan menjadi panduan bagi peneliti dan pemangku kepentingan dalam pengembangan tomat yang lebih baik dalam berbagai cekaman suhu.

BAHAN DAN METODE

Metode Penelitian

Penulisan artikel review dilakukan dengan metode tinjauan literatur. Literatur primer yang digunakan adalah artikel bereputasi yang dipublikasikan dalam jurnal internasional. Pencarian artikel dilakukan secara elektronik melalui platform database Google Scholar, Scopus, PubMed, dan ScienceDirect. Kombinasi kata kunci yang digunakan meliputi: "tomato" OR "*Solanum lycopersicum*", "chilling stress" OR "cold stress", "heat stress" OR "thermotolerance". Artikel yang dihasilkan dari pencarian kemudian disaring berdasarkan kriteria inklusi yaitu artikel penelitian (bukan review), diterbitkan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2020-2025), fokus pada studi fisiologi, biokimia, biologi molekuler dan genetika.

Analisis data

Data dan temuan kunci dari setiap artikel diekstraksi dan dikelompokkan dalam tema-tema yang telah ditetapkan, yaitu: respons fisiologi, respons biokimia, regulasi molekuler (khususnya TOR), dan strategi intervensi. Analisis dilakukan secara kualitatif dengan mensintesis temuan-temuan dari berbagai penelitian untuk mengidentifikasi pola, konsistensi, kontradiksi, dan kesenjangan pengetahuan, sehingga dapat membangun kerangka pemahaman yang komprehensif dan koheren.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons Fisiologis dan Molekuler Tomat terhadap Cekaman Suhu

Respon tanaman terhadap cekaman suhu merupakan sebuah fenomena kompleks yang melibatkan modulasi pada tingkat molekuler, seluler, dan fisiologis. Secara fenotip, Tomat akan menjadi layu apabila terpapar suhu ekstrim. Tomat yang diteliti oleh Shi *et al.* (2025), menunjukan gejala layu setelah menerima paparan suhu tinggi selama 24 jam (Gambar 1). Hal tersebut mengkonfirmasi bahwa kondisi suhu yang terlalu rendah/chilling ($< 12^\circ C$) dan atau terlampau tinggi/heat ($> 35^\circ C$), memicu serangkaian cekaman abiotik pada tomat yang dapat membatasi produktivitasnya.



Gambar 1. Gejala layu pada tomat akibat suhu tinggi (Shi *et al.*, 2025)

Dampak Cekaman Suhu Rendah

Cekaman suhu rendah menyebabkan dampak yang nyata dan langsung pada tingkat morfologi dan fisiologi. Pertumbuhan tanaman terhambat secara signifikan, ditandai dengan penurunan tinggi tanaman, diameter batang, berat segar, dan berat kering (Yang *et al.*, 2025). Pada tingkat seluler, fluiditas membran fosfolipid menurun, menyebabkan membran menjadi kaku dan kehilangan permeabilitas selektifnya. Hal ini mengakibatkan kebocoran ion dari dalam sel, yang dapat diukur melalui peningkatan *Relatif Electrolyte Conductivity* (REC). Kerusakan membran juga memicu peroksidasi lipid, yang menghasilkan senyawa toksik seperti *malondialdehid* (MDA). Penelitian Yang *et al.* (2025) melaporkan bahwa inhibisi TOR dengan AZD8055 secara signifikan menurunkan kandungan MDA dan REC pada daun tomat yang mengalami *chilling*, mengindikasikan berkurangnya kerusakan membran.

Disisi lain, suhu rendah juga menghambat proses fotosintesis pada tomat. Fotosintesis merupakan proses yang sangat sensitif terhadap suhu rendah. Gangguan utama terjadi pada fotosistem II (PSII). Efisiensi fotosintesis bersih (P_n) menurun drastis akibat kerusakan pada kompleks PSII, yang ditandai dengan penurunan nilai F_v/F_m (*maksimum quantum yield of PSII*) dan peningkatan fluoresensi awal (F_o) (Cao *et al.*, 2014). Hal ini menunjukkan terjadinya fotoinhibisi, di mana pusat reaksi PSII mengalami kerusakan.

Kandungan klorofil a, klorofil b, dan total klorofil juga cenderung menurun di bawah *chilling stress*. Gangguan pada fungsi stomata, seperti penurunan konduktansi stomata (G_s) dan laju transpirasi (T_r), lebih memperparah penurunan P_n dengan membatasi suplai CO_2 (Venzhik *et al.*, 2025). Gangguan pada aliran elektron dan fotosintesis ini kemudian memicu produksi berlebih Spesies Oksigen Reaktif (ROS) seperti ion superoksida (O_2^-) dan hidrogen peroksida (H_2O_2), yang jika tidak dinetralkan akan menyebabkan stres oksidatif yang merusak komponen seluler vital.

Dampak Cekaman Suhu Tinggi

Seperti halnya suhu rendah, cekaman suhu tinggi juga menghambat pertumbuhan dan menyebabkan gejala seperti daun menggulung (*leaf curling*) dan mengering (*scorching*). Stres panas mengganggu stabilitas membran dan menyebabkan denaturasi protein, termasuk enzim-enzim kunci dalam siklus Calvin dan kompleks fotosintesis. Penelitian pada tomat menunjukkan bahwa suhu tinggi menyebabkan disfungsi PSII yang serius, termasuk penurunan F_v/F_m dan peningkatan fluoresensi awal (F_o), yang mengindikasikan kerusakan pada pusat reaksi (Vijayakumar *et al.*, 2024). Aktivitas rubisco, enzim kunci fiksasi karbon, juga menurun drastis pada suhu tinggi.

Kondisi suhu yang tinggi menyebabkan laju transpirasi meningkat secara signifikan sebagai mekanisme pendinginan evaporatif, namun hal ini berisiko menyebabkan defisit air dan stres kekeringan sekunder jika suplai air tanah tidak mencukupi. Cekaman panas pada fase reproduktif sangat merusak dan

merugikan. Suhu tinggi dapat menyebabkan sterilitas serbuk sari, kegagalan perkembangan gametofit betina, dan gangguan dalam proses pembuahan, yang akhirnya berdampak pada penurunan jumlah dan kualitas buah (Amrutha *et al.*, 2024). Seperti pada cekaman dingin, panas juga memicu ledakan ROS. Namun, sumber ROS mungkin berbeda, dengan peran lebih besar dari respirasi mitokondria di bawah suhu tinggi.

Mekanisme Adaptasi dan Toleransi Tomat

Pada kondisi terkecam, sistem pertahanan antioksidan menjadi pertahanan kunci sel terhadap stres oksidatif yang diinduksi oleh kedua jenis cekaman suhu di atas. Sistem ini terdiri dari komponen enzimatik dan non-enzimatik.

1. Komponen Enzimatik

Enzim antioksidan utama meliputi *Superoxide Dismutase* (SOD), *Catalase* (CAT), *Peroxidase* (POD), dan enzim-enzim dalam *siklus glutathione-ascorbate* seperti *Ascorbate Peroxidase* (APX) dan *Glutathione Reductase* (GR). SOD berfungsi sebagai pertahanan pertama dengan mengkatalisis dismutasi O_2^- menjadi H_2O_2 dan O_2 . H_2O_2 yang masih berpotensi toksik kemudian diurai oleh CAT (terutama di peroksisom) dan APX di kloroplas dan sitosol menjadi air dan oksigen. GR menjaga rasio GSH/GSSG yang tinggi dengan mereduksi GSSG menjadi GSH, yang penting untuk menjaga lingkungan reduktif dalam sel.

Temuan Yang *et al.* (2025), menunjukkan bahwa inhibisi jalur TOR oleh AZD8055 secara signifikan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti SOD, CAT, GR, dan APX pada tomat yang mengalami chilling stress yang ditunjukkan dari peningkatan ekspresi gen-gennya. Hal ini mengindikasikan bahwa penghambatan TOR dapat memicu peningkatan kapasitas detoksifikasi ROS. Mekanisme ini berkontribusi besar pada peningkatan toleransi dingin.

2. Komponen Non-Enzimatik

Hasil penelitian Yang *et al.* (2025), juga menemukan dinamika yang menarik dimana meskipun aktivitas enzim APX meningkat, inhibisi TOR justru menurunkan kandungan GSH total dan rasio GSH/GSSG, namun meningkatkan kandungan ASA. Ini menunjukkan adanya pergeseran strategi dalam sistem non-enzimatik dan kompleksitas regulasi oleh TOR. Penurunan GSH mungkin terkait dengan peran TOR dalam mengatur ekspresi gen sintesis glutathione, sebagaimana dilaporkan pada *Arabidopsis* (Vijayakumar *et al.*, 2024). Peningkatan ASA, yang merupakan substrat bagi APX, sangat menguntungkan dalam mendukung peningkatan aktivitas APX tersebut.

Untuk menanggulangi stres osmotik dan menjaga turgor sel, tanaman mengakumulasi senyawa osmolit yang bersifat kompatibel (tidak mengganggu fungsi sel normal). Senyawa-senyawa ini termasuk prolin, berbagai gula terlarut (seperti sukrosa, fruktosa, trehalosa), dan glycine betaine. Selain fungsi osmotiknya, senyawa-senyawa ini juga berfungsi menstabilkan protein dan membran sel, serta berperan sebagai pemulung ROS.

Pada cekaman dingin, inhibisi TOR diketahui dapat meningkatkan kandungan protein terlarut, namun menurunkan kandungan prolin dan gula terlarut (Yang *et al.*, 2025). Temuan ini sekali lagi menyoroti peran ganda TOR sebagai regulator keseimbangan sumber daya (resource allocation). Penurunan prolin dapat dijelaskan oleh aktivasi enzim prolin dehidrogenase (ProDH) yang mendegradasi prolin, yang diketahui dapat diinduksi oleh inhibisi TOR sebagai respons terhadap stres nutrisi (Liao *et al.*, 2018). Akumulasi protein terlarut, yang mungkin termasuk enzim-enzim metabolik dan protein stres, tampaknya menjadi strategi yang lebih diutamakan ketika sinyal TOR ditekan di bawah kondisi dingin.

Sedangkan pada kondisi cekaman suhu tinggi tomat menunjukkan respons yang sangat khas yaitu dengan mempercepat induksi sintesis Protein (HSPs). HSPs diklasifikasikan berdasarkan berat molekulnya (seperti HSP100, HSP90, HSP70, HSP60, dan sHSPs) dan bertindak sebagai molecular chaperones (Theocharis *et al.*, 2012). Fungsi utama mereka adalah untuk mencegah agregasi protein yang mengalami denaturasi akibat panas, membantu dalam proses pelipatan ulang protein yang telah terdenaturasi, dan memfasilitasi degradasi protein yang rusak parah. Ekspresi gen HSP terutama diatur oleh faktor transkripsi Heat Shock Factors (HSFs).

Lebih dari 20 gen HSF pada tomat telah diidentifikasi oleh Vijayakumar *et al.* (2024). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa gen seperti HsfA1 dan HsfA2 berperan penting dalam merespon kondisi yang panas. Ekspresi HSP yang tinggi berkorelasi kuat dengan peningkatan termotoleransi

pada banyak tanaman, termasuk tomat. Lebih lanjut, jalur pensinyalan TOR (*Target of Rapamycin*) telah muncul sebagai regulasi kunci yang mengintegrasikan sinyal lingkungan (termasuk suhu, cahaya, nutrisi) dan sinyal internal (energi dan hormon) untuk mengkoordinasikan pertumbuhan dan respon stres (Dan *et al.*, 2022). TOR menjadi sebuah kinase serin/treonin konservatif pada eukariota.

Temuan dari Yang *et al.* (2025) di atas menunjukkan bahwa inhibisi farmakologis TOR dengan AZD8055 meningkatkan toleransi tomat terhadap chilling stress. Hal ini menunjukkan bahwa TOR berperan sebagai negative regulator dalam respons ini. Dalam kondisi normal, TOR yang aktif mendorong pertumbuhan dan anabolisme. Dibawah cekaman, inhibisi aktivitas TOR diduga mengalihkan energi dan sumber karbon dari proses pertumbuhan vegetatif yang membutuhkan banyak energi menuju aktivasi mekanisme pertahanan dan perbaikan seluler, seperti sistem antioksidan dan stabilisasi membran. Inhibisi TOR yang transien mungkin merupakan sinyal adaptif untuk "mengerem" pertumbuhan sementara dan memfokuskan sumber daya untuk survival.

Jalur TOR juga diketahui dapat berinteraksi secara kompleks dengan berbagai hormon tanaman. Sebagai contoh, inhibisi TOR dilaporkan dapat meningkatkan kandungan asam jasmonat (JA), sebuah hormon yang terlibat dalam respons pertahanan terhadap berbagai cekaman biotik dan abiotik (Yang *et al.*, 2025). TOR juga berinteraksi dengan etilin melalui protein EIN2, yang merupakan substrat dari TOR kinase (Suhorukova *et al.*, 2021). Interaksi ini menghubungkan regulasi metabolisme nutrisi dengan pensinyalan etilin. Hormon lain seperti ABA (abscisic acid) yang menginduksi penutupan stomata dan ekspresi gen toleransi, juga diketahui berinteraksi dengan jalur TOR, meskipun mekanismenya pada tomat masih perlu dipelajari lebih lanjut. Jaringan sinyal yang kompleks antara TOR dan berbagai hormon ini memungkinkan tanaman untuk menyesuaikan responsnya secara tepat terhadap kombinasi berbagai isyarat lingkungan.

Strategi Intervensi untuk Meningkatkan Ketahanan Tomat

Berdasarkan pemahaman tentang mekanisme respons dan adaptasi di atas, berbagai strategi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketahanan tomat adalah sebagai berikut:

1. Intervensi Genetik dan Pemuliaan

Pendekatan pemuliaan bertujuan untuk mengakumulasi alel-alel menguntungkan yang terkait dengan toleransi suhu ke dalam varietas unggul baru. Seleksi fenotipik untuk sifat-sifat seperti stabilitas membran, efisiensi fotosintesis di bawah stres, dan hasil yang stabil di lingkungan stres membutuhkan waktu lama (Vijayakumar *et al.*, 2024). Pemuliaan konvensional dan seleksi berbantuan marka (Marker-Assisted Selection; MAS) dapat mempercepat proses ini dengan menggunakan marka molekuler yang terkait dengan gen-gen kunci toleransi, seperti gen-gen untuk HSFs, CBFs (C-repeat Binding Factors untuk dingin), enzim antioksidan, atau biosintesis osmoprotektan.

Selain itu kemajuan dalam sekuensing genom tomat memungkinkan identifikasi quantitative trait loci (QTL) yang mengendalikan toleransi suhu. Teknik editing genom seperti CRISPR/Cas9 menawarkan peluang untuk secara presisi merekayasa gen-gen target, seperti merekayasa komponen jalur TOR untuk modulasi yang lebih halus, atau meningkatkan ekspresi gen HSP atau APX tertentu. Membangun varietas dengan jalur TOR yang dapat dimodulasi (misalnya, responsif terhadap isyarat lingkungan tertentu) atau memiliki sistem antioksidan yang lebih robust merupakan prospek yang sangat menjanjikan.

2. Intervensi Agronomi dan Budidaya

Menurut Kim *et al.* (2025), praktik budidaya yang tepat dapat membantu menciptakan iklim mikro yang lebih menguntungkan dan mengurangi paparan tanaman terhadap stres. Modifikasi iklim mikro melalui penggunaan mulsa plastik (terutama mulsa perak untuk memantulkan cahaya dan mengurangi suhu tanah) atau mulsa organik dapat membantu mengatur suhu dan kelembaban tanah. Pada musim panas, penggunaan naungan (shading net) dengan tingkat kerapatan tertentu dapat mengurangi radiasi matahari langsung dan menurunkan suhu daun secara signifikan. Sistem irigasi yang efisien, seperti irigasi tetes, memastikan ketersediaan air yang cukup untuk mendukung proses transpirasi sebagai mekanisme pendinginan. Pemilihan waktu tanam yang tepat untuk menghindari periode suhu ekstrem (misalnya, menghindari pembungaan di puncak musim panas) merupakan strategi sederhana yang juga efektif.

3. Aplikasi Senyawa Eksogen atau Priming

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Venzhik *et al.* (2025), nanopriming menggunakan nanopartikel (GNPs) berukuran 15 nm dengan konsentrasi 20 µg/mL dapat meningkatkan toleransi dingin pada tanaman tomat (Gambar 2). Setelah menerima paparan suhu rendah 4°C dan 2°C selama 24 jam, tanaman yang diberi perlakuan nanopriming—terutama pada konsentrasi 20 µg/mL—menunjukkan penampakan yang jauh lebih baik dengan gejala layu dan kerusakan daun yang minimal dibandingkan tanaman kontrol yang mengalami kerusakan parah.



Gambar 2. Respon tomat yang terpapar suhu dingin setelah aplikasi nanopriming (Venzhik *et al.*, 2025)

Aplikasi senyawa tertentu dalam konsentrasi rendah dapat memicu respons pertahanan tanaman, membuatnya lebih siap menghadapi cekaman yang akan datang. Aplikasi asam salisilat (SA), asam jasmonat (JA), atau brasinosteroid telah dilaporkan dapat meningkatkan toleransi terhadap baik cekaman dingin maupun panas dengan memodulasi ekspresi gen pertahanan dan aktivitas sistem antioksidan. Senyawa seperti hidrogen peroksida (H₂O₂) atau nitroprusside (donor nitrik oksida/NO) dalam dosis rendah juga diketahui dapat berfungsi sebagai molekul pensinyalan untuk mempriming respons pertahanan, termasuk aktivasi gen antioksidan. Temuan lain seperti melatonin yang disebutkan sebagai sebuah molekul dengan aktivitas antioksidan kuat, diketahui memiliki potensi dalam meningkatkan toleransi terhadap berbagai cekaman abiotik, termasuk suhu ekstrem, pada berbagai tanaman.

4. Modulator Jalur TOR

Berdasarkan informasi dari temuan Yang *et al.* (2025), penggunaan inhibitor TOR seperti AZD8055 dalam dosis dan waktu yang tepat (misalnya, pra-perlakuan sebelum datangnya cekaman dingin) berpotensi sebagai strategi kimia yang inovatif untuk meningkatkan ketahanan. Namun, aplikasinya di lapangan masih memerlukan kajian lebih mendalam mengenai efikasi, keamanan, dan dampak ekonomi.

KESIMPULAN

Tanaman tomat merespon fluktuasi suhu ekstrem melalui serangkaian perubahan fisiologis, biokimia, dan molekuler yang kompleks dan saling terhubung. Sistem antioksidan (baik enzimatis maupun non-enzimatis) memainkan peran sentral dalam mitigasi kerusakan. Akumulasi osmoprotektan dan induksi HSP (pada cekaman panas) merupakan mekanisme adaptasi kunci. Yang paling menonjol, jalur pensinyalan TOR telah teridentifikasi sebagai integrator pusat yang mengatur keseimbangan antara pertumbuhan dan respons pertahanan. Strategi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketahanan tomat yaitu melalui pemuliaan, intervensi agronomi dan budidaya, aplikasi senyawa eksogen atau priming dan modulator jalur TOR

DAFTAR PUSTAKA

- Aldubai, A. A., Alsadon, A. A., Migdadi, H. H., Alghamdi, S. S., Al-Faifi, S. A., & Afzal, M. (2022). Response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes to heat stress using morphological and expression study. *Plants*, 11(5), 615. <https://doi.org/10.3390/plants11050615>
- Amrutha, V., Reshma, M., Manju, R. V., Anith, K. N., Gopinath, P. P., Sarada, S., & Beena, R. (2024). High temperature stress induced changes in physiological, biochemical, hormonal and gene expression patterns in contrasting tomato genotypes. *Plant Physiology Reports*, 29(4), 872-888. <https://doi.org/10.1007/s40502-024-00829-w>
- Bhattarai, S., Harvey, J. T., Djidonou, D., & Leskovar, D. I. (2021). Exploring morpho-physiological variation for heat stress tolerance in tomato. *Plants*, 10(2), 347. <https://doi.org/10.3390/plants10020347>
- Cao, X., Wu, Z., Jiang, F., Zhou, R., & Yang, Z. (2014). Identification of chilling stress-responsive tomato microRNAs and their target genes by high-throughput sequencing and degradome analysis. *BMC genomics*, 15(1), 1130. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-15-1130>
- Dan, X., Liu, J., Wu, L., Li, X., & Ding, Y. (2025). The Co-Suppression of Translation Elongation Factor-1 α Impairs Plant Growth and Reduces Heat Tolerance in Tomato. *Russian Journal of Plant Physiology*, 72(5), 139. <https://doi.org/10.1134/S1021443725602216>
- Endale, H. T., Tesfaye, W., & Mengstie, T. A. (2023). ROS induced lipid peroxidation and their role in ferroptosis. *Frontiers in cell and Developmental Biology*, 11, 1226044. <https://doi.org/10.3389/fcell.2023.1226044>
- Jagadish, S. K., Way, D. A., & Sharkey, T. D. (2021). Plant heat stress: Concepts directing future research. *Plant, cell & environment*, 44(7), 1992-2005. <https://doi.org/10.1111/pce.14050>
- Kim, J., Jeong, H., Kim, S., & Chae, W. (2025). Pollen traits significantly associated with fruit yield traits under heat stress among large fruit but not cherry fruit tomatoes. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s13580-025-00716-9>
- Shi, C., Liu, B., Song, L., Tang, Y., Chen, J., Shen, X., ... & Ouyang, B. (2025). Physio-biochemical and dynamic transcriptome comparison of heat tolerance in wild and cultivated tomato accessions. *Plant Growth Regulation*, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s10725-025-01322-6>
- Shibaeva, T. G., Sherudilo, E. G., Ikkonen, E., Rubaeva, A. A., Levkin, I. A., & Titov, A. F. (2024). Effects of extended light/dark cycles on solanaceae plants. *Plants*, 13(2), 244. <https://doi.org/10.3390/plants13020244>
- Suhorukova, A. V., Pavlenko, O. S., Demyanchuk, I. S., Sobolev, D. S., Popov, V. N., Goldenkova-Pavlova, I. V., & Tyurin, A. A. (2025). Diversification of Cold Adaptation Strategies in Tomato Plants through Genetic Information Implementation. *Russian Journal of Plant Physiology*, 72(3), 70. <https://doi.org/10.1134/S1021443724610449>
- Theocharis, A., Clément, C., & Barka, E. A. (2012). Physiological and molecular changes in plants grown at low temperatures. *Planta*, 235(6), 1091-1105. <https://doi.org/10.1007/s00425-012-1641-y>
- Torres, R., Diz, V. E., & Lagorio, M. G. (2018). Effects of gold nanoparticles on the photophysical and photosynthetic parameters of leaves and chloroplasts. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 17(4), 505-516. <https://doi.org/10.1039/c8pp00067k>
- Venzhik, Y. V., Naraikina, N. V., Zhukova, K. V., Kartashov, A. V., & Deryabin, A. N. (2025). Nanoprimer Increases Cold Tolerance of Tomato Plants by Affecting Photosynthetic Apparatus and Antioxidant System. *Russian Journal of Plant Physiology*, 72(4), 135. <https://doi.org/10.1134/S1021443725601442>
- Vijayakumar, A., & Beena, R. (2024). Characterizing tomato genotypes for high temperature stress adaptation in field conditions. *Vegetos*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s42535-024-01109-6>
- Yang, Z., Zhang, Y., Ding, Q., Xing, H., Wang, H., Meng, X., ... & Cui, N. (2025). The role of TOR in response to chilling stress in the *Solanum lycopersicum* L. *Plant Growth Regulation*, 105(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10725-024-01263-6>

**PERAN NAUNGAN PEPAYA (*Carica papaya* L.) DAN PISANG (*Musa paradisiaca* L.)
DALAM MENINGKATKAN POPULASI SERANGGA MUSUH ALAMI, PREDATOR DAN
PARASITOID PADA KAKAO (*Theobroma cacao* L.)**

*(The Role of Papaya (*Carica Papaya* L.) and Banana (*Musa Paradisiaca* L.) Shade In Increasing The
Population of Natural Enemy Insects, Predators, and Parasitoids on Cocoa (*Theobroma cacao* L.)*

Christopher Dionisius Arya Abhisa¹, Wiwin Windriyanti¹, Ramadhani Mahendra Kusuma^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa
Timur

Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur

*E-mail korespondensi: ramadhani_mahendra.agro@upnjatim.ac.id

ABSTRACT

*The purpose of this study is to determine the presence of natural enemies and pollinating insects on cocoa plants (*Theobroma cacao* L.). This research was conducted during the vegetative phase, using the method of direct field observation. Insects collected from the nest were brought to the laboratory for observation. The research results show that using yellow traps, 44 insect genera were found in cocoa plantations shaded by papaya, and 38 insect genera were found in cocoa plantations shaded by bananas. The level of insect diversity in cocoa plantations shaded by bananas and papaya is considered good. This finding indicates that the pest population is naturally suppressed by pollinators and natural enemies at the research site. The results of the Shannon-Wiener diversity index (H') analysis showed moderate diversity in both locations, the species evenness index (E') indicated a high category in both locations, the species richness index (R') showed a high category in both areas, and the dominance index (C') indicated a low category for both areas. This research is expected to serve as a foundation for sustainable, environmentally friendly, and ecologically friendly pest control approaches.*

Keywords : *Banana shade, Diversity insect, Natural enemies, Papaya shade, Pollinator insects*

PENDAHULUAN

Serangga adalah kelompok hewan yang paling banyak ditemukan di berbagai wilayah permukaan bumi, termasuk darat, laut, dan udara. Mereka hidup dengan berbagai cara, seperti memakan tumbuhan, serangga, atau hewan lain (Hasyimuddin *et al.*, 2017). Sebagian besar spesies tumbuhan bergantung pada proses penyerbukan yang dibantu oleh berbagai jenis serangga polinator. Proses ini dilakukan oleh serangga polinator liar dan polinator yang dipelihara, seperti lebah. Populasi tumbuhan baik dibudidayakan maupun alami sangat bergantung pada komunitas serangga polinator liar ini. Serangga berfungsi sebagai penyerbukan bunga, meskipun mereka pada dasarnya tidak terlibat secara langsung dalam proses polinasi. Serangga memakan nektar bunga. Namun, secara tidak sengaja, polen atau serbuk sari menempel pada tubuh serangga dan terbawa hingga menempel pada kepala putik bunga lain, menyebabkan penyerbukan terjadi (Tarwotjo *et al.*, 2019).

Berbagai jenis serangga memainkan peran penting dalam proses penyerbukan tanaman berbunga. Menurut Robson (2014), sebagian besar serangga yang berpartisipasi dalam penyerbukan berasal dari ordo Hymenoptera (semut dan lebah), Coleoptera (kumbang), Lepidoptera (kupu-kupu dan ngengat), dan Diptera (lalat). Namun, lebah dari superfamili Apoidea adalah jenis serangga yang berperan paling besar dalam penyerbukan. Lebah biasanya digunakan sebagai penyerbuk dan sangat penting untuk menanam tanaman hortikultura intensif. Sebuah istilah yang digunakan untuk menggambarkan hubungan

antara serangga dan bunga ini adalah mutualisme. Serangga memakan bunga dalam bentuk nektar dan serbuk sari, dan tanaman mendapatkan manfaat dari proses penyerbukan yang dilakukan serangga (Tarwotjo *et al.*, 2019).

Tanaman kakao juga dapat diberikan naungan, dan keanekaragaman serangga dapat dipengaruhi oleh pohon naungan ini. Menurut penelitian, keanekaragaman hayati di perkebunan kakao yang diberi naungan lebih tinggi dibandingkan dengan ekosistem hutan lainnya. Tanaman pisang (*Musa paradisiaca* L.) adalah salah satu jenis pohon yang sering digunakan sebagai naungan di perkebunan kakao. Namun, keragaman serangga pada pohon naungan tersebut masih belum diketahui (Rasiska & Khairullah, 2017). Struktur komunitas arthropoda dibentuk oleh naungan, yang berfungsi sebagai filter ekologis dan secara fundamental mengubah kondisi lingkungan. Dalam sistem agroforestri atau lahan yang ditutupi kanopi, tercipta iklim mikro yang lebih sejuk, lembap, dan terlindung dari sinar matahari langsung.

Pohon pisang (*Musa* sp.) memainkan peran penting dalam menyediakan lingkungan mikro yang stabil bagi serangga yang bermanfaat. Daun-daunnya yang lebar dan rimbun secara efektif memberikan naungan, yang dapat menurunkan suhu udara dan permukaan tanah sekaligus menjaga kelembapan di wilayah tersebut. Kondisi ini menciptakan tempat perlindungan yang ideal bagi serangga, baik musuh alami maupun polinator. Ini memungkinkan mereka untuk berlindung dari predator dan menghindari panas ekstrim pada siang hari (Perfecto *et al.*, 2014). Struktur fisik pohon pisang, mulai dari pelepah hingga serasah di pangkalnya, menyediakan habitat yang kompleks bagi berbagai predator, termasuk kumbang predator dan laba-laba. Kelelawar biasanya menyerbuki bunga pisang, tetapi nektar yang melimpah dari jantung pisang juga menjadi makanan bagi serangga lain, seperti semut dan lebah, yang berkontribusi pada keseimbangan ekosistem (Klein *et al.*, 2007).

Naungan pepaya (*Carica papaya* L.) melakukan banyak hal untuk lingkungan, terutama sebagai pakan floral untuk serangga polinator dan musuh alami. Bunga pepaya, terutama pada tanaman jantan dan hermafrodit, menghasilkan nektar dan polen, yang sangat disukai oleh berbagai jenis lebah, termasuk Apis cerana indica dan Apis dorsata, yang berfungsi sebagai polinator (Dey *et al.*, 2016). Untuk proses penyerbukan tanaman, ketersediaan sumber pakan ini sangat penting. Ini juga penting untuk mendukung populasi musuh alami. Tanon parasitoid, yang merupakan agen pengendali hayati penting, sangat bergantung pada nektar sebagai sumber energi untuk bertahan hidup lebih lama, meningkatkan kesuburan, dan lebih efektif dalam mencari inang hama (Wäckers *et al.*, 2005). Naungan pepaya membantu menjaga populasi musuh alami di lahan pertanian tetap stabil, bahkan ketika populasi hama utama menurun. Oleh karena itu, untuk meningkatkan layanan ekosistem penyerbukan dan pengendalian hama alami, integrasi pohon pepaya ke dalam lanskap pertanian adalah strategi konservasi biologis yang berhasil.

Naungan secara fundamental mengubah kondisi lingkungan dan bertindak sebagai filter ekologis yang membentuk struktur komunitas arthropoda. Dalam sistem agroforestri atau lahan dengan tutupan kanopi, tercipta iklim mikro yang lebih sejuk, lembap, dan terlindung dari paparan sinar matahari langsung. Kondisi ini terbukti sangat menguntungkan bagi kelompok arthropoda yang sensitif terhadap panas dan kekeringan. Sebuah studi terkini pada sistem agroforestri kopi menemukan bahwa kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda tanah, khususnya dari famili *Formicidae* (semut) dan *Staphylinidae* (kumbang rove), secara signifikan lebih tinggi pada lahan dengan tingkat naungan yang rapat dibandingkan lahan yang lebih terbuka (Nadiyah, 2021). Peningkatan populasi semut dan kumbang predator di bawah naungan ini menunjukkan potensi untuk meningkatkan proses dekomposisi serta menekan populasi hama secara hayati, yang pada akhirnya mendukung kesehatan ekosistem pertanian secara keseluruhan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Sampel serangga diambil dari lahan kakao di Desa Curahdukuh, Kecamatan Kraton, Kabupaten Pasuruan (112° 50' 3" Bujur Timur dan 7° 38' 19" Lintang Selatan). Tanaman kakao yang digunakan sebagai penelitian ini, yaitu tanaman kakao varietas sulawesi yang sudah memasuki fase generatif. Fase

vegetatif pada tanaman kakao ditandai dengan munculnya batang dan daun. Tanaman naungan pada lahan penelitian yaitu tanaman pisang dengan varietas kapok merah (*Musa paradisiaca* L.).

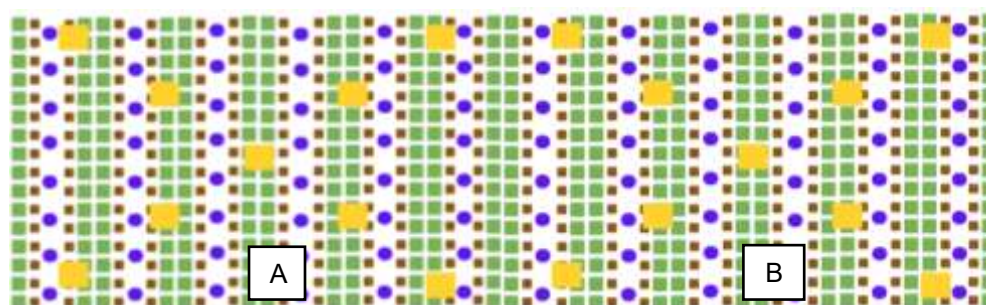
Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan yaitu mikroskop Digital, jarring serangga (sweep net), preparate, hand counter, termohigro meter, pin serangga ukuran 0, 3, 4, 5, plastik koleksi, gelas plastik, pinset, jarum suntik, gunting, ajir, meteran, Microsoft excel, Graphpad Prism, kamera handphone sebagai dokumentasi pengamatan, proses identifikasi dibantu dengan kunci determinasi dan juga aplikasi iNaturalist dan situs web Bugguide.net (<https://bugguide.net>). Bahan yang digunakan adalah alat tulis, lembar pengamatan, yellow trap, alcohol (aseton) 70%, kertas pias, kertas karton, label.

Metode Penelitian

Pengamatan dan Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan pengamatan secara langsung dan penggunaan perangkat digunakan untuk mengetahui keberadaan serangga. Untuk mengumpulkan sampel serangga melalui pengamatan perangkat kuning dipasang secara diagonal dengan jarak sekitar 2 meter antar perangkat. Selama dua bulan, observasi dilakukan dua kali seminggu, dimulai saat tanaman memasuki fase vegetatif. Mengambil sampel serangga dari tanaman kakao adalah bagian dari penelitian ini. Ini dimulai dengan menentukan lokasi sampel, menentukan tata letak dan pemasangan perangkat, mengidentifikasi serangga, dan kemudian menganalisis data untuk mengetahui keanekaragaman serangga di tanaman kakao.



Gambar 1. Denah pemasangan *yellow trap* pada lahan kakao yang ternaungi pisang (A) dan ternaungi papaya (B)

Perangkap *yellow trap* dipasang menggunakan ajir kemudian diletakkan antara tanaman kakao dengan jarak 2 meter antar perangkap. Perangkap *yellow trap* dibuat sebanyak 9 perangkap disetiap lahan berbentuk diagonal untuk mendapatkan sampel. Perangkap dibiarkan selama 24 jam. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari antara pukul 07.00 hingga 09.30, dan serangga yang tertangkap disimpan dalam botol sampel, penangkapan dilakukan 2 kali seminggu (Putriyani *et al.*, 2024)

Identifikasi Serangga

Perhitungan jumlah serangga, identifikasi, lokasi dan waktu pengambilan serangga kemudian dicatat dalam buku catatan. Dilakukan identifikasi sampel serangga yang diperoleh melalui perangkap kuning. Menggunakan trap merah untuk memantau serangga: langkah pertama adalah memasang trap merah di antara tanaman kakao dengan jarak satu meter, dan aplikasi iNaturalis digunakan untuk mencocokkan foto dan karakteristik serangga. Setelah jebakan dipasang, serangga harus diperiksa dan dikumpulkan secara teratur. Untuk menghindari kerusakan spesimen, serangga yang terperangkap harus dipindahkan dengan hati-hati menggunakan pinset atau sikat lembut. Selain itu, harus dicatat berapa banyak dan jenis serangga yang berhasil ditangkap.

Tahap berikutnya adalah identifikasi serangga. Serangga yang dikumpulkan diamati secara morfologi menggunakan kaca pembesar atau mikroskop dengan perbesaran 100x untuk memeriksa bentuk, sayap, antena, dan kakinya. Untuk membantu proses identifikasi, juga diukur dimensi tubuh dan bagian tertentu, seperti panjang sayap. Pada tahap ini, ciri-ciri serangga dicocokkan dengan spesies yang sudah tercatat dengan menggunakan referensi taksonomi dan panduan identifikasi dari buku studi serangga. Jika ada kesulitan dalam mengidentifikasi dapat berkonsultasi dengan ahli entomologi atau

menggunakan aplikasi identifikasi digital sebagai alternatif. Mendokumentasikan dan mencatat spesimen serangga segera setelah ditemukan. Ini termasuk mencatat taksonomi spesies, lokasi, dan tanggal pengumpulan, serta mengambil foto untuk dokumentasi visual (Dharmayanti, 2016). Hasil identifikasi serangga dapat digunakan untuk mengontrol hama atau melindungi keanekaragaman hayati. Misalnya, identifikasi ini dapat membantu mengidentifikasi apakah serangga yang ditemukan adalah pollinator, predator alami, atau hama.

Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan dari penelitian ini yaitu jumlah individu arthropoda yang tertangkap selama penelitian dilakukan, indeks keanekaragaman, indeks kekayaan, indeks kemerataan, dan indeks dominansi arthropoda pada agroekosistem kakao.

1. Indeks Keanekaragaman Serangga

Indeks keanekaragaman serangga pada lahan tanaman kakao dihitung dengan menggunakan indeks Shannon Wiener (H') (Tustiyani *et al.*, 2020).

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \left(\ln \frac{n_i}{N} \right)$$

Keterangan:

H' : indeks keanekaragaman jenis
 n_i : Jumlah individu dari seluruh jenis
 N : Jumlah total individu dari seluruh jenis

Hasil nilai keanekaragaman yang telah didapatkan, bisa dilihat sesuai dengan nilai tolak ukur sebagai berikut :

$H' < 1,0$: Keanekaragaman rendah
 $1,0 < H' < 3,322$: Keanekaragaman sedang
 $H' > 3,322$: Keanekaragaman tinggi

2. Indeks Dominasi Serangga

Indeks dominansi pada suatu lahan tanaman kakao dihitung menggunakan rumus Simpson (Tustiyani *et al.*, 2020) yaitu :

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan :

C : Indeks dominasi
 N_i : Jumlah individu ke- i
 N : Jumlah seluruh individu

Hasil nilai dominansi yang telah didapatkan, bisa dilihat sesuai dengan nilai tolak ukur sebagai berikut :

$0 < C \leq 0,5$: Dominasi rendah
 $0,5 < C \leq 0,75$: Dominasi sedang
 $0,75 < C \leq 1,0$: Dominasi tinggi

3. Indeks Kemerataan

Indeks Kemerataan (Index of Evenness) berfungsi untuk mengetahui kemerataan setiap jenis dalam setiap komunitas yang dijumpai. Indeks kemerataan dapat dihitung dengan rumus berikut dalam (Wijayanto *et al.*, 2022):

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

E : Indeks Kemerataan.
 H' : Keanekaragaman Jenis.

Ln : Logaritma Natural.

S : Jumlah Jenis.

Menurut (Setiarno *et al.*, 2022) kriteria pengukuran pemerataan jenis adalah sebagai berikut:

$E < 0,3$: Tingkat pemerataan jenis tergolong rendah.

$0,3 < E < 0,6$: Tingkat pemerataan jenis tergolong sedang.

$E \geq 0,6$: Tingkat pemerataan jenis tergolong tinggi.

4. Indeks Kekayaan

Indeks kekayaan jenis (species richness) merupakan ukuran kuantitatif yang menggambarkan perbedaan jumlah jenis atau spesies pada suatu komunitas tertentu. Semakin banyak jumlah spesies yang ditemukan dalam suatu komunitas, maka semakin tinggi pula indeks kekayaan jenisnya. Indeks kekayaan jenis dapat diukur menggunakan rumus (Wijayanto *et al.*, 2022):

$$R = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Keterangan:

R : Indeks kekayaan jenis.

S : Jumlah total jenis yang teramati.

ln : Logaritma natural.

N : Jumlah total individu yang teramati.

Kriteria nilai Indeks Kekayaan Jenis Margalef (Wijayanto *et al.*, 2022) adalah sebagai berikut :

$R < 2.5$: Tingkat kekayaan jenis rendah.

$2.5 < R < 4$: Tingkat kekayaan jenis sedang.

$R > 4$: Tingkat kekayaan jenis tinggi.

Analisis data

Penelitian ini bersifat diskriptif kuantitatif. Data hasil penelitian ditabulasi dengan menggunakan GraphPad Prism. Penyajian data disajikan dalam bentuk tabel. Parameter yang diamati meliputi indeks keanekaragaman, indeks kekayaan, indeks pemerataan, dan indeks dominansi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Serangga

Berdasarkan hasil pengamatan pada lahan kakao yang teraungi pohon pisang dan pohon pepaya pada yellow trap, ditemukan total 2.246 musuh alami dan polinator. Rincian jumlah pada tanaman kakao yang teraungi pohon pisang 360 parasitoid, 282 predator, 194 polinator.

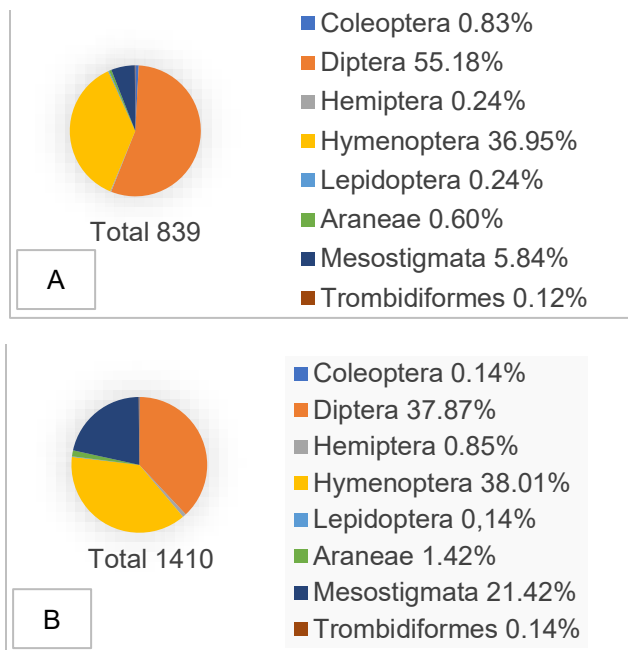
Tabel 1. Jenis dan Populasi Musuh Alami dan Polinator

Jenis Serangga					Σ Populasi (Ekor)	
No.	Insect	Ordo	Famili	Genus	Pisang	Pepaya
1	Insect	Coleoptera	Staphylinidae	Halobrecta	7	2
2				Bezzia	30	10
3				Culicoides	35	38
4				Ceratopogonidae	Dasyhelea	13
5		Downeshelea	11		3	
6		Diptera	Forcipomyia		66	132
7			Dolichopodidae	Argyra	11	5
8				Eutonia	1	2
9				Hybotidae	1	1
10		Lonchopteridae		Lonchoptera	70	90

11		Muscidae	Musca	39	16
12		Phoridae	Phora	1	4
13			Megaselia	182	218
14		Tabanidae	Tabanus	1	0
15		Derbidae	Sikaiana	0	1
16			Deraeocoris	0	1
17	Hemiptera	Miridae	Orthotylus	0	4
18			Renardia	2	4
19		Notonectidae	Cemus	0	2
20			Aphytis	3	2
21		Aphelinidae	Eretmocerus	2	5
22			Encarsia	15	25
23			Microplitis	4	9
24		Braconidae	Cotesia	31	25
25			Pseudognaptodon	38	33
26		Ceraphronidae	Ceraphron	5	7
27		Eulophidae	Melittobia	3	2
28			Aprostocetus	7	2
29	Hymenoptera		Acanthognathus	29	28
30			Camponotus	11	7
31		Formicidae	Oecophylla	0	1
32			Tapinoma	69	84
33			Brachymyrmex	23	205
34			Anagrus	47	92
35		Mymaridae	Cnecomymar	14	7
36			Gonatocerus	7	5
37		Trichogrammatidae	Trichogramma	4	2
38	Lepidoptera	Lycaenidae	Athamas	2	2
39		Araneidae	Araneus	2	11
40	Araneae	Salticidae	Synemosyna	0	8
41		Theridiidae	Coleosoma	3	1
42	Arachnida	Laelapidae	Cornodendrolaelaps	3	4
43		Parasitidae	Coleogamasus	46	298
44	Trombidiformes	Erythraeidae	Callidosoma	1	2
JUMLAH			44	839	1410

Rincian jumlah pada tanaman kakao yang ternaungi pohon papaya 438 parasitoid, 763 predator, 209 polinator. Keanekaragaman musuh alami dan pollinator pada lahan kakao yang dinaungi pohon pisang terdiri dari 8 ordo, 24 famili, 38 genus. Keanekaragaman musuh alami dan pollinator pada lahan kakao yang ternaungi pohon papaya terdiri dari 8 ordo, 26 famili, 44 genus. Secara keseluruhan, musuh alami dan pollinator yang teridentifikasi pada lahan tersebut mencakup 8 ordo, antara lain *Coleoptera*, *Diptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Araneae*, *Mesostigmata*, *Trombidiformes*. Selain itu, ditemukan juga 26 famili yang meliputi *Staphylinidae*, *Aphelinidae*, *Ceratopogonidae*, *Dolichopodidae*, *Hybotidae*, *Lonchopodidae*, *Muscidae*, *Phoridae*, *Tabanidae*, *Derbidae*, *Miridae*, *Notonectidae*, *Aphelinidae*, *Braconidae*, *Ceraphronidae*, *Eulophidae*, *Formicidae*, *Mymaridae*, *Trichogrammatidae*, *Lycaenidae*, *Araneidae*, *Salticidae*, *Theridiidae*, *Laelapidae*, *Parasitidae*, *Erythraeidae*. Genus yang didapatkan 44 yang meliputi *Halobrecta*, *Eretmocerus*, *Bezzia*, *Culicoides*, *Dasyhelea*, *Downshelea*, *Forcipomyia*, *Argyra*, *Eutonia*, *Drapetis*, *Lonchopoda*, *Musca*, *Phora*, *Tabanus*, *Sikaiana*, *Deraeocoris*, *Orthotylus*, *Renardia*,

Cemus, Aphytis, Encarsia, Microplitis, Cotesia, Pseudognaptodon, Ceraphron, Melittobia, Aprostocetus, Acanthognathus, Camponotus, Oecophylla, Tapinoma, Brachymyrmex, Anagrus, Cnecomymar, Gonatocerus, Megaselia, Trichogramma, Athamas, Araneus, Synemosyna, Coleosoma, Cornodendrolaelaps, Coleogamasus, Callidosoma, Leptus.



Gambar 2. Persentase musuh alami dan pollinator pada lahan kakao yang dinaungi pohon pisang (A) dan pohon pepaya (B) berdasarkan ordo.

Gambar 1 menunjukkan bahwa persentase ordo tertinggi pada lahan kakao yang ternaungi pohon pisang adalah ordo Diptera sebesar 55,18% dan ordo *Hymenoptera* sebesar 38,01% pada lahan kakao yang ternaungi pohon pepaya. Kondisi ekosistem di suatu wilayah berkorelasi dengan keanekaragaman serangga di sana. Semakin banyak jenis serangga yang berbeda menunjukkan bahwa ekosistem tersebut masih dalam kondisi baik (Windriyanti *et al.*, 2023). Karena iklim mikro yang lebih sejuk dan lembab menurunkan suhu ekstrem pada imago sekaligus menyediakan substrat basah gelap (serasah, kayu lapuk, jamur, atau epifit) yang penting bagi banyak larva Diptera dan tempat inang bersembunyi, yang meningkatkan kelangsungan hidup dan keberhasilan mencari mangsa atau inang (Jarrett *et al.*, 2024). Serangga predator seperti Dolichopodidae dan parasitoid seperti Tachinidae hidup lebih baik di hutan tropis karena kompleksitas ruang yang dihasilkan oleh struktur berlapis. Kedua famili ini terbukti lebih banyak ditemukan di strata kanopi, dan mereka menunjukkan bahwa mereka lebih suka lingkungan berstruktur dan ternaungi daripada lantai terbuka. Selain itu, sistem agroforestri yang lebih teduh biasanya menyediakan kombinasi sumber daya yang mendukung kelimpahan Diptera (de Souza Amorim *et al.*, 2022).

Habitat dan sumber daya yang lebih beragam di lahan kakao yang dinaungi pohon pepaya membuat ordo Hymenoptera lebih tinggi di sana dibandingkan dengan lahan kakao tanpa naungan. Serangga Hymenoptera sangat menyukai iklim mikro yang lebih stabil dengan kelembaban dan suhu ideal yang diciptakan oleh pohon naungan seperti pepaya (Dissanayaka *et al.*, 2024). Ini adalah tempat yang sangat disukai oleh serangga untuk berlindung, mencari makan, dan berkembang biak (Dissanayaka *et al.*, 2024). Selain itu, bunga pohon naungan menarik serangga penyerbuk dan parasitoid yang penting bagi ekosistem kakao, memberikan nektar dan serbuk sari tambahan (Indriati *et al.*, 2020).

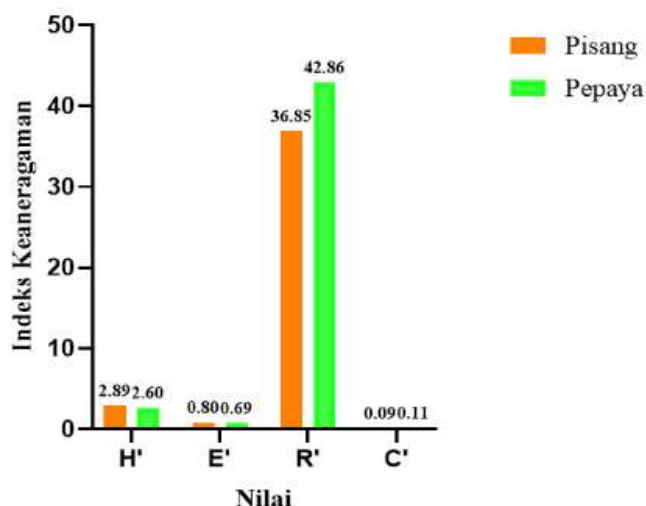
Pohon naungan meningkatkan keragaman struktural ekosistem agroforestry dan memberi musuh alami hama kakao, seperti semut dan tawon parasitoid, lebih banyak tempat bersarang dan persembunyian. Dengan demikian, populasi musuh alami ini secara efektif mengendalikan hama kakao, seperti kepik penghisap buah, melalui mekanisme pengendalian hayati alami. Pada akhirnya, ini dapat meningkatkan produktivitas kakao dan mengurangi ketergantungan pada pestisida. Akibatnya, sistem agroforestri yang mengandung pohon pisang dan pepaya meningkatkan keseimbangan ekosistem dan

mendukung keanekaragaman serangga, terutama dari ordo *Hymenoptera*. *Hymenoptera* populasi 36.95% di lahan kakao dengan pohon pisang dan Diptera populasi 37.87% di lahan kakao dengan pohon pepaya. Ada juga berbagai Ordo yang ditemukan di lahan kakao, seperti Mesostigmata 5.84% dan 21.42%, Coleoptera 0,83% dan 0,14%; Hemiptera 0,24% dan 0,85%; *Lepidoptera* 0,24% dan 0,14%; *Aranae* 0,60% dan 1,42%; dan *Trombidiformes* 0,12% dan 0,14%. Sistem agroforestri menciptakan lingkungan yang stabil dengan kelembaban dan suhu yang stabil. Ini adalah kondisi yang ideal untuk kelangsungan hidup dan perkembangbiakan berbagai serangga dan laba-laba (Indriati *et al.*, 2020).

Arthropoda, termasuk serangga polinator (Diptera dan Lepidoptera) dan musuh alami (*Coleoptera*), tertarik pada sumber makanan tambahan dari bunga dan serasah organik. Studi menunjukkan bahwa keanekaragaman tanaman naungan seperti pisang meningkatkan kelimpahan dan keragaman arthropoda (Noriega *et al.*, 2018). Diversitas struktural diberikan oleh keberadaan pohon pisang dan pepaya. Vegetasi berlapis-lapis ini, dari kanopi atas hingga serasah daun di tanah, menjadi habitat penting bagi berbagai ordo, termasuk laba-laba (*Aranae*) dan tungau predator (*Mesostigmata*, *Trombidiformes*). Kompleksitas ini meningkatkan populasi musuh alami, yang membantu mengendalikan hama hayati dan populasi serangga penyerbuk yang beragam. Secara keseluruhan, ini meningkatkan ketahanan ekosistem kakao (Noriega *et al.*, 2018).

2. Keanekaragaman Musuh Alami dan Polinator

Keanekaragaman musuh alami dan polinator berperan penting dalam ekosistem pertanian. Penilaian keanekaragaman musuh alami pada tanaman kakao yang ternaungi pohon pisang dan pohon pepaya dilakukan menggunakan beberapa indeks, termasuk indeks keanekaragaman jenis (H'), indeks kemerataan jenis (E'), indeks kekayaan jenis (R'), dan indeks dominansi (C'). Hasil analisis dari indeks-indeks tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini,



Gambar 3. Indeks Keanekaragaman Serangga pada Lahan kakao

2.1. Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman jenis (H') menunjukkan bahwa nilai pada lahan kakao yang ternaungi pohon pisang adalah sebesar 2,89 dan pada lahan kakao yang ternaungi pohon pepaya sebesar 2,60. Melihat nilai indeks keanekaragaman tersebut diantara 1-3 maka keanekaragaman jenis pada lahan tersebut termasuk kategori sedang, yang dapat diartikan mengarah kedalam kondisi baik. Nilai indeks keanekaragaman pada lahan kakao dengan tanaman naungan pisang lebih tinggi daripada lahan kakao yang ternaungi pohon pepaya sehingga menunjukkan bahwa kanopi yang lebih lebar dapat meningkatkan nilai indeks keanekaragaman jenis. keberagaman arthropoda lebih tinggi pada sistem agroekosistem pisang berbasis campuran spesies dibandingkan dengan *monoculture*, dengan spesies *Hymenoptera* predator dan parasit lebih banyak ditemukan, yang memiliki kualitas tanah lebih baik (Vera-aviles *et al.*, 2020).

2.2. Indeks Kemerataan Jenis (E')

Hasil perhitungan indeks kemerataan jenis (E') menunjukkan bahwa nilai pada lahan kakao yang ternaungi pohon pisang adalah sebesar 0,80 dan pada lahan kakao yang ternaungi pohon pepaya sebesar 0,69. Melihat nilai indeks kemerataan tersebut diantara 0,6 - 1 maka kemerataan jenis pada kedua lahan termasuk kategori tinggi, yang dapat diartikan semua jenis musuh alami dan serangga polinator menyebar secara merata pada lahan tanpa ada yang mendominasi. Tingginya nilai indeks kemerataan jenis dapat dipengaruhi oleh lingkungan yang menyediakan makanan dan habitat bagi musuh alami dan serangga polinator. Sehingga, musuh alami dan polinator tidak mengalami persaingan dan menyebar merata pada lahan. Keseragaman yang lebih tinggi sering dikaitkan dengan ekosistem yang lebih stabil, yang dapat berkontribusi pada peningkatan hasil dan keberlanjutan dalam praktik pertanian (Marcelino *et al.*, 2024).

2.3. Indeks Kekayaan Jenis (R')

Hasil perhitungan indeks kekayaan jenis (R') menunjukkan bahwa nilai pada lahan kakao yang ternaungi pohon pisang adalah sebesar 36,85 dan pada lahan kakao yang ternaungi pohon pepaya sebesar 42,86. Kedua nilai tersebut lebih dari 5 yang dapat diartikan bahwa kekayaan jenis pada kedua lahan termasuk dalam kategori tinggi. menunjukkan bahwa ekosistem Pepaya lebih tangguh terhadap perubahan lingkungan dan lebih mampu mempertahankan fungsinya. Penelitian terbaru menekankan bahwa tanaman dengan ketahanan tinggi berperan penting dalam menjaga stabilitas agroekosistem, meningkatkan produktivitas pertanian, dan menghadapi tekanan akibat perubahan iklim dan peristiwa cuaca ekstrem (Asghar *et al.*, 2025). dan juga menunjukkan bahwa keberagaman spesies dalam agroekosistem berkontribusi pada ketahanan terhadap stres lingkungan (Wan *et al.*, 2024).

2.4. Indeks Dominansi (C')

Hasil perhitungan indeks dominansi (C') menunjukkan bahwa nilai pada lahan kakao yang ternaungi pohon pisang adalah sebesar 0,09 dan pada lahan kakao yang ternaungi pohon pepaya sebesar 0,11. Kedua nilai tersebut kurang dari 0,5 yang dapat diartikan bahwa indeks dominansi pada kedua lahan termasuk dalam kategori rendah. rendahnya konektivitas habitat memengaruhi proses ekologis seperti penyerbukan, penyebaran biji, dan pergerakan spesies liar, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan keragaman spesies dan fungsi ekosistem (Wang *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil keanekaragaman serangga musuh alami dan pollinator di Desa Curahdukuh, Kecamatan Kraton, Kabupaten Pasuruan, diperoleh kesimpulan bahwa Total populasi serangga musuh alami dan polinator yang ditemukan pada lahan kakao dengan naungan pisang sejumlah 839 individu yang terdiri dari 2 kelas, 8 ordo, 24 famili, dan 38 genus. Populasi musuh alami dan pollinator yang ditemukan pada lahan kakao dengan naungan pohon pepaya berjumlah 1410 individu terdiri dari 2 kelas, 8 ordo, 26 famili, dan 44 genus. Perbedaan nilai indeks keanekaragaman (H'), kemerataan (E'), kekayaan jenis (R'), dan dominansi (C') antara tanaman kakao yang ternaung pisang dan pepaya disebabkan oleh perbedaan kondisi mikroklimat dan karakteristik ekologis dari kedua jenis tanaman penaung tersebut. Naungan pisang yang lebih rapat menciptakan lingkungan dengan suhu yang lebih stabil, kelembapan yang tinggi, serta serasah daun yang melimpah, sehingga mendukung komunitas serangga yang lebih beragam, merata, dan seimbang (H' dan E' tinggi, C' rendah). Sementara itu, naungan pepaya dengan tajuk yang lebih terbuka menghasilkan kondisi yang lebih panas dan kering, namun menarik lebih banyak jenis serangga pengunjung seperti polinator karena keberadaan bunga dan sumber nektar, sehingga meningkatkan kekayaan jenis (R') tetapi menurunkan keanekaragaman dan kemerataan komunitas. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan struktur tajuk, intensitas cahaya, kelembapan, serta ketersediaan sumber pakan dan tempat berlindung merupakan faktor utama yang menyebabkan variasi nilai indeks keanekaragaman serangga pada tanaman kakao yang ternaung pisang dan pepaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Asghar, W., Craven, K. D., Swenson, J. R., Kataoka, R., Mahmood, A., & Farias, J. G. (2025). Enhancing the Resilience of Agroecosystems Through Improved Rhizosphere Processes: A Strategic Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(1), 1–29. <https://doi.org/10.3390/ijms26010109>
- de Souza Amorim, D., Brown, B. V., Boscolo, D., Ale-Rocha, R., Alvarez-Garcia, D. M., Balbi, M. I. P. A., de Marco Barbosa, A., Capellari, R. S., de Carvalho, C. J. B., Couri, M. S., de Vilhena Perez Dios, R., Fachin, D. A., Ferro, G. B., Flores, H. F., Frare, L. M., Gudín, F. M., Hauser, M., Lamas, C. J. E., Lindsay, K. G., Rafael, J. A. (2022). Vertical stratification of insect abundance and species richness in an Amazonian tropical forest. *Scientific Reports*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05677-y>
- Dey, K., Mondal, S., & Mandal, S. (2016). Flower-visitor diversity with reference to pollen dispersal and pollination of *Carica papaya* L. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 3(2), 65–71. <http://s-o-i.org/1.15/ijarbs-2016-3-2-12>
- Dharmayanti, R. I. & N. I. (2016). Jurnal biologi Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*, 12(2), 2.
- Dissanayaka, D. M. N. S., Udumann, S. S., & Atapattu, A. J. (2024). Synergies Between Tree Crops and Ecosystems in Tropical Agroforestry. *Agroforestry*, 49–87. <https://doi.org/10.1002/9781394231164.ch3>
- Hasyimuddin, Syahribulan, & Usman, A. A. (2017). Peran Ekologis Serangga Tanah Di Perkebunan Patallassang Kecamatan Patallassang Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Biology for Life*, 1(10), 70–78. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/download/4818/4322>
- Indriati, G., Susilawati, & Puspitasari, M. (2020). Insect diversity of cacao (*Theobroma cacao* L.) plantation under different shade trees in Pakuwon, Sukabumi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 418(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012017>
- Jarrett, C., Cyril, K., Haydon, D. T., Wandji, C. A., Ferreira, D. F., Welch, A. J., Powell, L. L., & Matthiopoulos, J. (2024). Fewer pests and more ecosystem service-providing arthropods in shady African cocoa farms: Insights from a data integration study. *Journal of Applied Ecology*, 61(2), 304–315. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14563>
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Marcelino, S. M., Gaspar, P. D., do Paço, A., Lima, T. M., Monteiro, A., Franco, J. C., Santos, E. S., Campos, R., & Lopes, C. M. (2024). Agricultural Practices for Biodiversity Enhancement: Evidence and Recommendations for the Viticultural Sector. *AgriEngineering*, 6(2), 1175–1194. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020067>
- Nadiyah, F. A. (2021). Keanekaragaman Arthropoda Tanah Di Agroforestri Kopi (*Coffea* sp.) di Desa Tambaksari Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Noriega, J. A., Hortal, J., Azcárate, F. M., Berg, M. P., Bonada, N., Briones, M. J. I., Del Toro, I., Goulson, D., Ibanez, S., Landis, D. A., Moretti, M., Potts, S. G., Slade, E. M., Stout, J. C., Ulyshen, M. D., Wackers, F. L., Woodcock, B. A., & Santos, A. M. C. (2018). Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic and Applied Ecology*, 26, 8–23. <https://doi.org/10.1016/J.BAAE.2017.09.006>
- Perfecto, I., Vandermeer, J., & Philpott, S. M. (2014). Complex ecological interactions in the coffee agroecosystem. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 137–158. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091923>
- Putriyani, R., Saylendra, A., Putri, W. E., & Sulistyorini, E. (2024). Keanekaragaman Serangga di Kebun Teh PTPN VIII di Goalpara Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 20(1), 54–63. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2024.20.1.54>
- Rasiska, S., & Khairullah, A. (2017). Efek Tiga Jenis Pohon Penabung terhadap Keragaman Serangga pada Pertanaman Kopi di Perkebunan Rakyat Manglayang, Kecamatan Cilengkrang, Kabupaten Bandung. *Agrikultura*, 28(3), 161–166. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i3.15750>
- Robson, D. B. (2014). Identification of plant species for crop pollinator habitat. *Journal of Pollination*

- Ecology*, 14(21), 218–234. [https://doi.org/https:// doi.org/10.26786/1920-7603\(2014\)21](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2014)21)
- Tarwotjo, U., Hadi, M., & Rahadian, R. (2019). Variasi Warna Dan Ketinggian Sticky Trap Dengan Atraktan Methyl Eugenol Sebagai Pengikat Serangga Polinator Dan Serangga Lainnya Pada Musim Bunga Pohon Jambu Air Merah Delima. *Jurnal Bioma*, 21(1), 86–90.
- Tustiyani, I., Utami, V. F., & Tauhid, A. (2020). Identifikasi Keanekaragaman Dan Dominasi Serangga Pada Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) Dengan Teknik Yellow Trap. *Agritrop : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 18(1), 89–97. <https://doi.org/10.32528/agritrop.v18i1.3258>
- Vera-aviles, D., Suarez-capello, C., Llugany, M., Poschenrieder, C., De Santis, P., & Cabezas-guerrero, M. (2020). Arthropod diversity influenced by two musa-based agroecosystems in ecuador. *Agriculture (Switzerland)*, 10(6), 1–13. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060235>
- Wäckers, F. L., Van Rijn, P. C. J., & Bruin, J. (2005). Plant-provided food for carnivorous insects: A protective mutualism and its applications. *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and Its Applications*, June, 1–356. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511542220>
- Wan, N. F., Dainese, M., Wang, Y. Q., & Loreau, M. (2024). Cascading social-ecological benefits of biodiversity for agriculture. *Current Biology*, 34(12), R587–R603. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.05.001>
- Wijayanto, M. A., Windriyanti, W., dan Rahmadhini, N. 2022. Biodiversitas arthropoda permukaan dan dalam tanah pada kawasan agroforestri di Kecamatan Wonosalam Jombang Jawa Timur. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), 1090-1102
- Windriyanti, W., Rahmadhini, N., Fernando, I., & Kusuma, R. M. (2023). Arthropods discovered on refugio flowering plants in *Mangifera indica* plantation. *Biodiversitas*, 24(9), 4747–4754. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240915>

PENGARUH PENGGUNAAN CMS (CONDENSED MOLASSES SOLUBLES) DALAM PAKAN TERHADAP KANDUNGAN KOLESTEROL, PROTEIN, LEMAK DAN WARNA KUNING TELUR ITIK PETELUR MOJOSARI

(The Effect of Using CMS (Condensed Molasses Solubles) in Feed on the Cholesterol, Protein, Fat, and Egg Yolk Color Of Eggs In Laying Ducks Mojosari)

Lintang Djati Dhara Pramesthi^{1*} dan Osfar Sjoftan²

¹Mahasiswa Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya

²Dosen Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya

*E-mail korespondensi: osfar@ub.ac.id

ABSTRACT

Low egg consumption is caused by high fat and cholesterol content. The purpose of this study was to determine the effect of using Condensed Molasses Solubles (CMS) in feed on cholesterol, protein, fat, and egg yolk color content in Mojosari laying ducks. The materials used were 100 laying ducks aged 34 weeks and CMS produced by PT. Daesang Ingredients Indonesia. The method used was a field experiment using a Completely Randomized Design (CRD), consisting of 5 treatments with 4 replicates for each treatment. Each replicate consisted of 5 Mojosari ducks. The duck feed treatments consisted of T0: 100% basal feed, T1: 97.5% basal feed + 2.5% CMS, T2: 95% basal feed + 5.0% CMS, T3: 92.5% basal feed + 7.5% CMS, T4: 90.0% basal feed + 10.0% CMS. The variables observed were cholesterol, protein, fat, and egg yolk color content. The data obtained will be analyzed using analysis of variance (ANOVA). If the test results show a significant effect on the treatment, further analysis will be performed using Duncan's Multi Range Test (DMRT). The results showed that the treatment had a very significant effect ($P < 0.01$) on the cholesterol, fat, and protein content of the egg yolk, but no significant effect ($P > 0.05$) on the intensity of the egg yolk color. The results of the study concluded that the use of 7.5% CMS gave the best results.

Keywords : CMS, cholesterol, egg yolk color, fat, protein

PENDAHULUAN

Badan Pusat Statistik (2024) menyatakan bahwa populasi penduduk di Indonesia pada tahun 2023 sebanyak 275.719,9 juta jiwa, populasi tersebut mengalami peningkatan sehingga menjadi 281.603,8 juta jiwa pada tahun 2024. Peningkatan populasi penduduk diiringi dengan meningkatnya konsumsi pangan sumber protein. Pangan sumber protein nabati lebih banyak dikonsumsi dibandingkan dengan pangan sumber protein hewani. Hal tersebut disebabkan oleh harga protein nabati lebih murah, rendah lemak, dan tidak mengandung kolesterol sehingga masyarakat menganggap bahwa protein nabati lebih sehat untuk dikonsumsi jangka panjang (Umaroh dan Vinantia, 2018). Padahal protein hewani memiliki keunggulan dibandingkan dengan protein nabati yaitu komposisi asam amino lebih lengkap, mengandung zat besi yang mudah diserap, nilai cerna protein lebih baik (Oktaviani dkk., 2018). Susunan asam amino yang lebih kompleks menjadikan kualitas protein hewani lebih tinggi dibandingkan dengan protein nabati (Hetrik dkk., 2024).

Protein hewani meliputi telur, susu, dan daging. Konsumsi telur di Indonesia lebih banyak jika dibandingkan dengan konsumsi susu dan daging. Berdasarkan data Badan Pangan Nasional (2024) bahwa konsumsi telur sebanyak 7,2 kg per kapita per tahun sedangkan susu 2,6 kg per kapita per tahun dan daging 3,3 kg per kapita per tahun. Telur lebih banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena telur relatif lebih murah dibandingkan sumber protein hewani lainnya. Telur yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia yaitu telur ayam ras dan telur itik. Konsumsi telur itik hanya 0,157 butir per kapita per minggu sedangkan telur ayam mencapai 0,715 butir per kapita per minggu. Salah satu faktor yang menyebabkan

rendahnya konsumsi telur itik yaitu kandungan kolesterol dan lemak telur itik yang lebih tinggi dibandingkan dengan telur ayam (Indriati dan Yuniarsih, 2021). Telur ayam mengandung zat gizi seperti protein sebesar 12,8% dan lemak sebesar 11,8% (Wulandari dan Arief, 2022) serta kolesterol sebesar 17,08 mg/100mg kuning telur (Nizajuha dkk., 2018). Telur itik mengandung protein sebesar 13,3% dan lemak sebesar 14,5% (Ulu dkk., 2024) serta kolesterol sebesar 38,15 mg/100mg kuning telur (Ganesan *et al.*, 2014). Kandungan protein telur itik yang lebih tinggi berpotensi untuk dijadikan salah satu komoditas untuk pemenuhan kebutuhan protein hewani.

Itik Mojosari merupakan salah satu jenis itik yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Produksi telur itik Mojosari mampu mencapai 80% dari total populasi, mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan, dan relatif tahan terhadap penyakit (Indrawati dkk., 2015). Itik mojosari mampu memproduksi telur sebanyak 250-300 butir per tahun dengan berat telur perbutir sebesar 70-80 gram (Meylani dkk., 2025). Warna cangkang yang khas biru kehijauan serta warna kuning telur yang lebih orange jika dibandingkan dengan kuning telur ayam, sehingga menjadikan telur itik memiliki daya tarik tersendiri bagi konsumen atau pasar. Postur tubuh relatif kecil dengan rata rata bobot badan itik dewasa sekitar 1.7 kg (Mulyati, 2021), sehingga dari segi biaya pemeliharaan lebih murah jika dibandingkan dengan jenis itik lainnya yang memiliki bobot badan lebih besar. Bobot badan berpengaruh terhadap konsumsi pakan yang dibutuhkan, semakin besar bobot badan maka konsumsi pakan cenderung meningkat karena kebutuhan energi dan nutrisi untuk mempertahankan dan menambah bobot tubuh juga lebih tinggi.

Pakan merupakan komponen biaya terbesar dalam pengeluaran usaha peternakan, biayanya dapat mencapai 60-70% dari total biaya produksi (Widharto dan Risyani, 2020). Namun, fluktuasi harga pakan komersil yang tidak stabil menjadikan salah satu acaman bagi peternak karena dapat meningkatkan biaya produksi dan menekan keuntungan usaha. Selain itu, pakan yang diberikan memiliki peran penting tidak hanya terhadap pertumbuhan dan produktifitas ternak, tetapi juga dapat berpengaruh terhadap kualitas telur, baik kualitas internal telur, kualitas eksternal telur dan nilai gizi telur. Kandungan protein pada pakan menjadi unsur penting yang diperlukan untuk pertumbuhan dan efisiensi pakan unggas. Mahalnya harga bahan pakan yang memiliki kandungan protein tinggi menyebabkan penggunaan pakan yang harus efisien dan tidak mengganggu produktifitas ternak. Upaya yang dapat dilakukan untuk mendapatkan pakan unggas dengan harga yang terjangkau tetapi kandungannya mampu untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak yaitu dengan menggunakan pakan tambahan yang berasal dari hasil samping olahan bahan pertanian (Simanjuntak dkk., 2024).

Condensed Molasses Solubles (CMS) merupakan hasil samping pengolahan produk bumbu masak monosodium glutamat (MSG) yang berasal dari tebu yang telah mengalami proses fermentasi yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan pakan unggas. *Condensed Molasses Solubles* merupakan bagian dari protein sel tunggal yang memiliki kandungan nutrisi seperti 32,02% protein kasar, 0.46% lemak kasar, 11.39% abu, 2,97% nitrogen non protein, dan asam amino (AA) yang terdiri dari 5,52% asam glutamat, 1,47% asam alanin, dan 1,20% asam aspartat (Simanjuntak *et al.*, 2025). Kandungan protein yang tinggi dapat membantu dalam pembentukan jaringan tubuh, mengganti jaringan yang rusak, memenuhi kebutuhan berproduksi dan kelebihanannya akan diubah menjadi energi. Protein dalam pakan akan dikonsumsi lalu dipecah menjadi asam amino yang diserap oleh tubuh untuk menjadi protein jaringan dan telur (Fadhilah, 2022).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai Pengaruh Penggunaan CMS (*Condensed Molasses Solubles*) Dalam Pakan Terhadap Kandungan Kolesterol, Protein, Lemak dan Warna Kuning Telur Itik Petelur Mojosari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan CMS (*Condensed Molasses Solubles*) dalam pakan terhadap kandungan kolesterol, protein, lemak dan warna kuning telur itik petelur mojosari. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan wawasan serta informasi kepada kalangan akademik, pembaca maupun masyarakat umum khususnya bagi peternak itik petelur, tentang pengaruh penggunaan CMS (*Condensed Molasses Solubles*) dalam pakan terhadap kandungan kolesterol, protein, lemak dan warna kuning telur itik petelur mojosari.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan pada bulan Maret hingga Mei 2025. Lokasi pemeliharaan itik di peternakan panggah lancar terletak di Jalan Raya Sawahan RT 09 RW 03, Dusun

Prembangan, Sawahan, Turen, Malang. Pengambilan data warna kuning telur dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Universitas Brawijaya. Uji kadar lemak, protein, dan kolesterol kuning telur dilaksanakan di Laboratorium Klinik Hewan (Diagnosa dan Riset) Satwa Sehat Indonesia.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan itik mojosari berumur 32 minggu dari peternakan itik panggah lancar sebanyak 100 ekor. Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan lapang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat 5 perlakuan dengan masing masing perlakuan terdapat 4 ulangan. Pada setiap ulangan terdiri dari 5 ekor itik Mojosari. Peralatan yang digunakan adalah timbangan digital untuk menimbang pakan pada saat pencampuran pakan, lampu, yolk colour chart untuk mengukur warna kuning telur, egg tray untuk wadah telur, spidol untuk mencatat label, dan kertas label. Pemeliharaan akan dilakukan selama 60 hari dengan Perlakuan pemberian pakan itik mojosari yang dilakukan sebagai berikut:

- P0 : 100% Pakan Basal
- P1 : 97.5% Pakan Basal + 2,5% CMS
- P2 : 95% Pakan Basal + 5,0% CMS
- P3 : 92.5% Pakan Basal + 7,5% CMS
- P4 : 90.0% Pakan Basal + 10,0% CMS

Pengambilan data sampel data warna kuning telur, dilakukan setiap 2 minggu sekali. Berikut langkah langkah yang dilakukan untuk pengambilan data sampel warna kuning telur: sampel telur diambil 1 butir pada setiap perlakuan dan ulangan secara acak. Kemudian diberi label dan diletakkan pada egg tray. Selanjutnya dipisahkan kuning dengan putih telurnya menggunakan egg separator. Diukur kecerahan kuning telur menggunakan yolk colour chart dengan skala 1-15. Catat hasil pengukuran warna kuning telur itik.

Pengambilan data kadar kolesterol, lemak, dan protein dilakukan pada minggu ke-42 atau pada akhir fase pemeliharaan. Berikut langkah langkah yang dilakukan untuk pengambilan data sampel kadar kolesterol, lemak, dan protein kuning telur: Sampel telur diambil 1 butir pada setiap perlakuan dan ulangan secara acak. Kemudian diberi label dan diletakkan pada egg tray. Selanjutnya dipisahkan kuning dengan putih telurnya menggunakan egg separator. Pengujian kandar kolesterol, protein, dan lemak menggunakan metode spektrofotometri.

Tabel 1. Kandungan nutrisi pakan perlakuan

Perlakuan	Kandungan Nutrisi					
	Bahan Kering (%) [*]	Abu (%) [*]	Protein Kasar (%) [*]	Serat Kasar (%) [*]	Lemak Kasar (%) [*]	Gross Energy (Kkal/kg) [*]
P0	90,20	15,13	15,32	3,55	10,09	4471,68
P1	89,85	13,09	15,93	3,49	8,91	3359,84
P2	88,70	14,05	16,54	2,91	9,30	4628,27
P3	86,94	13,61	17,16	5,13	8,95	3188,11
P4	85,38	14,38	17,77	2,87	9,12	4949,11

^{*}Hasil analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

Analisis data

Data penelitian yang diperoleh akan dianalisis menggunakan bantuan Microsoft Excel. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan analysis of variance (ANOVA) dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang diperoleh dari 5 perlakuan dan 4 kali ulangan. Apabila hasil uji yang didapatkan berpengaruh nyata pada perlakuan, maka akan dilakukan analisis lanjutan menggunakan Duncan's Multi Range Test (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rataan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh penggunaan CMS (*Condensed Molasses Solubles*) dalam pakan terhadap kandungan kolesterol, protein, lemak, dan warna kuning telur itik petelur mojosari disajikan pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan CMS

(*Condensed Molasses Solubles*) dalam pakan berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan kolesterol, protein, lemak kuning telur itik petelur mojosari, namun tidak berpengaruh nyata terhadap warna kuning telur itik petelur mojosari.

Tabel 2. Data rata-rata pengaruh perlakuan terhadap kandungan kolesterol, protein, lemak, dan warna kuning telur itik petelur mojosari

Perlakuan	Parameter			
	Kolesterol	Lemak	Protein	Warna Yolk
P0	12,11 ±0,08 ^c	39,96 ±0,19 ^e	40,26 ±2,02 ^a	18,63 ±0,28
P1	9,60 ±0,09 ^b	32,14 ±0,80 ^c	37,84 ±5,76 ^a	18,13 ±0,38
P2	10,72 ±0,20 ^c	37,50 ±0,05 ^d	43,87 ±2,76 ^b	18,38 ±0,28
P3	8,56 ±0,20 ^a	12,94 ±0,02 ^b	38,95 ±0,08 ^a	18,25 ±0,47
P4	12,61 ±0,60 ^d	10,45 ±0,08 ^a	37,32 ±0,55 ^a	18,44 ±0,45

Keterangan: Superskrip^(a-e) pada kolom yang sama memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$)

Pengaruh perlakuan terhadap kolesterol kuning telur itik petelur mojosari

Rataan hasil pengaruh perlakuan terhadap kandungan kolesterol kuning telur itik petelur mojosari dapat dilihat pada tabel 2. Tabel 2 menunjukkan kandungan kolesterol kuning telur itik petelur mojosari berdasarkan masing-masing perlakuan yaitu P0 (12,11 ± 0,08); P1 (9,60 ± 0,09); P2 (10,72 ± 0,20); P3 (8,56 ± 0,20) dan P4 (12,61 ± 0,60). Rata-rata kandungan kolesterol terendah pada P3 yaitu 8,56 mg/100g dan kandungan kolesterol tertinggi pada P4 yaitu 12,61 mg/100g. Berdasarkan analisis statistik kandungan kolesterol kuning telur itik petelur mojosari, menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan kolesterol kuning telur. Penggunaan CMS pada P1, P2, dan P3 menghasilkan kandungan kolesterol yang lebih rendah dibandingkan dengan P0, sedangkan pada P4 terjadi peningkatan kembali kandungan kolesterol kuning telur.

Kandungan kolesterol P3 memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan P0, sehingga dapat diartikan bahwa penggunaan CMS dalam pakan dapat menurunkan kadar kolesterol. Penurunan kadar kolesterol diduga disebabkan karena penggunaan pakan perlakuan yang mempunyai serat kasar tinggi dan membantu proses penyerapan lemak sehingga mampu menurunkan kadar kolesterol telur (Rossida dkk., 2019). Serat kasar mempercepat laju pakan dan mengikat asam empedu, sehingga menghambat penyerapan lemak dan meningkatkan sekresi lemak serta kolesterol melalui ekskreta. Asam empedu yang terbuang akan digantikan dengan asam empedu baru yang berasal dari kolesterol darah sehingga kadar kolesterol darah akan menurun. Penurunan kadar kolesterol darah diiringi dengan penurunan kadar kolesterol kuning telur (Nurazizah dkk., 2020). Kadar serat kasar yang terkandung pada P3 mencapai 5.13% yang tersaji pada tabel 1.

Penurunan kadar kolesterol pada P1, P1, dan P3 diduga juga disebabkan karena kandungan flavonoid yang terdapat pada CMS. Lestari dkk. (2021) menyatakan bahwa menurunnya sintesis kolesterol diakibatkan karena enzim HMG-CoA reduktase dihambat oleh senyawa flavonoid. Tabel 2 menunjukkan bahwa P4 mengalami kenaikan kandungan kolesterol sebesar 4.13% dari pakan kontrol. Hal ini diduga disebabkan kandungan senyawa flavonoid pada P4 terlalu berlebihan sehingga dapat menyebabkan hepatotoxic. Fungsi hati terganggu sehingga metabolisme kolesterol menjadi abnormal. Hati merupakan organ utama yang mensintesis kolesterol secara *de novo* dari prekursor seperti asetil-KoA melalui serangkaian reaksi biokimia yang melibatkan enzim seperti HMG-CoA reduktase (Putra dkk., 2016).

Pengaruh perlakuan terhadap protein kuning telur itik petelur mojosari

Rataan pengaruh perlakuan terhadap protein kuning telur dari yang terendah yaitu P4 (37,32 ± 0,55), P1 (37,84 ± 5,76); P3 (38,95 ± 0,08); P0 (40,26 ± 2,02); P2 (43,87 ± 2,76). Berdasarkan hasil analisis statistik yang menunjukkan bahwa penggunaan CMS dalam pakan itik memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kandungan protein kuning telur itik. Rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan P2 yang menggunakan 5% CMS dalam pakan yang mengalami peningkatan kandungan protein pada kuning telur hingga 8,96% dibandingkan dengan P0 atau 100% pakan basal. Tinggi rendahnya kandungan

protein pada kuning telur disebabkan karena kandungan nutrisi yang terdapat pada pakan. Protein yang terkandung pada pakan merupakan salah satu sumber utama yang dibutuhkan dalam pembentukan telur.

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang terdapat pada tabel 1, kandungan protein kasar pada pakan P2 mencapai 16,54%. Peningkatan kandungan protein pada kuning telur diduga karena pakan berperan penting dalam meningkatkan asam amino yang diperlukan untuk sintesis protein kuning telur. Kandungan protein pakan dicerna menjadi asam amino dan diserap oleh usus halus, kemudian dialirkan ke hati sebagai pusat metabolisme protein (Qaid and Al-Garadi, 2021). Hati memiliki peranan penting dalam pembentukan kuning telur karena hati merupakan organ utama untuk sintesis vitellogenin dan VLDL yaitu prekursor utama prokusor utama protein kuning telur yang kemudian akan ditransfer ke ovarium (Schneider, 2016). Peningkatan asupan protein menyebabkan ketersediaan asam amino dalam darah sehingga hati dapat meningkatkan laju sintesis vitellogenin, selanjutnya vitellogenin dan VLDL diangkut melalui sirkulasi menuju folikel ovarium untuk diakumulasi dalam kuning telur. Menurut Jayanti dkk. (2017) yang menyatakan bahwa protein memiliki peran penting dalam deposisi protein melalui sintesis dan degradasi protein. Laju degradasi protein berhubungan dengan aktivitas enzim proteolitik yang berperan dalam memacu degradasi protein dalam pembentukan protein.

Pengaruh perlakuan terhadap lemak kuning telur itik petelur mojosari

Lemak merupakan bagian dari lipid yang tersusun oleh asam lemak jenuh yang bersifat padat (Sahriawati dan Daud, 2016). Berdasarkan data rata-rata lemak kuning telur pada tabel, didapatkan hasil dari yang terendah yaitu P4 ($10,45 \pm 0,08$); P3 ($12,94 \pm 0,02$); P1 ($32,14 \pm 0,80$); P2 ($37,50 \pm 0,05$); P0 ($39,96 \pm 0,19$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase penggunaan CMS dalam pakan memberikan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar lemak kuning telur. Persentase CMS yang semakin tinggi pada pakan mampu menurunkan kadar lemak kuning telur.

P4 menghasilkan kadar lemak yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Kandungan lemak pada kuning telur dapat dipengaruhi oleh kandungan pakan. Alkarief dkk. (2025) menyatakan bahwa pakan yang mengandung serat kasar dapat menurunkan kadar kolesterol yang terdapat di darah dan di hati. Penurunan ketersediaan kolesterol ini membatasi proses sintesis lipoprotein yaitu pembawa trigliserida yang berfungsi membawa lemak menuju ovarium. Berkurangnya transfer lipoprotein ke ovarium menghambat deposisi lemak pada kuning sehingga lemak yang masuk ke kuning telur akan menurun (Hu *et al.*, 2024). Peningkatan serat kasar mempengaruhi jalur metabolisme lipid sehingga menurunkan kandungan lemak pada kuning telur. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yessirita dkk. (2015) menyatakan bahwa pemberian pakan fermentasi dapat mempengaruhi kadar lemak pada kuning telur. Pakan fermentasi mengandung karotenoid yang memiliki kemampuan untuk menghambat oksidasi lipid serta LDL sehingga kolesterol di hati menurun.

pH pakan diduga dapat mempengaruhi kandungan lemak pada kuning telur. Menurut Simanjuntak *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa pH CMS mencapai 3,99, penurunan pH tersebut disebabkan karena metabolisme bakteri asam laktat selama proses fermentasi. Pakan dengan pH asam dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba seperti *Lactobacillus* (Katu *et al.*, 2025). *Lactobacillus* mampu menghasilkan enzim lipase dan asam organik yang berperan mengemulsikan serta memecah trigliserida menjadi asam lemak sederhana. Degradasi trigliserida di usus menyebabkan ketersediaan lemak yang dapat diserap ke dalam darah menjadi berkurang, sehingga jumlah lemak yang dideposisikan ke jaringan tubuh termasuk kuning telur juga dapat menurun.

Pengaruh perlakuan terhadap warna kuning telur itik petelur mojosari

Semakin tinggi intensitas warna kuning telur maka kualitas telur semakin baik. Data rata-rata pengaruh perlakuan terhadap warna kuning telur tersaji pada tabel 2. Rataan pengaruh perlakuan terhadap protein kuning telur dari yang tertinggi yaitu P0 ($18,63 \pm 0,28$); P4 ($18,44 \pm 0,45$); P2 ($18,25 \pm 0,47$); P3 ($18,25 \pm 0,47$) dan P1 ($18,13 \pm 0,38$). Berdasarkan hasil analisis statistik yang menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan CMS dalam pakan tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$).

Intensitas warna kuning telur dipengaruhi oleh kandungan xantofil dan β karoten dalam ransum (Baskoro dkk., 2024). Xantofil memiliki peran penting dalam proses pigmentasi atau pewarnaan kuning telur. Secara fisiologis, pigmen ini diserap melalui saluran pencernaan unggas dari pakan yang dikonsumsi. Xantofil yang telah diserap kemudian dialirkan ke berbagai jaringan atau organ tubuh yang memerlukannya, termasuk pembentukan warna yolk (Riyanti dkk., 2025). Karotenoid diserap usus halus bersama lemak karena sifatnya yang larut dalam lemak, kemudian diangkut menuju hati. Pigmen karotenoid terkait dengan

vitelogenin sehingga selama proses vitelogenesis pigmen tersebut ikut terbawa menuju folikel ovarium dan selanjutnya terdeposit dalam telur. Tipe dan jumlah pigmen karotenoid pada pakan yang dikonsumsi merupakan faktor utama dalam pigmentasi kuning telur yang berkaitan dengan kandungan β karoten di dalam kuning telur (Baskoro dkk., 2024). Pakan perlakuan menunjukkan bahwa CMS tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Hal ini diduga disebabkan oleh kandungan β karoten pada CMS belum cukup untuk mengubah intensitas warna kuning telur. Baskoro dkk. (2024) juga menyatakan bahwa warna pada kuning telur juga dapat disebabkan oleh jenis unggas, keragaman individu, sistem pemeliharaan, cekaman panas dan oksidasi pakan.

KESIMPULAN

Penggunaan Condensed Molasses Solubles dalam pakan dapat menurunkan kandungan kolesterol dan lemak, meningkatkan kandungan protein, namun belum meningkatkan intensitas warna kuning telur itik petelur mojosari. Penggunaan CMS dalam pakan sebesar 7,5% memberikan hasil yang terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Kerjasama Penelitian Organik Protein (OP/CP1/CMS) oleh PT. Daesang Ingredient Indonesia 2025. Kami sangat berterima kasih atas dukungan finansial yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Peternakan Itik Panggah Lancar yang membantu menyediakan tempat sehingga kegiatan penelitian terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkarief, F.P., Nuraini, Azhar, A., Wizna, Gustia, N., & Putri, S.A. (2025). Pemberian Bungkil Inti Sawit yang Difermentasi dengan *Bacillus amyloliquefaciens* dalam Ransum terhadap Kandungan Kolesterol Hati, Darah, Daging dan Performa Karkas Broiler. *Jurnal Peternakan*, 22 (1), 85-95. <http://dx.doi.org/10.24014/jupet.v22i1:32439>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribuan Jiwa) 2024*. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Badan Pangan Nasional. (2024). *Rata-rata Konsumsi Protein per Kapita Nasional update Tahun 2024*. Badan Pangan Nasional Republik Indonesia.
- Baskoro, A. L., Dewi, S. H. C., Suwarta, F.X., & Sudrajat, A. (2024). Suplementasi tepung daun pepaya terhadap kualitas telur itik turi: kualitas telur itik turi yang diberi suplementasi tepung daun pepaya dalam ransum. *TEKNOPRO: Jurnal Teknologi Produksi Hewan*, 1 (1), 1-15. <https://ejurnal.mercubuana-yogya.ac.id/index.php/TEKNOPRO>
- Fadillah. (2022). Pengaruh nutrisi pakan komersil terhadap kualitas telur ayam ras (*gallus domesticus*) pada peternak ayam di kecamatan Samarinda Utara. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 5(1), 36-44. <https://dx.doi.org/10.30872/jpltrop.v5i.5900>
- Ganesan, P., Kaewmanee, T., Benjakul, S., & Baharin, B.S. (2014). Comparative study on the nutritional value of pidan and salted duck egg. *Korean Journal For Food Science Of Animal Resources*, 34(1), 1-6. <https://doi.org/10.5851/Kosfa.2014.34.1.1>
- Hetrik, M., Teguh, Fratama, R., Ramadhan, A., Cahyuda, N., & Aliwasa. (2024). Uji kandungan protein pada mie sagu. *Jurnal Agroindustri Pangan*, 3(3), 162-174. <https://doi.org/10.47767/agroindustri.v3i3.895>
- Hu, H., Li, A., Shi, C., Chen, L., Zhao, Z., Yin, X., Zhang, G., Huang, Y., & Pan, H. (2024). Mulberry branch fiber improved lipid metabolism and egg yolk fatty acid composition of laying hens via the enterohepatic axis. *Microbiome*, 12(1), 73. <https://doi.org/10.1186/s40168-024-01788-y>
- Indrawati, R., Lamid, M., & Soepranionondo, K. (2015). Hubungan sistem manajemen produksi terhadap analisis usaha peternakan telur tetas itik mojosari di Modopuro. *Agroveteriner*, 3(2), 121-125.
- Indriati, M., & Yuniarsih, E. (2021). Pengaruh penambahan tepung daun kelor pada ransum terhadap kandungan nutrisi dan fisik telur itik. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 9(1), 42-48.
- Katu, J. K., Tóth, T., Ásványi, B., Hatvan, Z., & Varga, L. (2025). Effect of Fermented Feed on Growth Performance and Gut Health of Broilers: A Review. *Animals*, 15(13), 1-23. <https://doi.org/10.3390/ani15131957>

- Lestari, R.D., Lokapimasari, W.P., Al-Arif, M.A., Hidanah, S., Soeharsono, S., & Lamid, M. (2021). Pengaruh pakan tambahan fermentasi tepung daun kelor (*moringa oleifera*) terhadap kadar kolesterol itik mojosari. *Jurnal Medik Veteriner*, 4(2), 221-225. [10.20473/jmv.vol4.iss2.2021.221-225](https://doi.org/10.20473/jmv.vol4.iss2.2021.221-225)
- Meylani, W.H., Marsudi, F., Mayasinta, H.A., & Nuzula, C.F. (2025). Kualitas fisik telur itik mojosari dengan imbuhan minyak ikan mujair dan fitobiotik ekstrak buah mengkudu melalui media pakan itik mojosari dengan keunggulannya. *Jurnal Triton*, 16(1), 179–187. <https://doi.org/10.47687/jt.v16i1.954>
- Mulyati, S. (2021). Analisis kelayakan usaha peternakan itik petelur secara intensif di kecamatan teluk keramat kabupaten sambas (studi kasus usaha ternak itik bapak dilhan). *Obis Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 3(2), 1–9.
- Nizajuha, H., Fenita, Y., & Badarina, I. (2018). Pengaruh penggunaan tepung daun senduduk (melastoma malabathricum) terhadap kadar kolesterol telur ayam. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 13(1), 76–83. <https://doi.org/10.31186/Jspi.id.13.1.76-83>
- Oktaviani, A.C., Pratiwi, R., & Rahmadi, F.A. (2018). Asupan protein hewani sebagai faktor risiko perawakan pendek anak umur 2-4 tahun. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 7(2), <https://doi.org/10.14710/dmj.v7i2.20846>.
- Putra, S. H.J., Saraswati, T.R., & Isdadiyanto, S. (2016). Kadar kolesterol kuning telur dan daging puyuh jepang (*Coturnix-coturnix japonica* L.) setelah pemberian suplemen serbuk kunyit (*Curcuma longa* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi Dh Sellula*, 24(1), 108-114.
- Qaid, M. M., & Al-Garadi, M. A. (2021). Protein and amino acid metabolism in poultry during and after heat stress: a review. *Animals*, 11(4), 1-13. <https://doi.org/10.3390/ani11041167>
- Rossida, K.F.P., Sunarno, Kasiyati., & Djaelani, M.A. (2019). Pengaruh imbuhan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dalam pakan pada kandungan protein dan kolesterol telur itik pengging (*Anas platyrhynchos domesticus* L.). *Jurnal Biologi Tropika*, 2(2), 41-47. <https://doi.org/10.14710/jbt.2.2.41-47>
- Riyanti, Septinova, D., Nova, K., Tantalo, S., Urba, M. R., Salsabilla, A., Etha dan Hasiib, A. (2025). Penggunaan Tepung Daun Kelor dalam Ransum untuk Meningkatkan Kualitas Telur Ayam ISA Brown. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 13(2), 229-241. <https://dx.doi.org/10.23960/jipt.v13i2.p229-241>
- Sahriawati, S., & Daud, A. (2016). Optimasi proses ekstraksi minyak ikan metode soxhletasi dengan variasi jenis pelarut dan suhu berbeda. *Jurnal Galung Tropika*, 5(3), 164–170. <https://doi.org/10.31850/Jgt.V5i3.186>
- Schneider, W. J. (2016). Lipid transport to avian oocytes and to the developing embryo. *Journal of Biomedical Research*, 30(3), 174-180. <https://doi.org/10.7555/JBR.30.20150048>
- Simanjuntak, C. T., Sjoifan, O., & Tistiana, H. (2025). Evaluation of Condensed Molasses Solubles (CMS) Nutrients as Hybrid Ducks Feed Ingredients. *European Journal of Nutrition and Food Safety*, 17(7), 114-119. <https://doi.org/10.9734/ejnf/2025/v17i71772>
- Simanjuntak, S., Budi, D.S., Fanani, A.F., Ardiansyah, A., & Manullang, J.R. (2024). Kualitas fisik limbah buah lai (durio kutejenesis) hasil fermentasi sebagai bahan baku pakan ternak ruminansia. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 7(1), 19-27. <https://dx.doi.org/10.30872/jpltrop.v7i1.15965>
- Ulu, K.F., Belli, H.L., Riwu, A.R., & Hine, T.M. (2024). Pengaruh penggunaan tiga jenis kuning telur dalam pengencer air kelapa muda terhadap kualitas semen sapi bali. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 11(2), 106-115. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v11i2.7797>
- Umaroh, R., & Vinantia, A. (2018). Analisis konsumsi protein hewani pada rumah tangga Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 18(3), 22-32. <https://doi.org/10.21002/jepi.2018.13>
- Widharto, D., & Risyani, L.P.M. (2020). Analisis ekonomi penggantian pakan komersial dengan ampas kecap ekstrusi dan ampas kecap fermentasi pada pemeliharaan ayam pedaging. *Agrimor*, 5(4), 60–62. <https://doi.org/10.32938/ag.v5i4.1157>
- Wulandari, Z., & Arief, I.I. (2022). Review: Tepung telur ayam: nilai gizi, sifat fungsional dan manfaat. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(2), 62–68. <https://doi.org/10.29244/Jipthp.10.2.62-68>
- Yessirita, N., Abbas, M.H., Heryandi, Y., & Dharma, A. (2015). Peningkatan kualitas telur itik pitalah dengan pemberian pakan tepung daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) yang difermentasi dengan *Bacillus laterosporus* dan *Trichoderma viride*. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 17(1), 54-62. <https://doi.org/10.25077/jpi.17.1.54-62.2015>

ANALISIS EKONOMI USAHA TANI DAN PROSPEK PENGEMBANGAN KELAPA (*COCOS NUCIFERA* L.) DI KELURAHAN METRO, KECAMATAN RETEH, KABUPATEN INDRAGIRI HILIR.

*Economic Analysis of Farming Business and Prospects Development for Coconut (*Cocos nucifera* L.) at Metro Village, Reteh District, Indragiri Hilir Regency.*

Nasrajuddin ¹, Elfi Rahmadani ^{1*}, Novita Hera ¹, Riska Dian Oktari ¹, Syukria Ikhsan Zam¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email Korespondensi: Elfi.rahmadani@uin-suska.ac.id.

ABSTRACT

Developing the agricultural sector through increased income is key to economic analysis in maintaining the sustainability of the coconut plantation. An economic analysis of coconut cultivation is crucial for evaluating the feasibility of this agricultural venture. The purpose of this study was to analyzed the economic aspects of coconut farming and describe its development prospects in Metro Village, Reteh District, Indragiri Hilir Regency, Riau Province. The research employed a descriptive quantitative method with 50 farmer respondents selected using purposive sampling. Primary data were obtained through field observations and direct interviews, while secondary data were collected from relevant institutions and supporting literature. The results indicate economically, the average variable cost incurred was IDR 13.654.660. with total revenue reaching IDR 65,912,000, resulting in a net income of IDR 50.954.340 per growing season. The R/C ratio value of 4.40 indicates that coconut farming in Metro Village is economically feasible and efficient for further development. Coconut cultivation has good development potential, supported by cultivation aspects, farmer social conditions, and very high economic efficiency. The profit margin reaches 77.3% of revenue, and the relatively low break-even point (BEP) of 3,177 kg/year indicates that farmers only need to produce 23% of their total production.

Keywords: Coconut, Economic Analysis, Farming Efficiency, R/C Ratio.

PENDAHULUAN

Salah satu komoditas strategis yang memiliki peran sosial, budaya dan ekonomi dalam kehidupan masyarakat Indonesia adalah kelapa (*Cocos nucifera* L.). Salah satu negara yang memiliki lahan perkebunan kelapa terbesar di dunia adalah Indonesia dengan luas areal 3,88 juta ha (97%). Negara ini memiliki perkebunan rakyat yang memproduksi kelapa 3,2 juta ton/tahun. Provinsi Riau adalah salah satu penyumbang hasil kelapa di Indonesia, sebesar 393.732,00 ton dengan luas tanam 419.381,00 ha. (BPS Provinsi Riau, 2023)

Kelapa sebagai komoditas penting yang memainkan peran strategis dalam perekonomian di Indragiri Hilir (Provinsi Riau), khususnya di Kecamatan Reteh. Kabupaten ini dikenal sebagai salah satu sentra produksi kelapa terbesar di Riau, dengan sebagian besar penduduknya menggantungkan hidup dari sektor perkebunan kelapa. Adapun luas tanam kelapanya 341.625,00 ha dengan produksi 313.527,00 ton pada tahun 2022 (BPS Provinsi Riau, 2023). Komoditas kelapa di Kecamatan Reteh, Kabupaten Inhil tidak hanya menjadi sumber pendapatan bagi petani, tetapi juga menjadi pilar utama dalam mendukung berbagai kegiatan ekonomi di daerah ini, seperti industri pengolahan kelapa, perdagangan, serta tenaga kerja yang terkait dengan budi daya dan pengolahan kelapa, Produksi kelapa di Kecamatan Reteh dengan total produksi 30.624,52 ton pada tahun 2020 dan mengalami penurunan menjadi 30.442,00 ton pada tahun 2022 (BPS Provinsi Riau, 2023).

Hasil kelapa dari perkebunan rakyat diolah menjadi berbagai produk turunan seperti kopra, minyak kelapa, sabut, dan arang kelapa, yang kemudian dipasarkan ke berbagai wilayah, bahkan hingga ke pasar internasional. Komoditas kelapa menjadi sumber penghasilan utama bagi mayoritas rumah tangga di Reteh, menjadikan keberlanjutan budidaya kelapa sebagai bagian riset yang harus diperhatikan. Berbagai tantangan menghadang keberlanjutan budidaya kelapa di Kecamatan Reteh.

Kurangnya adopsi teknologi budidaya pertanian yang lebih efisien, serta ketergantungan pada harga pasar global yang fluktuatif menjadi ancaman serius bagi pendapatan petani. Pendapatan usaha petani yang tidak stabil berdampak langsung pada kemampuan mereka untuk melakukan investasi dalam praktik budi daya yang berkelanjutan, seperti penggunaan pupuk organik, pengelolaan lahan yang baik, serta pengadopsian teknologi baru untuk meningkatkan hasil panen, selain itu dipengaruhi juga oleh mampu tidaknya petani memasarkan hasil usaha taninya kepada konsumen dengan harga yang memadai (Andalasari, 2023)

Analisis ekonomi budi daya kelapa erat kaitannya dengan finansial petani. Ketika finansial petani mengalami penurunan, mereka cenderung mengurangi investasi dalam pemeliharaan kebun, yang pada akhirnya berimbas pada menurunnya produktivitas kelapa. Finansial menurun maka pendapatan yang berkurang juga mengurangi kemampuan petani untuk menerapkan inovasi atau teknologi yang mendukung keberlanjutan, seperti sistem irigasi yang efisien atau teknik konservasi tanah. Akibatnya, lahan kelapa dapat mengalami degradasi, produktivitas terus menurun, dan petani semakin terjebak dalam siklus kemiskinan. Berdasarkan permasalahan diatas, penting untuk menganalisis lebih dalam "Analisis Ekonomi Usaha Tani dan Prospek Pengembangan Kelapa (*Cocos nucifera* L.) di Kelurahan Metro, Kecamatan Reteh, Kabupaten Indragiri Hilir.". Selama ini, analisis ekonomi usaha tani melalui pendapatan hasil usaha kebun kelapa di Kecamatan Reteh juga masih belum mendalam hanya terbatas RCR. Tanpa analisis ekonomi maka petani akan sulit mengambil keputusan, terkait pengelolaan usaha yang menguntungkan, kelayakan dan efisien usaha. Oleh karena itu, analisis tersebut perlu dilakukan untuk mengetahui prospek pengembangannya di Kelurahan Metro, Kecamatan Reteh, Kabupaten Indragiri Hulu. Berdasarkan permasalahan diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah: Bagaimana analisis budidaya kelapa Dalam dengan menggunakan indikator ekonomi di Kelurahan Metro Kecamatan Reteh Kabupaten Indragiri Hilir, dan bagaimana prospek pengembangan usaha taninya di Kelurahan Metro, Kecamatan Reteh, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Dari rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini adalah: menganalisis budidaya kelapa Dalam (*Cocos nucifera* L.) serta mendeskripsikan prospek pengembangan usaha taninya di Kelurahan Metro, Kecamatan Reteh, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Kelurahan Metro Kecamatan Reteh Kabupaten Indragiri Hilir. Pemilihan lokasi dilakukan atas pertimbangan bahwa daerah tersebut merupakan salah satu sentra produksi kelapa. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari-Maret 2025.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah *mixed methods* dan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Adapun data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer meliputi karakteristik sosial petani (baik pendidikan, usia, pengalaman usaha tani, luas lahan), dan analisis finansial terkait penggunaan faktor-faktor produksi sedangkan data sekunder terdiri dari profil kelurahan dan laporan kelompok tani serta buku-buku/artikel yang terkait objek dan tujuan penelitian. Penentuan sampel dilakukan dengan sengaja (*purposive sampling*) yaitu syaratnya dilihat dari mata pencaharian pokok yang berasal dari petani kelapa dan petani yang mata pencarian pokoknya berkebun kelapa Dalam dengan tanaman berusia produktif yaitu 10 tahun (adapun jumlah responden diambil sebanyak 50 orang, dari total 200 petani kelapa atau merujuk Sugiono (2017) yang menyatakan pengambilan 25% dari total populasi dalam penelitian sudah akurat mewakili populasi penelitian).

Analisis data

Analisis data dilakukan secara ekonomi terkait biaya produksi dan penerimaan usaha tani kelapa Dalam. Sementara, untuk menganalisis keberlanjutan usaha budi daya maka menggunakan efisiensi usaha tani dengan rumus R/C Ratio. R/C Ratio merupakan singkatan dari *Return Cost Ratio* atau dikenal sebagai perbandingan antara penerimaan dengan biaya. Secara sistematis dapat dihitung efisiensi dengan rumus: R/C

Keterangan: R = Penerimaan (Rp) dan C = Biaya Total (Rp)

Kriteria yang digunakan dalam menentukan efisiensi usaha adalah :
 $R/C > 1$ berarti usahatani kelapa yang dijalankan efisien.
 $R/C < 1$ berarti usahatani kelapa yang dijalankan tidak efisien.
 $R/C = 1$ berarti usahatani kelapa yang dijalankan impas (Soekartawi,2006).

HASIL DAN KESIMPULAN

Deskripsi/Gambaran Sosial Petani Kelapa Dalam di Kelurahan Metro, Kecamatan Reteh, Gambaran Umum Lokasi Responden Penelitian

Kelurahan Metro merupakan salah satu dari tiga Kelurahan dalam wilayah Kecamatan Reteh, Kelurahan Metro sendiri merupakan hasil pemekaran dari Kelurahan Pulau Kijang berdasarkan Peraturan Daerah Nomor 05 Tahun 2011. Di sebelah utara berbatasan dengan Desa Seberang Pulau Kijang, Di sebelah Selatan berbatasan dengan Sungai Jering Kab. Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi, Di sebelah Timur Berbatasan dengan Desa Sungai Undan, dan di sebelah Barat Berbatasan dengan Kelurahan Pulau Kijang. Jarak tempuh ke ibukota kecamatan dengan menggunakan kendaraan bermotor sekitar 40 menit. Kelurahan Metro mempunyai luas wilayah 878 Ha dan 615 Ha merupakan Perkebunan, Kelurahan Metro Kecamatan Reteh mempunyai iklim penghujan dan iklim kemarau. Kedua kondisi iklim tersebut berpengaruh langsung terhadap pola tanam masyarakat yang mayoritas adalah petani dan perkebun.

Kelurahan Metro mempunyai jumlah penduduk sebanyak 2.067 jiwa dan 540 Kepala Keluarga (KK), yang tersebar di 4 wilayah Rukun Warga (RW) dan 12 Rukun Tetangga (RT). Dari sisi fasilitas umum, Kelurahan Metro memiliki 1 kantor kelurahan, 2 Posyandu atau Polindes, dan fasilitas pendidikan yang meliputi 2 gedung sekolah dasar (SD), 1 gedung sekolah menengah pertama (SMP), dan 1 gedung sekolah menengah atas (SMA). Sementara itu, fasilitas kesehatan seperti puskesmas, puskesmas pembantu, atau poliklinik belum tersedia di kelurahan ini. Dibidang keagamaan, masyarakat dilayani oleh 3 masjid dan 4 mushola.

Karakteristik Responden

Adapun karakteristik responden dapat dilihat dari Tabel 1.

Tabel .1. Karakteristik Responden Penelitian

Karakteristik	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Tingkat Pendidikan		
Tidak sekolah	1	2
Tamat SMP	16	32
Tamat SMA	31	62
S1	2	4
Usia Petani (Tahun)		
27-37	16	32
38-48	28	56
49-59	6	12
Pengalaman Berusaha Tani (Tahun)		
1-10	7	14
11-20	30	60
21-30	10	20
>30	3	6
Luas Lahan (Ha)		
1-3	10	20
4-6	34	68
7-9	6	12
Jumlah Tanggungan Keluarga (Orang)		
<1	13	26
2-3	36	72
>4	1	2

Sumber: Data Primer (2025)

Berdasarkan Tabel 1. terlihat bahwa tingkat pendidikan terendah petani yang terdapat di Kelurahan Metro Kecamatan Reteh, adalah tidak sekolah berjumlah 1 orang dengan persentase 2%, sementara untuk Pendidikan tertinggi berada pada tamatan SMA yang berjumlah 31 orang (62%), dan hal ini memperlihatkan secara keseluruhan tingkat pendidikan dilokasi penelitian tergolong cukup tinggi yaitu SMA. Menurut Wirawan (2016), tingkat pendidikan dapat mempengaruhi kemampuan dan tingkat kreativitas petani dalam menerima inovasi baru dan dapat mempengaruhi terhadap perilaku petani dalam mengelola usahatani. Sementara itu, tingkat usia petani yang berada di Kelurahan Metro Kecamatan Reteh berada pada kisaran 27-59 tahun. Usia petani di Kelurahan Metro dengan persentase tertinggi yaitu 56% pada usia 38-48 tahun, sedangkan persentase terendah yaitu 12% pada usia 49-59 tahun. Menurut Suratiyah (2015), umur seseorang menentukan prestasi kerja atau kinerja seseorang tersebut. Semakin tua usia seseorang dan semakin berat pekerjaannya maka semakin turun pula kinerja dan prestasinya.

Pada Tabel 1 juga terlihat pengalaman dalam berusaha tani yang tertinggi pada petani kelapa Dalam di Kelurahan Metro Kecamatan Reteh berada pada kisaran 11-20 tahun berjumlah 30 orang dengan persentase 60% sedangkan pengalaman terendah dalam berusaha tani diatas 30 tahun hanya memiliki jumlah 3 orang atau 6%. Petani yang mempunyai pengalaman yang lebih lama dalam berusaha tani mempunyai kapasitas pengelolaan yang lebih matang dan memiliki banyak pengalaman sehingga bersikap sangat hati-hati dalam bertindak dan menerima inovasi yang dianggap baru (Fajrianti, 2021). Sementara, 34 orang responden memiliki luas lahan tertinggi yaitu 4,6 ha (68%) dan hanya 6 orang memiliki luas lahan 7-9 ha (12%).

Selanjutnya, responden penelitian yang memiliki jumlah tanggungan keluarga sebanyak 2 orang memiliki jumlah responden tertinggi yaitu 21 orang (42%), dan jumlah tanggungan keluarga 4 orang memiliki jumlah terendah yaitu 1 orang (2%). Menurut (Fajrianti, 2021). Jumlah anggota keluarga sangat berperan dalam mengelola usahatani, karena semakin banyak jumlah anggota keluarga maka akan semakin tinggi kebutuhan yang harus dipenuhi oleh petani dan semakin tinggi tanggung jawab petani untuk memenuhi kebutuhan.

Analisis Budidaya Kelapa Dalam Melalui Indikator Ekonomi di Kelurahan Metro Kecamatan Reteh Kabupaten Indragiri Hilir

Indikator ekonomi pada analisis budidaya kelapa Dalam berupa biaya tetap, biaya variabel, biaya total, produksi, harga, penerimaan, pendapatan, keuntungan dan efisiensi.

Biaya Tetap

Menurut Yuni dan Fionasari (2021), biaya tetap yaitu biaya yang secara total tidak berubah saat aktivitas usaha meningkat atau menurun. Adapun biaya tetap yang dikeluarkan petani kelapa dalam di Kelurahan Metro adalah biaya tenaga kerja dan biaya penyusutan alat. Menurut Marwati (2016), biaya penyusutan sangat mempengaruhi pendapatan petani dan biaya ini berasal dari biaya penyusutan alat-alat pertanian (biaya diperoleh dengan cara menghitung harga pembelian dikalikan dengan jumlah barang, lalu dibagi dengan umur teknis alat-alat pertanian yang bersangkutan). Tabel 2 memperlihatkan rerata biaya tetap yang dikeluarkan responden/petani berusaha tani kelapa Dalam di Kelurahan Metro.

Tabel 2. Rerata Biaya Tetap

Uraian	Rerata Biaya Penyusutan (Rp/Tahun)
Tenaga Kerja	500.000
Baji	226.560
Parang	250.560
Pengait	251.000
Tombak	74.880
Total (Rp)	1.303.000

Sumber: Olahan Data Primer (2025)

Pada Tabel 2 terlihat rerata total biaya tetap yang dikeluarkan selama budidaya atau berusaha tani kelapa Dalam pertahun adalah Rp 1.303.000,- dan hasil ini menjelaskan bahwa rata-rata biaya yang dikeluarkan untuk tenaga kerja sebesar Rp 500.000,-. Sementara, biaya penyusutan alat seperti baji atau

alat pengupas kulit kelapa sebesar Rp 226.560,-. Selanjutnya parang yaitu Rp 250.560,-. Rerata biaya alat pengait yaitu Rp 251.000,- dan rata-rata biaya penyusutan pada alat tombak yaitu Rp 74.880,-.

Biaya Variabel

Biaya variabel yang dikeluarkan petani kelapa dalam di Kelurahan Metro diantaranya mencakup pembelian bibit kelapa, pupuk, herbisida, dan tenaga (lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 3).

Tabel 3. Biaya Variabel Usahatani Kelapa Dalam

Uraian	Rerata biaya (Rp/Tahun)
Pupuk	238.000
Herbisida	425.000
Bibit	3.970.660
Tenaga Kerja	9.021.000
Total(Rp)	13.654.660

Sumber: Olahan Data Primer (2025)

Tabel 3. memperlihatkan biaya variabel pada budidaya kelapa Dalam meliputi: NPK Mutiara 16x16x16, herbisida *Roundup*, bibit, dan tenaga kerja. Adapun rerata biaya variabel yang dikeluarkan petani kelapa Dalam di Kelurahan Metro sebesar Rp 13.654.660,- pertahun. Menurut ignatia (2023), biaya variabel adalah biaya yang jumlahnya berubah-ubah dan berpengaruh signifikan terhadap pendapatan petani.

Biaya Total

Biaya total yang dikeluarkan oleh petani kelapa Dalam membudidayakan kelapa dalam pada Kelurahan Metro dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.. Biaya Total Usaha tani Kelapa Dalam

Uraian	Rerata Biaya (Rp/ Tahun)
Biaya Tetap	1.303.000
Biaya Variabel	13.654.660
Total (Rp)	14.957.660

Sumber : Olahan Data Primer (2025)

Tabel 4. memperlihatkan bahwa rerata keseluruhan/total biaya dari budidaya/usaha tani kelapa Dalam adalah Rp 14.957.660,- (dimana rerata biaya variabel sebesar Rp 13.654.660 dan rerata biaya tetap yaitu Rp 1.303.000,-).

Produksi, Harga, Penerimaan, Keuntungan dan Efisiensi

Disisi lainnya, data produksi, harga, penerimaan, pendapatan, keuntungan dan efisiensi usaha tani kelapa Dalam dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Produksi, Harga, Penerimaan, Pendapatan, Keuntungan, dan Efisiensi

Analisis	Rerata Pertahun
Produksi (kg)/Tahun	14.000
Harga (Rp/Kg)	4.708
Penerimaan (Rp)	65.912.000
Keuntungan (Rp)	50.954.340
Efisiensi (RCR)	4,40

Sumber: Olahan Data Primer (2025)

Tabel 5. menunjukkan bahwa rata-rata harga jual kelapa Dalam di Kelurahan Metro Kecamatan Reteh perkilogramnya adalah Rp 4.708,- sehingga diperoleh rerata total penerimaan petani kelapa Dalam adalah Rp 65.912.000/tahun, keuntungan sebesar Rp 50.921.340,- Sementara, besarnya nilai efisiensi (RCR) dari budidaya atau usaha tani kelapa Dalam diperoleh dengan membagi penerimaan (TR) dengan total biaya (TC), sehingga didapatkan nilai efisiensi sebesar 4,40 (nilai efisiensi usaha tani kelapa Dalam ini menunjukkan bahwa usaha tani yang dijalankan oleh responden sangat efisien secara ekonomi atau menguntungkan. Hal ini disebabkan nilai RCR nya lebih besar dari 1 ($R/C > 1$). Dalam ilmu ekonomi, efisiensi dapat dihitung dengan membandingkan antara total pendapatan dan total biaya yang dikeluarkan. Apabila rasionya lebih dari 1, maka usaha yang dilakukan efisien. Jika sama dengan 1, maka usaha berada pada titik impas. Apabila rasionya kurang dari 1, maka usaha tidak efisien (Irawan, 2020).

Nilai RCR pada Tabel 5 diatas juga menunjukkan bahwa penerimaan yang diperoleh petani jauh lebih besar dibandingkan biaya yang dikeluarkan dalam kegiatan usahatani, sehingga secara ekonomi usaha tani ini tergolong sangat menguntungkan dan layak untuk dikembangkan. Usaha tani kelapa Dalam yang dilakukan petani juga mendapatkan keuntungan sebesar Rp 50.954.340 per tahun dan penerimaan sebesar Rp 65.912.000,-. Hasil ini juga menguatkan fakta bahwa petani yang berada pada wilayah ini dapat mempertahankan usahanya secara berkelanjutan. Khaswarina dkk, (2023) jika sangat potensial untuk dikembangkan karena mampu memberikan keuntungan yang signifikan bagi petani.

Deskripsi Prospek Pengembangan Usaha Tani Kelapa Dalam di Kelurahan Metro, Kecamatan Reteh, Kabupaten Indragiri Hilir, Propinsi Riau

Berdasarkan Tabel 4 sebelumnya dapat digambarkan bahwa usaha tani kelapa dalam memiliki prospek pengembangan yang baik dari aspek budidaya, kondisi sosial petani dan efisiensi ekonomi yang sangat tinggi (usaha tani memiliki laba sebesar Rp. 50.954.340,-/tahun pada produksi 14 ton menunjukkan margin keuntungan yang besar). Dimana profit margin sebesar 77,3% dari penerimaan yang berarti setiap Rp 1,- penjualan maka usaha memperoleh keuntungan bersih sekitar Rp. 0,773. Selanjutnya data pada Tabel 4 ini juga menjelaskan adanya peluang untuk mempertahankan atau bahkan memperluas usaha budidaya kelapa dalam jika secara perhitungan/analisis ekonomi usaha tani tsb dapat dilakukan secara berkesinambungan, Disisi lain petani kelapa dalam juga memiliki BEP produksi relatif rendah yaitu 3.177 kg/tahun yang menunjukkan petani hanya perlu memproduksi 23% dari hasil produksi (data ini memperlihatkan bahwa usaha tani kelapa dalam masih jauh dari risiko impas, meskipun keberlanjutan keuntungan usaha ini bergantung pada keadaan budidaya tanaman jangka panjang (peremajaan atau umur tanaman, kesuburan tanah, fluktuasi harga pasar dan kapasitas kelembagaan dalam pengelolaan hilirisasi).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Analisis ekonomi pada budidaya kelapa Dalam memperlihatkan rata-rata biaya variabel usaha tani sebesar Rp.13.654.660, dengan total penerimaan mencapai Rp.65.912.000, sehingga menghasilkan pendapatan bersih sebesar Rp.50.954.340 per musim tanam. Nilai R/C ratio sebesar 4,40 mengindikasikan bahwa usaha tani kelapa Dalam di Kelurahan Metro layak dan efisien untuk dikembangkan
2. Budidaya kelapa memiliki potensi pengembangan yang baik didukung aspek budidaya, kondisi sosial petani dan efisiensi ekonomi yang sangat tinggi, profit margin sebesar 77,3% dari penerimaan dan memiliki BEP produksi relatif rendah yaitu 3.177 kg/tahun yang menunjukkan petani hanya perlu memproduksi 23% dari hasil produksi.

Saran.

Para petani kelapa Dalam perlu melakukan peremajaan/*replanting* untuk tanaman yang berusia tua dalam upaya meningkatkan hasil pada jangka panjang, selanjutnya perlu penguatan kelembagaan ekonomi petani dalam membantu penyediaan input dan output kegiatan pemasaran bersama.

DAFTAR PUSTAKA

- Andalasari, Rina. 2023. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Petani Penerima Bantuan Unit Pengolah Pupuk Organik (UPPO) di Kabupaten Deli Serdang. *Tesis*. Program Magister Agribisnis Pascasarjana pada Universitas Medan Area. Medan.
- Badan Pusat Statistik Riau. 2023. *Riau Dalam Angka*. BPS Propinsi Riau. Pekanbaru.
- Buton, La Jati, Muhamad Chairul Basrun Umanailo, Adyla Mita Lestari. 2022. Analisis Pendapatan Usahatani Tanaman Kelapa Dalam (*Cocos nucifera*) di Desa Lamahang Kecamatan Waplau, Kabupaten Buru. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 7(1): 10-19. DOI: <https://doi.org/10.31289/agr.v7i1.9291>

- Fajrianti, 2021. Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Usahatani Kelapa Sawit Pola Swadaya di Kecamatan Tebo Ilir Kabupaten Tebo. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Jambi.
- Ignatia, S.P.R. 2023. Pengaruh Biaya Produksi Terhadap Pendapatan Usaha Tani Padi Sawah. *Jurnal Bistek Pertanian Agribisnis dan Teknologi Hasil Pertanian*, 10(1): 51-59. DOI: <https://doi.org/10.48093/jimanggis.v2i1.54>
- Irawan, D. L. 2020. Analisis Perbandingan Usaha Tani Kelapa Sawit Dami Mas dan Simalungun. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 6(3): 84-96.
- Mawuntu, Switlee, Amran Naukoko, Wensky F.L. Rompas. 2025. Analisis Pendapatan dan Kelayakan Usahatani Kelapa (Kopra) di Kecamatan Tenga Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 25(3): 138-149.
- Sugiono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. PT. Alfabet. Bandung. 344 Hal.
- Suratiyah, K. 2015. *Ilmu Usaha Tani (Edisi Revisi)*. Penebar Swadaya Grup. Jakarta. 162 Hal.

HUBUNGAN KARAKTERISTIK IBU SERTA ASUPAN ENERGI DAN ZAT GIZI MAKRO TERHADAP STATUS GIZI BALITA DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS HARAPAN RAYA KOTA PEKANBARU

The Correlation Between Maternal Characteristics Energy Intake and Macronutrient Intake with The Nutritional Status of Toddlers in The Working Area of Harapan Raya Public Health Center Pekanbaru City

Ulya Elfiroza¹, Sofya Maya^{1*}, Nur Pelita Sembiring¹

¹Program Studi Gizi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Jl. HR. Soebrantas KM. 15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email: sofyamaya@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Nutritional status is a condition that develops as a result of the balance between food intake and the amount of nutrients used for the body's metabolism. Objective: The aim of this study was to analyze the correlation between maternal characteristics and food intake with the nutritional status of toddlers in the working area of Harapan Raya Public Health Center, Pekanbaru City. The research used a cross-sectional design. Sampling was carried out using a purposive sampling technique with a total of 68 toddlers. Data were analyzed using the Spearman-Rho test. Result: However, the results also showed no significant correlation between protein, fat, and carbohydrate intake and toddler nutritional status. In addition, there was no significant correlation between maternal education, employment status, or number of children and the nutritional status of toddlers ($p > 0,05$). The conclusion of this study that there was a significant correlation between energy intake and the nutritional status of toddlers in the working area of Harapan Raya Public Health Center, Pekanbaru City.

Keywords: maternal education, maternal employment, mother's number of children, nutrient intake, nutritional status, toddlers

PENDAHULUAN

Status gizi (*nutritional status*) adalah kondisi yang berkembang sebagai akibat adanya keseimbangan antara asupan makanan yang dikonsumsi dengan jumlah zat gizi yang digunakan untuk metabolisme tubuh (Kemenkes RI, 2017). Zat gizi yang tidak memenuhi kebutuhan tubuh dapat menyebabkan kelainan atau masalah gizi. Masalah gizi timbul di sepanjang siklus kehidupan, dimulai sejak masa konsepsi hingga masa lansia. Siklus kedua adalah bayi dan balita yang dikenal sebagai masa kritis karena berada pada tahap pertumbuhan dan perkembangan yang sangat pesat, oleh karena itu balita membutuhkan zat gizi yang tepat untuk pertumbuhan dan perkembangan jangka panjang (Chawla *et al.*, 2020).

Malnutrisi di masyarakat secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap 60% dari 10,9 juta kematian anak dalam setiap tahunnya dan 2/3 dari kematian tersebut terkait dengan praktek pemberian makan yang tidak tepat pada tahun pertama kehidupan (*Infant Feeding Practice*). Dampak jangka pendek gizi kurang/buruk pada masa balita adalah gangguan pertumbuhan dan perkembangan otak, otot, komposisi tubuh dan *metabolic programming* glukosa, lemak dan protein. Dampak jangka panjang dapat berupa rendahnya kemampuan nalar, prestasi pendidikan, kekebalan tubuh, dan produktivitas kerja. Selain itu meningkatkan risiko diabetes, obesitas, penyakit jantung koroner, hipertensi, kanker, stroke dan penuaan dini (Sjarif, 2011).

Data *World Health Organization* (WHO) tahun 2020 menunjukkan bahwa terdapat 47 juta balita kurus, 14,3 juta sangat kurus, serta 38,3 juta kelebihan berat badan atau obesitas (WHO, 2020). Data terbaru Hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) pada tahun 2023 di Indonesia menunjukkan bahwa balita yang mengalami gizi buruk sebesar 3,0% dan gizi kurang sebesar 12,9%. Provinsi Riau memiliki kasus balita gizi buruk sebesar 2,2% dan gizi kurang 10,2%, serta di Pekanbaru angka balita gizi kurang sebesar 10,9% (Kemenkes, 2023).

Hasil Penelitian Ronald (2024) menunjukkan terdapat hubungan antara pendidikan ibu dengan status gizi balita, karena pendidikan yang lebih tinggi juga dapat meningkatkan kemampuan ibu dalam

menyerap informasi tentang gizi dan kesehatan, serta mengaplikasikannya dalam praktik pemberian makan yang tepat bagi anak-anaknya. Ibu dengan pendidikan yang lebih rendah seringkali memiliki keterbatasan dalam mengakses informasi dan pengetahuan tentang gizi yang baik, sehingga meningkatkan risiko terjadinya gizi kurang pada anak-anaknya. Penelitian Toby (2021) menunjukkan terdapat hubungan antara pendidikan ibu dengan status gizi balita karena semakin tinggi pendidikan ibu semakin memudahkan ibu dalam menyerap informasi dan menerapkannya dalam hidup sehari-hari. Hal tersebut dapat meningkatkan ketanggapan ibu dalam mengambil keputusan bila terjadi masalah gizi dalam keluarga.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ayuningtyas (2021), menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pengetahuan ibu dengan status gizi balita, karena ibu yang berpengetahuan luas dan berpendidikan tahu cara memenuhi gizi anaknya dan mampu menyiapkan makanan bergizi yang baik bagi keluarganya khususnya anaknya. Menurut penelitian Dyah (2008) menyatakan perilaku ibu dalam pemberian zat gizi kepada balita juga dipengaruhi oleh status pekerjaan ibu. Ibu yang bekerja berdampak pada rendahnya waktu kebersamaan dengan balita sehingga perhatian ibu terhadap perkembangan balita menjadi berkurang. Dampak dari ibu bekerja juga tergantung dari jenis pekerjaan yang dilakukan ibu. Ibu yang memiliki jenis pekerjaan berat maka akan mengalami kelelahan fisik, sehingga ibu akan cenderung memilih untuk beristirahat dari pada mengurus balitanya.

Hasil penelitian Puspasari (2017) menunjukkan kekurangan energi pada balita dapat menyebabkan penurunan berat badan dalam waktu singkat dan mengakibatkan masalah gizi. Asupan energi berfungsi menunjang proses pertumbuhan, metabolisme tubuh dan berperan dalam proses aktivitas fisik. Karbohidrat yang dikonsumsi dengan cukup akan mempengaruhi secara keseluruhan asupan energi dimana 60% kebutuhan energi bersumber dari karbohidrat. Terjadinya penurunan berat badan disebabkan karena kekurangan menimbulkan karbohidrat kekurangan energi dapat dan berpengaruh terhadap status gizi (BB/U), serta menghambat pertumbuhan.

Puskesmas harapan raya mempunyai program pengecekan status gizi secara berkala guna dari pengecekan ini untuk melihat status gizi balita, jika status gizi balita tidak normal maka akan diberi makanan tambahan, pemberian makanan tambahan akan diberikan selama 14 hari pertama, setelah 14 hari jika status gizi balita tidak ada perubahan maka akan dilanjutkan dengan 14 hari berikutnya. Pemberian makanan tambahan juga diberikan kepada ibu hamil yang mempunyai LILA kurang dari 23,5 cm karena ibu hamil yang Kurang Energi Kronis (KEK) akan berdampak buruk pada ibu dan anak yang dilahirkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan karakteristik ibu (pendidikan ibu, pekerjaan ibu dan jumlah anak ibu) serta asupan energi dan zat gizi makro (asupan protein, lemak dan karbohidrat) terhadap status gizi balita di wilayah kerja Puskesmas Harapan Raya Kota Pekanbaru.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di wilayah kerja Puskesmas Harapan Raya yaitu posyandu-posyandu yang berada di Kelurahan Tangkerang Selatan. Penelitian dilaksanakan pada Bulan Februari Tahun 2025.

Metode Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah *cross-sectional*. Penelitian dilaksanakan pada Bulan Februari Tahun 2025. Penelitian ini dilakukan di wilayah kerja Puskesmas Harapan Raya yaitu posyandu-posyandu yang berada di Kelurahan Tangkerang Selatan. Populasi pada penelitian adalah balita dan ibu balita yang berada di Kelurahan Tangkerang selatan berjumlah 165. Penentuan jumlah sampel diambil dengan menggunakan rumus slovin dengan presentase kelonggaran ketelitian kesalahan pengambilan sampelnya 10% sehingga diperoleh jumlah sampel 68 balita. Metode sampling yang digunakan ialah *purposive sampling* dengan kriteria inklusi bersedia menjadi responden, seluruh balita yang datang ke posyandu berusia 6-60 bulan, ibu yang memiliki balita, bertempat tinggal di Kelurahan Tangkerang Selatan.

Pengumpulan data yang akan dilaksanakan di posyandu dilakukan selama 2 bulan dengan tahapan pertama yaitu memberi formulir lembar persetujuan responden jika responden atau ibu balita setuju, tahap selanjutnya peneliti akan melakukan wawancara mengenai karakteristik ibu, setelah dilakukan wawancara peneliti mulai *me-recall* ibu balita. Lalu, setelah peneliti *me-recall* ibu balita peneliti akan melakukan penimbangan berat badan balita. Pada hari kedua peneliti melakukan tahap kedua yaitu untuk *me-recall* kembali ibu balita.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara univariat dan bivariat. Analisis bivariat pada penelitian ini akan menggunakan uji *non parametric test*. Uji statistik *non parametric test* yang akan digunakan adalah *spearman (spearman r/rho)*. Analisis data penelitian ini menggunakan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dengan derajat kepercayaan 95%. Interpretasi dari hasil analisis dilihat berdasarkan hasil banding antara nilai koefisien korelasi hitung dan tabel, yaitu jika hasil koefisien korelasi hitung $< 0,05$ maka H_a diterima, jika koefisien korelasi hitung $> 0,05$ maka H_a ditolak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh karakteristik balita yang terdiri dari deskripsi balita menurut usia dan jenis kelamin.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Usia Balita

No	Variabel	n	%
	Usia		
1	6-11 Bulan	14	20,6
2	1-3 Tahun	49	72,1
3	4-5 Tahun	5	7,4
	Total	68	100

Tabel 1 menunjukkan bahwa balita sebagian besar balita yang menjadi responden berusia 1-3 tahun sebanyak 72,1%, usia 6-11 bulan 20,6%, usia 4-5 tahun 7,4%. ASI merupakan makanan paling baik bagi bayi hingga umur satu tahun, dan dianjurkan memberikannya secara eksklusif selama enam bulan pertama. Sebagian besar bayi dapat mengatur asupan makan sesuai dengan banyak yang dibutuhkan untuk pertumbuhan yang sesuai (Almatsier, 2011).

Karakteristik Ibu

Variabel yang diteliti pada karakteristik ibu yaitu tingkat pendidikan ibu, pekerjaan ibu dan jumlah anak ibu, data didapatkan dengan cara mewawancarai ibu balita.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Tingkat Pendidikan Ibu

Karakteristik	n	%
Tingkat Rendah		
SD	3	4,4
SMP	10	14,7
SMA	28	41,2
Tingkat Pendidikan Tinggi		
Perguruan Tinggi	27	36,8
Total	68	100

Tabel 2 didapatkan tingkat pendidikan ibu yang memiliki balita menunjukkan mayoritas berpendidikan rendah yaitu SMA 41,2%, Perguruan Tinggi 36,8%, SMP 14,7%, dan SD 4,4%. Peran seorang ibu sangat penting dalam kesehatan dan pertumbuhan anaknya. Seorang anak dari ibu yang mempunyai latar belakang berpendidikan tinggi maka akan mendapatkan kesempatan hidup serta tumbuh dan mudah menerima wawasan yang lebih luas mengenai gizi (Supariasa, 2012).

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Pekerjaan Ibu

Karakteristik	n	%
Pekerjaan Ibu		
Tidak Bekerja	45	66,2
Bekerja	23	33,8
Total	68	100

Tabel 3 didapatkan 66,2% ibu yang tidak bekerja dan 33,8% ibu yang bekerja.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Jumlah Anak Ibu

Karakteristik	n	%
Jumlah Anak Ibu		
≤ 2 anak	49	72,1
>2 anak	19	27,9
Total	68	100

Tabel 4 didapatkan ibu yang memiliki ≤ 2 anak 72,1% dan ibu yang memiliki >2 anak 27,9%.

Asupan Energi

Data ini didapatkan dengan metode recall 2x24 jam.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Asupan Energi

Asupan	n	%
Energi		
Defisit Berat	10	14,7
Defisit Sedang	3	4,4
Defisit Ringan	16	23,5
Normal	39	57,4
Lebih	0	0
Total	68	100

Tabel 5 balita mengkonsumsi asupan energi normal sebanyak 39 balita (57,4%), defisit ringan 13 balita (23,5%), defisit berat 10 balita (14,7%), dan defisit sedang 3 balita (4,4%).

Asupan Zat Gizi Makro

Tabel 6. Distribusi Frekuensi Asupan Zat Gizi Makro

Asupan Makan	n	%
Protein		
Defisit Berat	1	1,5
Defisit Sedang	0	0
Defisit Ringan	1	1,5
Normal	7	10,3
Lebih	59	86,8
Total	68	100
Lemak		
Defisit Berat	43	63,2
Defisit Sedang	5	7,4
Defisit Ringan	9	13,2
Normal	11	16,2
Lebih	0	0
Total	68	100
Karbohidrat		
Defisit Berat	9	13,2
Defisit Sedang	10	14,7
Defisit Ringan	3	4,4
Normal	30	44,1
Lebih	16	23,5
Total	68	100

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat balita yang mengkonsumsi protein lebih sebanyak 59 balita (86,8%), normal 7 balita (10,3%), defisit berat 1 balita (1,5%) dan defisit ringan 1 balita (1,5%). Balita yang mengkonsumsi lemak defisit berat 43 balita (63,2%), normal 11 balita (16,2%), defisit ringan 9 balita

(13,2%), dan defisit sedang 5 balita (7,4%). Selanjutnya balita yang mengkonsumsi karbohidrat normal sebanyak 30 balita (44,1%), lebih 16 balita (23,5%), defisit sedang 10 balita (14,7%), defisit berat 9 balita (13,2%) dan defisit ringan 3 balita (4,4%).

Status Gizi Balita

Berdasarkan pengukuran antropometri didapatkan status gizi menurut BB/U.

Tabel 7. Distribusi Frekuensi Status Gizi Balita

Status Gizi	N	%
Berat Badan Sangat Kurang	1	1,5
Berat Badan Kurang	7	10,3
Berat Badan Normal	57	83,8
Berat Badan Lebih	3	4,4
Total	68	100

Tabel 7 didapatkan sebagian besar balita memiliki berat badan normal 57 balita (83,8%), berat badan kurang 7 balita (10,3%), berat badan lebih 3 balita (4,4%), dan berat badan sangat kurang 1 balita (1,5%).

Hubungan Karakteristik Ibu Terhadap Status Gizi Balita

Data karakteristik ibu didapatkan dengan mewawancarai ibu balita.

Tabel 8. Analisis Bivariat Karakteristik Ibu

Korelasi Spearman	P
Pendidikan Ibu dengan Status Gizi balita	0,236
Pekerjaan Ibu dengan Status Gizi balita	0,215
Jumlah anak Ibu dengan Status Gizi balita	0,989

Berdasarkan tabel 8 perhitungan dengan menggunakan uji *Spearman-Rho* diperoleh hasil *p value* 0,236 ($< 0,05$), yang berarti tidak terdapat hubungan yang signifikan antara hubungan pendidikan ibu dengan status gizi balita di wilayah kerja Puskesmas Harapan Raya. Hasil penelitian Shodikhin (2023) tidak adanya hubungan pendidikan dengan status gizi dapat dikarenakan Ibu bisa memperoleh pendidikan tidak formal dan rutin mengikuti edukasi maupun penyuluhan tentang kesehatan di masa sebelum kelahiran hingga sesudah kelahiran anaknya, jika tingkat pendidikan ibu yang rendah apabila terbiasa mengikuti kegiatan posyandu dan penyuluhan gizi balita akan mampu mendapatkan pengetahuan yang cukup dan bisa mengasuh anak dengan baik. Menurut penelitian Yuliasuti (2024) tidak adanya hubungan pendidikan dengan status gizi karena perkembangan teknologi yang ada saat ini. Ibu dengan tingkat pendidikan rendah dengan adanya perkembangan teknologi saat ini dapat dengan mudah mengakses informasi dari berbagai media, sehingga mereka dapat meningkatkan pengetahuannya

Hasil uji statistik diperoleh nilai *p value* 0,215 ($> 0,05$) yang berarti tidak ada hubungan yang signifikan antara pekerjaan ibu dengan status gizi balita di Wilayah Kerja Puskesmas Harapan Raya. Menurut penelitian Fauziah (2024) Ibu yang bekerja cenderung memiliki waktu yang lebih terbatas untuk menghabiskan bersama anak mereka dibandingkan dengan ibu yang tidak bekerja. Keterbatasan waktu ini dapat memengaruhi tingkat perhatian dan perawatan anak sehari-hari. Anak-anak yang diurus oleh ibu mereka secara langsung cenderung mendapatkan perhatian yang lebih intensif, termasuk pemenuhan kebutuhan gizi. Menurut penelitian Bahriyah (2024) Ibu yang bekerja memiliki pengetahuan yang baik tentang gizi balita. Hal ini berarti ibu yang bekerja mungkin memiliki akses ke berbagai informasi tentang gizi balita yang dapat dibagikan kepada pengasuh anak di rumah. Dengan demikian, status pekerjaan ibu tidak mempengaruhi kemampuannya dalam mengasuh balita secara langsung. Maka Penelitian ini sejalan dengan penelitian Bahriyah (2024) tentang Hubungan Pekerjaan ibu dengan Status Gizi Balita Studi Kasus di Desa Sukajadi yang tidak terdapat hubungan yang signifikan. Sejalan dengan penelitian Yunus (2018) yang menunjukkan tidak ada hubungan antara pekerjaan dengan penilaian status gizi.

Hasil uji bivariat menggunakan *spearman rho* didapatkan *p value* 0,989 ($> 0,05$) yang berarti tidak ada hubungan jumlah anak ibu terhadap status gizi balita di Wilayah Kerja Puskesmas Harapan Raya Kota Pekanbaru. Hasil penelitian Rarastiti (2014) tidak terdapat hubungan antara jumlah anak ibu terhadap status gizi balita karena ibu dalam mengasuh balitanya dapat dibantu oleh anggota keluarga lain atau oleh

jasa pengasuh. Sehingga ibu yang memiliki balita lebih dari satu juga dapat terus memantau asupan maupun aktivitas anaknya sehingga status gizinya pun akan baik. Penelitian Karundeng (2015) jumlah anak yang dikaitkan dengan pengalaman ibu dalam merawat anaknya dalam memenuhi akan kebutuhan gizi pada anaknya dimana ibu yang sudah pernah mempunyai anak sebelumnya sudah lebih mengetahui cara perawatan karena pengalaman merawat anak sebelumnya. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Sukrillah pada tahun 2012 yang menyatakan tidak ada hubungan antara jumlah dalam keluarga dengan status gizi balita. Menurut Proverawati (2009) besar keluarga juga penting dimana anak pada keluarga dengan anggota keluarga banyak biasanya lebih pendek daripada anak dengan jumlah keluarga sedikit. Hal ini dapat disebabkan anak pada keluarga dengan anggota keluarga banyak cenderung mendapat perhatian dan perawatan individu yang minim.

Hubungan Asupan Energi dan Zat Gizi Makro Terhadap Status Gizi Balita

Data asupan zat gizi balita didapatkan dengan hasil *recall* 2x24 jam.

Tabel 9. Analisis Bivariat Asupan Energi dan Asupan Zat Gizi Makro

Korelasi Spearman	<i>P</i>
Asupan Energi dengan Status Gizi balita	0,012
Asupan Protein dengan Status Gizi balita	0,088
Asupan Lemak dengan Status Gizi Balita	0,306
Asupan Karbohidrat dengan Status Gizi balita	0,410

Berdasarkan asupan zat gizi balita yang dihitung menggunakan MS Excel dengan menggunakan uji *Spearman-Rho* diperoleh hasil asupan energi *p-value* 0,012 ($< 0,05$) yang berarti terdapat hubungan antara asupan energi terhadap status gizi balita di Wilayah Kerja Puskesmas Harapan Raya Kota Pekanbaru. Penelitian ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Silaen (2014) yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara tingkat kecukupan energi dengan status gizi. Keseimbangan energi dicapai bila energi yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan sama dengan energi yang dikeluarkan. Keadaan ini akan menghasilkan berat badan yang ideal/normal. Bila terjadi kekurangan energi pada bayi dan anak-anak akan menghambat pertumbuhan dan penurunan berat badan. Apabila kelebihan maka energi akan diubah menjadi lemak tubuh yang dapat berakibat kelebihan berat badan atau kegemukan (Almatsier, 2010).

Asupan protein pada penelitian ini mendapatkan hasil *p value* 0,088 ($< 0,05$) yang berarti tidak terdapat hubungan asupan protein dengan status gizi balita di Wilayah Kerja Puskesmas Harapan Kota Pekanbaru. Penelitian Hastuti (2013) di kelurahan Sangkrah dan Semanggi juga menyatakan tidak ada hubungan antara asupan protein dengan status gizi anak balita. Disamping karbohidrat dan lemak, protein merupakan bahan pembentuk energi, yang diperoleh dari berbagai bahan makanan nabati dan hewani. Penting untuk memperhatikan konsumsi makanan yang menghasilkan protein yang mencukupi berbagai kebutuhan tubuh (Kartasapoetra dan Marsetyo, 2010). Kelebihan protein akan diubah menjadi karbohidrat dan lemak yang disimpan dalam tubuh yang nantinya dapat mengakibatkan kelebihan berat badan atau kegemukan jika tidak terpakai (Cakrawati dan Mustika, 2012). Hasil *food recall* 2x24 jam menunjukkan mayoritas responden mengkonsumsi protein lebih. Hal ini disebabkan karena ibu balita memberi protein dalam jumlah yang lebih setiap memberi makan anaknya.

Asupan lemak pada penelitian ini mendapatkan hasil *p value* 0,306 ($< 0,05$) yang berarti tidak terdapat hubungan antara asupan lemak terhadap status gizi balita. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arifiyanti (2016), yang mengatakan bahwa antara asupan lemak dan status gizi tidak memiliki hubungan. Lemak yang berhubungan dengan status gizi adalah kolesterol, lemak jenuh dan lemak tak jenuh ganda. Lemak didalam tubuh berfungsi sebagai cadangan energi. Bentuk jaringan lemak yang ditimbun di tempat-tempat tertentu, sumber energi, alat angkut vitamin larut lemak, pelindung organ tubuh, dan memelihara suhu tubuh. Jika asupan lemak kurang dalam tubuh maka protein akan dipecah untuk memenuhi kebutuhan energi, sehingga akan menyebabkan fungsi protein sebagai zat pembangun akan hilang (Almatsier, 2010). Hasil *food recall* 2x24 jam mayoritas responden mengalami defisit lemak. Hal ini disebabkan karena makanan yang dikonsumsi oleh responden di oleh dengan cara di tumis menggunakan minyak yang sedikit serta direbus. Selain itu responden sangat jarang mengkonsumsi kacang-kacangan dan biji-bijian sehingga asupan lemak mereka belum memenuhi kebutuhan.

Asupan karbohidrat pada penelitian ini mendapatkan hasil p value 0,410 ($< 0,05$) yang berarti tidak terdapat hubungan asupan protein dengan status gizi balita di Wilaya Kerja Puskesmas Harapan Kota Pekanbaru. Hasil ini sejalan dengan penelitian Adani (2016) yaitu tidak terdapat hubungan antara asupan karbohidrat dengan status gizi. Karbohidrat dibutuhkan oleh tubuh untuk proses pertumbuhan, metabolisme, utilisasi bahan makanan dan aktivasi. Karbohidrat yang masuk melalui makanan harus seimbang dengan kebutuhan tubuh berlangsung dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan masalah gizi (Cakrawati dan Mustika, 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

Tidak terdapat hubungan karakteristik ibu serta asupan energy dan zat gizi makro terhadap status gizi balita di wilayah kerja Puskesmas Harapan Raya Kota Pekanbaru.

Disarankan kepada ibu balita agar memperhatikan tekstur MPASI, pola menu dan membatasi jajanan untuk mencapai status gizi yang baik serta memberikan makanan gizi seimbang dengan menambahkan sayur, buah, dan, kacang-kacangan. Hasil yang menunjukkan bahwa banyaknya balita yang mengkonsumsi protein lebih, dan asupan lemak defisit berat, maka peran ahli gizi sangat penting untuk memberikan informasi terkait gizi seimbang. Selain itu orang tua balita disarankan agar lebih memperhatikan asupan makan anaknya sesuai gizi seimbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, V.P., D. R. Pangesti., dan M.Z. Rahfiludin. 2016. Hubungan Asupan Makanan (Karbohidrat, Protein, dan Lemak) dengan Status Gizi Bayi dan Balita (Studi pada Taman Penitipan Anak Lusendra Kota Semarang Tahun 2016). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(3): 261-271.
- Almatsier, S. Soetardjo, S. dan M. Soekatri. 2011. *Gizi Seimbang Dalam Daur Kehidupan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 480 hal.
- Arifiyanti, A.D. 2016. Hubungan Asupan Energi Dan Lemak Dengan Status Gizi Pada Remaja Putri Di Pondok Pesantren Ta'mirul Islam Surakarta. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Ayuningtyas, G., U. Hasanah dan T. Yuliawati. 2021. Hubungan Tingkat Pengetahuan Ibu dengan Status Gizi Balita. *Journal of Nursing Research*, 1(1):15–23.
- Bahriyah, F. 2024. Hubungan Pekerjaan Ibu Dengan Status Gizi Balita Studi Kasus di Desa Sukajadi. *Jurnal Public Health and Safety International*, 4(1) : 25-28.
- Cakrawati, D. dan Mustika, N.H. 2014. *Bahan Pangan, Gizi, dan Kesehatan*. Bandung: Alfabeta. 234 hal.
- Chawla, S., V. Gupta., and A. Singh. 2020. *Undernutrition and Associated Factors Among Children 1-5 Years of Age in Rural Area Of Haryana, India: A Community Based Cross-Sectional Study*, *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 6(2):169–170. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc.
- Fauziah, N.R., Sukamandari., dan Y. Triana. 2019. Hubungan Status Pekerjaan Ibu dengan Status Gizi Balita. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1) : 28-32
- Hastuti, W.D. 2013. Hubungan Asupan Energi, Protein, Lemak dan Karbohidrat dengan Status Gizi Pada Anak Usia Prasekolah di Kelurahan Sangkrah dan Semanggi Kecamatan Pasar Kliwon Kota Surakarta. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kartasapoetra, G., dan Marsetyo, H. 2010. *Ilmu Gizi: Korelasi Gizi, Kesehatan, dan Produktivitas Kerja*. Jakarta: Rineka Cipta. 123 hal.
- Karundeng, L.R., Amatus. Y. Ismanto., dan R. Kundre. 2015. Hubungan Jarak Kelahiran dan Jumlah Anak Dengan Status Gizi Balita di Puskesmas Kao Kecamatan Kao Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Keperawatan*, 3(1): 1-9.
- Kemenkes RI [Kementerian Kesehatan Republik Indonesia]. 2017. *Penilaian Status Gizi*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 317 hal
- Proverawati, A. dan E. K. Wati. 2011. *Ilmu Gizi untuk Keperawatan & Gizi Kesehatan*. Yogyakarta: Nuha Medika. 186 hal.
- Ronald., P. M. Warwuru., dan R. B. Rahail. 2024. Hubungan Pendidikan dan Pekerjaan Ibu Dengan Status Gizi Balita di Puskesmas Samkai Kabupaten Merauke. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 3(9): 1-10.
- Shodikin, A.A., Mutalazimah., Muwakhidah dan N. L. Mardiyanti. 2023. Tingkat Pendidikan ibu dan Pola Asuh Gizi Hubungannya Dengan Kejadian Stunting Pada Balita Usia 24-59 Bulan. *Journal Of Nutrition College*, 12(1): 33-41.
- Silaen, P. 2014. Tingkat Kecukupan Energi dan Protein serta Status Gizi Anak Balita Rumah Tangga Miskin di Kecamatan Blambangan Umpu Kabupaten Way Kanan. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Sjarif, D.R., S. S. Nasar., Y. Devaera., dan C. Tamjung. *Rekomendasi Ikatan Dokter Anak Indonesia*. Jakarta: Ikatan Dokter Anak Indonesia. 23 hal.
- Sukrillah, U.A., H. Prasetyo., dan M. M. Kuhu. 2012. Hubungan Antara Karakteristik Ibu Dengan Status Gizi Balita di Desa Klahang Kecamatan Sokaraja Kabupaten Banyumas. *Jurnal Kesmasind*, 5(2): 121- 135.
- Supariasa, I.D.N., B. Bakri, dan I. Fajar. 2013. *Penilaian Status Gizi (Edisi Revisi)*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. 333 hal.
- Toby, Y.R., L. D. Anggraeni., dan S. Rasmada. 2021. Analisis Asupan Zat Gizi Terhadap Status Gizi Balita. *Jurnal Faletahan Health*, 8(2): 92-101.
- WHO. 2020. *Malnutrition, Newsroom*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>.
- Yuliasuti, L.P.S., A. Lestari., dan E. G. Kusuma. 2024. Hubungan Pendidikan dan Pekerjaan Ibu Dengan Status Gizi Anak Prasekolahdi TK Sari Asih Sumbawa Besar. *Jurnal of Innovation Research and Knowledge*, 4(2): 1-8.
- Yunus, E.M. 2018. Hubungan Karakteristik Ibu dengan Status Gizi Balita di Desa Tanjung Gunung Bangka Tengah Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan*, 6(1): 28-32.

HUBUNGAN ASUPAN ZAT GIZI MAKRO DAN PENGETAHUAN GIZI TERHADAP KEKURANGAN ENERGI KRONIK (KEK) PADA IBU HAMIL DI KECAMATAN TAPUNG

The Relation Between Macronutrient Intake and Nutritional Knowledge on Chronic Energy Deficiency (CED) among Pregnant Women in Tapung District

Mila Septika Velia¹, Sofya Maya¹

¹Program Studi Gizi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. H.R. Soebrantas Simpang Baru Panam Pekanbaru, Riau, Indonesia

*Email: sofyamaya@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Chronic energy deficiency (CED) is a condition in which the mother suffers from a lack of energy intake characterized by a LiLA <23,5 cm. CED in pregnant women is one of the nutritional problems that can be caused by food intake (energi and macronutrients) and nutritional knowledge. The aimed of the study was to analyze the correlation between energy iand macronutriens intake, as well as nutritional knowledge on chronic energy deficiency (CED) in pregnant women in Tapung District. The study was an observational analysis with a cross sectional study design. The population of the study was pregnant womens. The sampling technique was accidental sampling and a sample size of 70 people was obtained. The results showed that most pregnant women in the Tapung Distric were in the moderate category 47,1%, good 27,1%, and deficit 27,1%. The carbohydrate intake was in the modarate category 54,3%, deficit 28,6%, and good 17,1%. The protein intake was in the moderate category 52,9%, deficit 31,4%, and good 15,7%. The fat intake was in the moderate category of 51,4%, good 34,3%, and deficit 14,3%. The nutritional knowledge of pregnant women was in the good category 91,4% and sufficient 8,6%. The most pregnant women do not experience CED was 77,1% and are at risk of CED was 22,9%. The result of the chi-square test showed that energy intake ($p=0,000$), carbohydrate intake ($p=0,010$), protein intake ($p=0,001$), fat intake ($p=0,007$), and nutritional knowledge ($p=0,128$). The conclusion of the study that there was a correlation between macronutrients intake to chronic energy deficiency (CED), but there was no correlation between nutritional knowledge and chronic energy deficiency (CED) in pregnant women in Tapung District

Keywords: CED, macronutrients, nutritional knowledge, pregnant women

PENDAHULUAN

Kehamilan merupakan proses perkembangan janin di dalam kandungan yang dimulai dari bertemunya sel telur dan sel sperma sampai janin matang atau siap dilahirkan. Menjaga kesehatan selama masa kehamilan merupakan aspek yang sangat penting bagi ibu hamil, mengingat kondisi fisiologisnya yang lebih rentan terhadap berbagai faktor eksternal yang dapat memicu terjadinya gangguan kehamilan. Kerentanan ini tidak hanya berdampak pada ibu, tetapi juga berpotensi memengaruhi perkembangan dan kesehatan janin yang dikandungnya. Selama kehamilan, janin mengalami pertumbuhan termasuk perkembangan organ-organ tubuhnya. Guna mendukung proses tersebut, metabolisme ibu juga meningkat sehingga kebutuhan gizi juga bertambah. Ibu hamil memerlukan lebih banyak asupan energi, protein, lemak, vitamin, dan mineral agar pertumbuhan janin berlangsung optimal (Fitriah dkk., 2018). Pertumbuhan dan perkembangan janin sangat bergantung pada asupan gizi ibu, sehingga sangat penting bagi ibu untuk menjaga pola makan yang sehat dan seimbang selama kehamilan. Kekurangan gizi selama kehamilan dapat berdampak negatif pada perkembangan janin dan kesehatan ibu (Harna dkk., 2023).

Masalah gizi yang sering terjadi pada ibu hamil diantaranya Kurang Energi Kronik (KEK). KEK pada ibu hamil merupakan kondisi dimana ibu hamil mengalami kekurangan energi yang berlangsung menahun (kronis) yang menyebabkan timbulnya gangguan kesehatan pada ibu. Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada ibu hamil dapat menimbulkan berbagai dampak konsekuensi jangka panjang, baik bagi janin maupun anak yang dilahirkan. KEK berpengaruh langsung terhadap proses tumbuh kembang janin di dalam kandungan,

yang salah satunya ditandai dengan gangguan pertumbuhan *Intrauterine Growth Retardation* (IUGR). Kondisi ini meningkatkan risiko kelahiran bayi dengan berat badan lahir rendah (*Low Birth Weight*), serta kemungkinan terjadinya kelainan kongenital seperti cacat tabung saraf (*Neural Tube Defect*), bibir sumbing, dan celah langit-langit. Bayi yang lahir dari ibu dengan status gizi KEK memiliki kerentanan terhadap stunting, yaitu gangguan pertumbuhan linier yang dapat berdampak pada kualitas hidup jangka panjang. Stunting tidak hanya memengaruhi tinggi badan, tetapi juga berimplikasi pada perkembangan otak dan fungsi kognitif anak, yang pada akhirnya dapat memengaruhi tingkat kecerdasan dan kemampuan belajar. Dalam jangka panjang, anak yang mengalami gangguan pertumbuhan akibat KEK pada masa prenatal memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami berbagai Penyakit Tidak Menular (PTM) di usia dewasa, seperti diabetes melitus tipe 2, hipertensi, dan penyakit jantung koroner (Kemenkes, 2017). Kurang Energi Kronis (KEK) mengacu pada rendahnya asupan energi dibandingkan dengan kebutuhan energi tubuh dalam jangka waktu tertentu, yang dapat berlangsung selama beberapa bulan hingga bertahun-tahun. Ketidakseimbangan ini menyebabkan tubuh tidak memperoleh cukup energi untuk menjalankan fungsi fisiologis secara optimal, termasuk dalam mendukung proses kehamilan dan pertumbuhan janin. Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap terjadinya KEK adalah pola konsumsi makanan yang tidak sesuai dengan prinsip gizi seimbang (Fakhriyah dkk., 2021).

Data Riskesdas (2018) menunjukkan bahwa prevalensi ibu hamil di Indonesia yang mengalami KEK adalah 17,3%. Prevalensi KEK pada ibu hamil di Indonesia mengalami penurunan tahun 2023 mencapai 16,9%. Akan tetapi angka tersebut masih belum mencapai target yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Indonesia dalam rencana Strategis Kemenkes 2024 yaitu menurunkan prevalensi KEK ibu hamil mencapai 10% (Kemenkes RI, 2018). Data dari Dinas Kesehatan Provinsi Riau tahun (2022) menunjukkan bahwa prevalensi ibu hamil KEK di Pekanbaru sebesar 1,31%. Prevalensi ibu hamil KEK di Kabupaten Kampar tahun 2022 dengan presentase sebesar 3,25% (Dinas Kesehatan Kabupaten Kampar, 2022).

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi terjadinya KEK pada ibu hamil, diantaranya adalah faktor langsung yaitu asupan makan dan penyakit infeksi serta faktor tidak langsung yaitu pendapatan keluarga, jumlah anggota keluarga, pemeriksaan kehamilan, paritas, pemberian makanan tambahan, pengetahuan gizi dan penyakit infeksi (Elsera dkk., 2021). Penyebab terjadinya KEK akibat dari ketidakseimbangan antara asupan pemenuhan kebutuhan dan pengeluaran energi. Hal ini merupakan kondisi saat tubuh tidak mendapatkan cukup energi dari makanan yang dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan energi dasarnya. Ketika terjadi ketidakseimbangan ini, tubuh akan berusaha mencari sumber energi lainnya untuk memenuhi kebutuhan metabolismenya. Salah satu sumber energi alternatif yang bisa digunakan adalah cadangan lemak dalam tubuh. Apabila penggunaan cadangan lemak berlangsung secara terus-menerus tanpa disertai peningkatan asupan energi yang memadai, maka tubuh akan mulai memecah protein, termasuk jaringan otot sebagai sumber energi. Proses ini dapat mengganggu berbagai fungsi fisiologis dan berdampak pada penurunan massa otot. Salah satu indikator fisik yang dapat diamati dari kondisi ini adalah berkurangnya ukuran lingkaran lengan atas. Dalam konteks pencegahan KEK, pengetahuan dan kemampuan kognitif berperan sangat penting dalam membentuk perilaku dan tindakan seseorang, termasuk dalam konteks pemilihan makanan dan kebiasaan sehari-hari (Harna dkk., 2023). Ibu yang memiliki pengetahuan rendah cenderung tidak memperhatikan kebutuhan gizi yang dikonsumsi sehingga kebutuhan asupan tidak terpenuhi (Paramashanti, 2021).

Penelitian Mahendika dkk. (2023) menyatakan bahwa dari 60 responden terdapat sebanyak 56,7% responden yang asupan energi kurang, sebanyak 53,3% responden yang berpengetahuan tinggi dan sebanyak 60% responden yang tidak mengalami KEK. Hasil uji statistik *chi-square* diperoleh *p-value* sebesar 0,011 yang berarti terdapat hubungan yang bermakna antara asupan energi dengan kejadian KEK. Hasil uji statistik *chi-square* diperoleh *p-value* sebesar 0,001 yang berarti terdapat hubungan pengetahuan dengan kejadian KEK pada ibu hamil di Puskesmas Andalas. Selaras dengan penelitian Fauziana dan Fayasari (2020) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara pengetahuan ($p=0,004$), keragaman pangan ($p=0,003$), asupan energi ($p=0,011$) dan asupan protein ($p=0,043$) terhadap KEK pada ibu hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Makassar. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan tujuan menganalisis hubungan asupan zat gizi makro dan pengetahuan gizi terhadap kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Desember 2024 di Puskesmas Petapahan Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau.

Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan desain penelitian menggunakan pendekatan *cross sectional*. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *accidental sampling*, yaitu sampel diambil secara kebetulan (siapa saja ibu hamil yang secara kebetulan bertemu di wilayah Puskesmas Petapahan Kecamatan Tapung), yang dapat memenuhi kriteria inklusi yaitu: 1) Ibu yang bersedia menjadi responden, 2) Ibu yang sedang hamil, 3) Ibu hamil yang bisa membaca dan menulis, 4) Ibu hamil yang berdomisili di wilayah Tapung. Sedangkan kriteria eksklusi yaitu: 1) Ibu hamil yang menderita penyakit kronis, 2) Ibu hamil yang memiliki kelainan bawaan atau cacat fisik. Populasi penelitian ini adalah seluruh ibu hamil yang berjumlah 178 orang di Puskesmas Tapung. Besar sampel yang dibutuhkan dalam penelitian adalah 70 responden.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu: 1) Kuesioner *food recall* 2x24 jam, 2) Kuesioner pengetahuan gizi ibu, 3) Pita LiLA

Analisis data

Analisis data menggunakan *software microsoft excel 2019 for windows, statistic program for social science (SPSS) for windows*. Analisis pada penelitian ini menggunakan 2 jenis analisis yaitu, analisis univariat dan analisis bivariat. Variabel yang dianalisis univariat adalah karakteristik responden (usia ibu, usia kehamilan, pekerjaan ibu, pendidikan ibu), asupan zat gizi makro, pengetahuan gizi ibu, dan status gizi pada ibu hamil. Analisis bivariat digunakan untuk melihat hubungan asupan zat gizi makro dan pengetahuan gizi ibu terhadap kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil. Melihat hubungan tersebut menggunakan program komputer SPSS kemudian dilanjutkan dengan menggunakan uji *chi-square* dan uji *odds ratio* dengan signifikan $p < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Karakteristik responden yang dianalisis meliputi usia Ibu, usia kehamilan, pendidikan Ibu, dan pekerjaan Ibu. Distribusi frekuensi usia ibu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi frekuensi berdasarkan usia Ibu

Karakteristik	Kategori	N	%
Usia Ibu	<20 tahun	1	1,4
	20-35 tahun	65	92,9
	>35 tahun	4	5,7
Total		70	100

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa ibu-ibu yang ada di wilayah UPT Puskesmas Petapahan Kecamatan Tapung sebagian besar memiliki usia 20-35 tahun sebanyak 65 orang (92,9%), sedangkan ibu dengan usia >35 tahun sebanyak 4 orang (5,7%), dan ibu dengan usia <20 tahun sebanyak 1 orang (1,4%). Hasil penelitian menyatakan bahwa rata-rata usia ibu di wilayah Kecamatan Tapung berada dalam usia produktif yaitu usia 20-35 tahun.

Usia ibu sangat penting dan berdampak signifikan terhadap kesehatan dan kesejahteraan ibu dan janin yang dikandungnya. Usia ibu hamil yang termasuk dalam kategori berisiko adalah usia di bawah 20 tahun dan di atas 35 tahun, dikarenakan ibu hamil yang berada dalam kelompok usia ini memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kekurangan energi kronik (KEK). Semakin muda atau semakin tua usia seorang ibu hamil, maka semakin besar kebutuhan zat gizi yang diperlukan oleh tubuhnya (Harna dkk. 2023). Distribusi frekuensi usia kehamilan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi frekuensi responden berdasarkan usia kehamilan

Karakteristik	Kategori	n	%
Usia Kehamilan	1-3 bulan (Trimester I)	13	18,6
	4-6 bulan (Trimester II)	29	41,4
	7-9 bulan (Trimester III)	28	40
Total		70	100

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa responden dalam penelitian sebagian besar adalah ibu hamil dengan usia kehamilan trimester II sebanyak 29 orang (41,4%), ibu hamil dengan usia kehamilan trimester III sebanyak 28 orang (40%), dan ibu hamil dengan usia kehamilan trimester I sebanyak 13 orang (18,6%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ibu hamil yang ada di wilayah Kecamatan Tapung berada pada usia kehamilan trimester II.

Selama masa kehamilan, tubuh seorang ibu mengalami banyak perubahan termasuk peningkatan kebutuhan gizi yang signifikan dibandingkan saat dia tidak hamil. Meningkatnya kebutuhan gizi bukan hanya untuk kesehatan dan kebugaran ibu, tetapi juga untuk mendukung perkembangan janin (Harna dkk., 2023). Distribusi frekuensi pendidikan ibu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi frekuensi responden berdasarkan pendidikan ibu

Karakteristik	Kategori	n	%
Pendidikan Ibu	SMP/Sederajat	10	14,3
	SMA/Sederajat	54	77,1
	Perguruan Tinggi	6	8,6
Total		700	100

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa responden dalam penelitian sebagian besar memiliki pendidikan SMA/Sederajat sebanyak 54 orang (77,1%). Ibu hamil yang memiliki pendidikan SMP/Sederajat sebanyak 10 orang (14,3%), dan ibu hamil yang memiliki pendidikan perguruan tinggi sebanyak 6 orang (8,6%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ibu hamil yang ada di wilayah Kecamatan Tapung lebih banyak memiliki latar belakang pendidikan SMA/Sederajat.

Tingkat pendidikan ibu memiliki dampak signifikan terhadap rasa percaya diri dan tanggungjawab dalam memilih makanan. Faktanya, individu yang memiliki tingkat pendidikan yang tinggi biasanya tidak mudah terpengaruh oleh adanya larang atau tabu terkait konsumsi makanan (Harna dkk., 2023). Seseorang dengan pendidikan yang tinggi maka tingkat pengetahuan yang mereka dapat semakin tinggi dan cenderung mendapatkan informasi baik dari orang lain maupun media, sebaliknya tingkat pendidikan yang kurang akan menghambat perkembangan dan sikap seseorang. Seseorang yang berpendidikan rendah belum tentu tidak mengalami KEK, karena walaupun berpendidikan rendah jika orang tersebut banyak mendapat informasi tentang cara mencegah KEK, maka pengetahuannya akan lebih baik (Fakhriyah dkk., 2021).

Hasil penelitian Novitasari dkk. (2019) menunjukkan bahwa ibu hamil dengan pendidikan rendah dua kali lebih mengalami KEK dibandingkan ibu hamil dengan pendidikan lebih tinggi, mengindikasikan bahwa pendidikan memainkan peran penting dalam mengarahkan perilaku kesehatan, termasuk asupan gizi selama kehamilan. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa pendidikan tinggi tidak menjamin pemenuhan gizi optimal jika ibu hamil memiliki daya beli yang rendah. Dalam kasus ini, gizi ibu hamil mungkin tidak terpenuhi yang dapat mengarah ke KEK. Hal ini menegaskan pentingnya edukasi kesehatan dan gizi yang memadai dalam mencegah KEK, bukan hanya pendidikan formal. Hasil penelitian sejalan dengan Fitrianingtyas dkk. (2018) menunjukkan bahwa ibu hamil berpendidikan rendah empat kali lebih berisiko mengalami KEK.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ibu hamil di Kecamatan Tapung secara keseluruhan memiliki status pekerjaan dengan kategori tidak bekerja atau hanya sebagai ibu rumah tangga (IRT) sebanyak 70 orang (100%), sedangkan tidak ada ibu yang bekerja (0%). Seseorang yang bekerja dapat meningkatkan pengetahuan karena pengalaman dan pergaulan serta interaksi sosial yang luas. Seseorang yang bekerja dapat memiliki penghasilan sendiri sehingga dapat membantu memenuhi gizi keluarga. Pekerjaan berpengaruh terhadap sosial ekonomi. Kebutuhan kesehatan seperti sarana kesehatan dan kebutuhan gizi dapat terpenuhi ketika keluarga memiliki kemampuan secara ekonomi (Fakhriyah dkk., 2021).

Asupan Energi pada Ibu Hamil

Asupan energi adalah jumlah energi yang didapatkan dari konsumsi makanan dan minuman dalam satu hari yang diperoleh dari wawancara dengan metode *food recall* 2x24 jam. Distribusi asupan energi pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat di lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi frekuensi asupan energi pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Karakteristik	Kategori	n	%
Asupan Energi	Lebih	0	0,0
	Baik	19	27,1
	Sedang	33	47,1
	Defisit	18	25,7
Total		70	100

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa responden dalam penelitian sebagian besar memiliki asupan energi dengan kategori sedang sebanyak 33 orang (47,1%). Ibu hamil yang memiliki asupan energi baik sebanyak 19 orang (27,1%), ibu hamil yang memiliki asupan energi kurang sebanyak 18 orang (25,7%), dan tidak ada ibu hamil yang memiliki asupan energi lebih (0%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa asupan energi pada ibu hamil di Kecamatan Tapung sebagian besar berada pada kategori sedang.

Berdasarkan Permenkes RI tahun 2019 tentang angka kecukupan energi yang dianjurkan untuk perempuan kategori usia 19-29 tahun sebesar 2250 kkal dan kategori usia 30-49 tahun sebesar 2150 kkal, namun pada ibu hamil terdapat penambahan kebutuhan energi. Tambahan energi untuk ibu hamil adalah 300 kkal selama trimester 2 dan 3, sedangkan pada trimester 1 sebesar 180 kkal. Berdasarkan hasil *recall* 2x24 jam, didapatkan asupan energi ibu hamil di Kecamatan Tapung berkisar antara 1343-2743,5 kkal/hari, maka asupan energi ibu hamil terpenuhi sekitar 53-109% AKG (Kemenkes RI, 2019).

Selama masa kehamilan, berat badan ibu biasanya meningkat secara signifikan dan peningkatan ini sebagian besar ditentukan oleh jumlah energi atau kalori yang dikonsumsi oleh ibu. Selama kehamilan ibu harus memperhatikan pola makan yang cukup energi, tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan harian, tetapi juga untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan janin yang sedang berkembang dalam rahim. Tambahan energi pada ibu hamil sangat diperlukan untuk berbagai proses yang terjadi selama kehamilan, seperti pembentukan jaringan baru, termasuk janin itu sendiri, plasenta yang memberi makan janin, dan cairan ketuban yang melindungi dan mendukung janin, serta mendukung pertumbuhan dan perkembangan jaringan yang sudah ada seperti rahim, payudara dan jaringan adiposa atau lemak ibu (Harna dkk., 2023).

Asupan Karbohidrat pada Ibu Hamil

Karbohidrat adalah peranan utama di dalam tubuh, menyediakan glukosa bagi sel-sel tubuh, yang kemudian diubah menjadi energi (Almatsier, 2001). Asupan karbohidrat dari hasil penelitian diperoleh dari kuesioner dan wawancara *food recall* 2x24 jam. Distribusi asupan karbohidrat pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat di lihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi frekuensi asupan karbohidrat pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Karakteristik	Kategori	n	%
Asupan Karbohidrat	Lebih	0	0,0
	Baik	12	17,1
	Sedang	38	54,3
	Defisit	20	28,6
Total		70	100

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa responden dalam penelitian sebagian besar memiliki asupan karbohidrat dengan kategori sedang sebanyak 38 orang (54,3%). Ibu hamil yang memiliki asupan karbohidrat defisit sebanyak 20 orang (28,6%), ibu hamil yang memiliki asupan karbohidrat baik sebanyak 12 orang (17,1%), dan tidak ada ibu hamil yang memiliki asupan energi lebih (0%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa asupan energi pada ibu hamil di Kecamatan Tapung sebagian besar berada pada kategori sedang.

Berdasarkan Permenkes RI tahun 2019 tentang angka kecukupan karbohidrat yang dianjurkan untuk perempuan kategori usia 19-29 tahun sebesar 360 g dan kategori usia 30-49 tahun sebesar 340 g, namun pada ibu hamil terdapat penambahan kebutuhan karbohidrat. Tambahan karbohidrat untuk ibu hamil adalah 40 g selama trimester 2 dan 3, sedangkan pada trimester 1 sebesar 25 g dikarenakan pada trimester 1 ibu hamil sering mengalami gangguan selera makan (AIPGI, 2017). Berdasarkan hasil *recall* 2x24 jam, didapatkan asupan karbohidrat ibu hamil di Kecamatan Tapung berkisar antara 167-463,6 g/hari, maka asupan karbohidrat ibu hamil terpenuhi sekitar 42-114% AKG (Kemenkes RI, 2019).

Asupan Protein pada Ibu Hamil

Asupan protein dari hasil penelitian diperoleh dari kuesioner dan wawancara *food recall* 2x24 jam. Distribusi asupan protein pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat di lihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Distribusi frekuensi berdasarkan asupan protein pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Karakteristik	Kategori	n	%
Asupan Protein	Lebih	0	0,0
	Baik	11	15,7
	Sedang	37	52,9
	Defisit	22	31,4
Total		70	100

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa responden dalam penelitian sebagian besar memiliki asupan protein dengan kategori sedang sebanyak 37 orang (52,9%). Ibu hamil yang memiliki asupan protein defisit sebanyak 22 orang (31,4%), ibu hamil yang memiliki asupan protein baik sebanyak 11 orang (15,7%), dan tidak ada ibu hamil yang memiliki asupan protein lebih (0%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa asupan protein pada ibu hamil di Kecamatan Tapung sebagian besar berada pada kategori sedang.

Berdasarkan Permenkes RI tahun 2019 tentang angka kecukupan protein yang dianjurkan untuk perempuan kategori usia 19-49 tahun sebesar 60 g, namun pada ibu hamil terdapat penambahan kebutuhan protein. Tambahan protein untuk ibu hamil adalah 1 g untuk trimester pertama, 10 g untuk trimester kedua, dan 30 g untuk trimester ketiga. Berdasarkan hasil *recall* 2x24 jam, didapatkan asupan protein ibu hamil di Kecamatan Tapung berkisar antara 33,9-96,5 g/hari, maka asupan protein ibu hamil terpenuhi sekitar 38-107% AKG (Kemenkes RI, 2019).

Selama kehamilan, kebutuhan protein ibu hamil meningkat secara signifikan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan janin. Protein membantu membangun plasenta dan jaringan lainnya yang diperlukan oleh ibu hamil dan membantu peningkatan volume darah serta produksi air susu ibu. Protein juga membantu dalam menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh dan memproduksi antibodi yang sangat penting untuk sistem kekebalan tubuh ibu dan bayi. Protein juga berperan dalam mempertahankan kesehatan kulit, rambut, dan kuku, serta membantu dalam proses pencernaan dan penyerapan gizi. Protein diperlukan untuk pembentukan otot, tulang, dan jaringan lainnya pada janin, sekitar 925 g protein terakumulasi dalam tubuh ibu selama proses kehamilan. Hal ini menunjukkan pentingnya konsumsi protein yang cukup selama kehamilan, baik untuk kesehatan ibu maupun untuk perkembangan janin yang optimal. (Harna dkk., 2023).

Asupan Lemak pada Ibu Hamil

Lemak merupakan sumber energi terbesar dalam tubuh, yang berfungsi sebagai cadangan energi tubuh bagi ibu saat melahirkan, pelarut vitamin A, D, E, K, dan asam lemak. Asam lemak omega 3 dan 6 juga diperlukan untuk perkembangan sistem syaraf, fungsi penglihatan dan pertumbuhan otak bayi juga sebagai bantalan bagi organ-organ tertentu seperti biji mata dan ginjal. Sumber lemak seperti daging, susu, telur, mentega, minyak nabati, dan lain-lain (Hardinsyah dan Supariasa, 2017). Asupan lemak dari hasil penelitian diperoleh dari kuesioner dan wawancara *food recall* 2x24. Distribusi asupan lemak pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat di lihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Distribusi frekuensi berdasarkan asupan lemak pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Karakteristik	Kategori	n	%
Asupan Lemak	Lebih	0	0,0
	Baik	24	34,3
	Sedang	36	51,4
	Defisit	10	14,3
Total		70	100

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa responden dalam penelitian sebagian besar memiliki asupan lemak dengan kategori sedang sebanyak 36 orang (51,4%). Ibu hamil yang memiliki asupan lemak baik sebanyak 24 orang (34,3%), ibu hamil yang memiliki asupan lemak defisit sebanyak 10 orang (14,3%), dan tidak ada ibu hamil yang memiliki asupan lemak lebih (0%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa asupan lemak pada ibu hamil di Kecamatan Tapung sebagian besar berada pada kategori sedang.

Berdasarkan Permenkes RI tahun 2019 tentang angka kecukupan lemak yang dianjurkan untuk perempuan kategori usia 19-29 tahun sebesar 65 g dan kategori usia 30-49 tahun sebesar 60 g, namun pada ibu hamil terdapat penambahan kebutuhan lemak. Tambahan lemak untuk ibu hamil untuk trimester pertama, kedua, dan ketiga sebesar 2,3 g/hari. Berdasarkan hasil *recall* 2x24 jam, didapatkan asupan lemak ibu hamil di Kecamatan Tapung berkisar antara 31,5-86,7 g/hari, maka asupan energi ibu hamil terpenuhi sekitar 60-127% AKG (Kemenkes RI, 2019).

Produktif

Produktif disini dapat diartikan orang tersebut memiliki penghasilan sehingga memiliki nilai ekonomis untuk dirinya. Untuk yang belum bekerja atau berpenghasilan, produktif disini berarti tetap dapat melakukan aktivitas sehari-hari yang menjadi aktivitas utamanya saat itu, misalnya pelajar produktifnya belajar, mahasiswa/i produktifnya kuliah.

Pengetahuan Gizi pada Ibu Hamil

Pengetahuan ibu dalam penelitian diukur dari nilai yang diperoleh dalam menjawab tentang kekurangan energi kronik (KEK) yang terdiri dari 20 pertanyaan. Nilai pengetahuan ibu menurut kategori dibagi dalam 3 kelompok yaitu baik, sedang atau cukup, dan kurang. Pengetahuan ibu dikatakan baik jika mendapat nilai lebih dari 80. Nilai sedang atau cukup jika mendapat nilai antara 60-80, dan kurang jika mendapatkan nilai <60 (Khomsam, 2021). Distribusi pengetahuan gizi ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat di lihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Distribusi frekuensi pengetahuan gizi pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Karakteristik	Kategori	n	%
Pengetahuan Gizi	Baik	64	91,4
	Sedang	6	8,6
	Kurang	0	0,0
Total		70	100

Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan bahwa dari 70 ibu hamil sebagian besar memiliki pengetahuan gizi yang baik sebanyak 64 orang (91,4%), ibu yang memiliki pengetahuan sedang sebanyak 6 orang (8,6%), dan tidak ada ibu hamil yang memiliki pengetahuan gizi kurang (0%). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata ibu di Kecamatan Tapung berada pada kategori baik dan sedang, dan tidak ada satupun responden yang memiliki pengetahuan gizi yang kurang.

Pengetahuan adalah pemahaman dan kesadaran tentang sesuatu yang diperoleh melalui pengalaman, pendidikan, atau observasi. Pengetahuan dan kemampuan kognitif berperan penting dalam membentuk perilaku dan tindakan seseorang, termasuk dalam pemilihan makanan dan kebiasaan sehari-hari. Pengetahuan tentang gizi dan kesehatan dapat mempengaruhi keputusan yang diambil seseorang mengenai apa yang seharusnya dikonsumsi dan gaya hidup. Kondisi ini berlaku untuk ibu hamil yang kebutuhannya lebih tinggi dan spesifik dibandingkan dengan ibu yang tidak sedang hamil. Sikap ibu hamil terhadap pemilihan makanan sangat dipengaruhi oleh pengetahuan dan pemahaman ibu hamil (Harna dkk., 2023).

Status Gizi pada Ibu Hamil

Status gizi pada ibu hamil diukur menggunakan indikator lingkaran lengan atas (LiLA), untuk melihat apakah ibu hamil yang ada di Kecamatan Tapung mengalami kekurangan energi kronik (KEK) dan tidak kekurangan energi kronik (KEK). Distribusi status gizi pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat di lihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Distribusi status gizi pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Karakteristik	Kategori	n	%
Status Gizi	Risiko KEK	16	22,9
	Tidak KEK	54	77,1
Total		70	100

Berdasarkan Tabel 9 menunjukkan hasil penelitian status gizi pada ibu hamil di Kecamatan Tapung sebagian besar tidak KEK sebanyak 54 orang (77,1%), sedangkan ibu hamil yang mengalami kekurangan energi kronik (KEK) sebanyak 16 orang (22,9%). Berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia (2023) prevalensi KEK pada ibu hamil di Provinsi Riau tahun 2023 mencapai 17,9% (Kemenkes RI, 2023). Angka tersebut masih belum mencapai target yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dalam Rencana Strategis Kemenkes 2024 yaitu menurunkan prevalensi KEK pada ibu hamil hingga mencapai 10% pada tahun 2024 (Kemenkes RI, 2020).

Kekurangan energi kronik (KEK) adalah masalah gizi yang terjadi ketika seorang ibu hamil tidak mendapatkan cukup asupan makanan dalam jangka waktu yang panjang. Kondisi ini bukan hanya tentang kekurangan makanan sehari atau dua, tetapi kekurangan makanan yang berkelanjutan dalam jangka waktu yang lama, bisa berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun. Akibatnya kesehatan ibu hamil menjadi terganggu dan kebutuhan gizi selama masa kehamilan tidak dapat terpenuhi dengan baik. Kondisi ini dapat

menimbulkan masalah kesehatan lainnya bagi ibu dan juga janin. Kebutuhan yang tidak terpenuhi akan meningkatkan risiko bagi ibu dan janin untuk mengalami berbagai masalah kesehatan, termasuk KEK. Kekurangan bisa berdampak pada berbagai aspek kesehatan, seperti penurunan sistem imun, penurunan kualitas jaringan dan organ dalam tubuh, hingga berbagai masalah perkembangan pada janin. Oleh karena itu, sangat penting bagi ibu hamil terutama yang berada dalam kelompok berisiko, untuk memperhatikan asupan ibu hamil (Harna dkk., 2023).

Hubungan Asupan Energi terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Hubungan asupan energi terhadap kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hubungan Asupan Energi terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Asupan Energi	Status Gizi Ibu Hamil						OR	p-value
	Risiko KEK		Tidak KEK		Total			
	n	%	n	%	n	%		
Defisit	12	17,1	6	8,6	18	25,7	24,0	0,000
Tidak Defisit	4	5,7	48	68,6	52	74,3		
Total	16	22,9	54	77,1	70	100		

Berdasarkan Tabel 10 menunjukkan bahwa dari total 52 ibu hamil yang memiliki asupan energi tidak defisit (baik dan sedang) sebagian besar tidak mengalami KEK sebanyak 48 orang (68,6%) dan ibu hamil dengan risiko KEK sebanyak 4 orang (5,7%). Ibu hamil dengan kategori asupan energi defisit berjumlah 18 orang yang sebagian besar ibu berisiko KEK sebanyak 12 orang (17,1%) dan tidak KEK sebanyak 6 orang (8,6%). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ibu hamil yang memiliki asupan energi normal (baik dan sedang). sebagian besar tidak mengalami KEK, sebaliknya ibu hamil yang memiliki asupan energi defisit sebagian besar ibu berisiko mengalami KEK dibandingkan dengan ibu hamil yang memiliki asupan energi tidak defisit.

Perubahan gaya hidup mengakibatkan terjadinya pola makan tinggi kalori, lemak, dan kolesterol serta tidak diimbangi dengan aktivitas fisik dapat menyebabkan masalah gizi lebih (Sulistyoningsih, 2011). KEK merupakan hasil dari ketidakseimbangan antara asupan energi dan kebutuhan energi tubuh, hal ini merupakan kondisi saat tubuh tidak mendapatkan cukup energi dari makanan yang dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan energi dasarnya. Ketika terjadi ketidakseimbangan ini, tubuh akan mencari sumber energi lainnya seperti lemak dan protein. Apabila penggunaan cadangan lemak ini terus menerus berlangsung tanpa diimbangi dengan asupan energi yang cukup, maka tubuh akan mulai menggunakan protein yang ada dalam hati dan otot sebagai sumber energi. Jika protein terus menerus digunakan sebagai sumber energi, maka akan menyebabkan terjadinya kehilangan masa otot yang bisa terlihat dari ukuran lingkaran lengan atas (Harna dkk., 2023).

Berdasarkan dari hasil uji *fisher's exact test* didapatkan *p-value* 0,000 ($p < 0,05$). yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan energi dengan kejadian kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung. Nilai OR 24 yang artinya ibu hamil dengan asupan energi defisit lebih berisiko mengalami KEK 24 kali lipat dibandingkan dengan ibu hamil yang memiliki asupan energi yang tidak defisit (baik dan sedang). Sejalan dengan penelitian Dictara dkk. (2020) bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara asupan energi dengan kejadian KEK pada ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Sukaraja Kota Bandar Lampung dengan *p-value* sebesar 0,022.

Menurut penelitian Harahap dkk. (2020) menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara asupan makanan terhadap ibu yang mengalami KEK di wilayah Puskesmas Simpang Tiga Kota Pekanbaru dengan *p-value* 0,002, dimana didapatkan hasil sebanyak 15 orang (62,5%) ibu hamil yang mengalami KEK dengan asupan makanan kurang. Sejalan dengan penelitian Aulia dkk. (2020) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara asupan energi dengan kejadian KEK pada ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Tapung dengan *p-value* 0,000 ($p < 0,05$). Penelitian sejalan dengan Madika (2017) menunjukkan bahwa 27,4% ibu hamil memiliki status gizi kurang (KEK), berdasarkan uji statistik diperoleh *p-value*=0,000. Sejalan dengan penelitian Ningsih dan Masrikhiyah (2021) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara tingkat kecukupan energi dengan status gizi pada ibu hamil dengan *p-value* sebesar 0,003 ($p < 0,05$), hasil penelitian menunjukkan sebanyak 21 responden memiliki asupan energi kurang dan mengalami KEK. Sejalan juga dengan penelitian Julianti dkk. (2022) menyatakan terdapat hubungan yang bermakna antara asupan energi dengan status gizi ibu hamil dengan $p=0,081$ ($p < 0,05$). Hasil penelitian didapatkan bahwa ibu hamil yang berisiko KEK sebesar 51,7% memiliki asupan energi kurang.

Hubungan Asupan Karbohidrat terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Karbohidrat merupakan sumber utama energi, sebagian karbohidrat di dalam tubuh berada dalam sirkulasi darah sebagai glukosa untuk keperluan energi, sebagian disimpan sebagai glikogen dalam hati dan jaringan otot dan sebagian disimpan sebagai lemak (Almatsier, 2001). Hubungan asupan karbohidrat terhadap kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hubungan Asupan Karbohidrat terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Asupan Karbohidrat		Status Gizi Ibu Hamil						OR	p-value
		Risiko KEK		Tidak KEK		Total			
		n	%	n	%	n	%		
Defisit		9	12,9	11	15,7	20	28,6	5,026	0,005
Tidak Defisit		7	10	43	61,4	50	71,4		
Total		16	22,9	54	77,1	70	100		

Berdasarkan Tabel 11 menunjukkan bahwa dari total 50 ibu hamil yang memiliki asupan karbohidrat tidak defisit (baik dan sedang) sebagian besar tidak mengalami KEK sebanyak 43 orang (61,4%) dan ibu hamil dengan risiko KEK sebanyak 7 orang (10%). Ibu hamil dengan kategori asupan energi defisit berjumlah 20 orang yang sebagian besar ibu tidak KEK sebanyak 11 orang (15,7%) dan ibu hamil dengan risiko KEK sebanyak 9 orang (12,9%). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ibu hamil yang memiliki asupan karbohidrat tidak defisit (baik dan sedang) sebagian besar tidak mengalami KEK, sebaliknya ibu hamil yang memiliki asupan energi defisit lebih banyak mengalami KEK dibandingkan dengan ibu yang memiliki asupan karbohidrat tidak defisit.

Berdasarkan dari hasil uji *fisher's exact test* didapatkan *p-value* 0,005 ($p < 0,05$) yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan karbohidrat dengan kejadian kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung. Nilai OR 5,026 yang artinya ibu hamil dengan asupan karbohidrat defisit lebih berisiko mengalami KEK 5,026 kali lipat dibandingkan dengan ibu hamil yang memiliki asupan karbohidrat yang tidak defisit (baik dan sedang). Sejalan dengan penelitian Dalima dkk. (2023) menyatakan terdapat hubungan antara asupan karbohidrat terhadap status gizi ibu hamil dengan *p-value* sebesar 0,000, dimana terdapat 53,3% ibu hamil yang memiliki asupan karbohidrat kurang mengalami KEK. Sejalan juga dengan penelitian Hermadani (2020) menyatakan bahwa adanya hubungan antara tingkat asupan karbohidrat dengan kejadian KEK pada ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Gorang Gareng Taji dengan *p-value* sebesar 0,006. Sejalan juga dengan Aulia dkk. (2020) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara asupan karbohidrat dengan kejadian KEK pada ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Tapung dengan *p-value* 0,027 ($p < 0,05$).

Hubungan Asupan Protein terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Protein berperan aktif dalam pembentukan jaringan baru, termasuk sel-sel yang akan membentuk otak bayi, pertumbuhan otot, dan pembentukan sel darah (Harna dkk., 2023). Hubungan asupan protein terhadap kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hubungan Asupan Protein terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Asupan Protein	Status Gizi Ibu Hamil						OR	p-value
	Risiko KEK		Tidak KEK		Total			
	n	%	n	%	n	%		
Defisit	11	15,7	11	15,7	22	31,4	8,6	0,001
Tidak Defisit	5	7,1	43	61,4	48	68,6		
Total	16	22,9	54	77,1	70	100		

Berdasarkan Tabel 12 menunjukkan bahwa dari total 48 ibu hamil yang memiliki asupan protein tidak defisit (baik dan sedang) sebagian besar tidak mengalami KEK sebanyak 43 orang (61,4%) dan ibu hamil dengan risiko KEK sebanyak 5 orang (7,1%). Ibu hamil dengan kategori asupan protein defisit berjumlah 22 orang yang sebagian besar ibu tidak KEK sebanyak 11 orang (15,7%) dan ibu hamil dengan risiko KEK sebanyak 11 orang (15,7%). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ibu hamil yang memiliki asupan protein tidak defisit (baik dan sedang) sebagian besar tidak mengalami KEK, sebaliknya ibu hamil yang

memiliki asupan protein defisit lebih banyak mengalami KEK dibandingkan dengan ibu yang memiliki asupan protein tidak defisit, dikarenakan ibu sering melewatkan waktu makan dan tidak mengonsumsi makanan yang beragam.

Ibu hamil yang memiliki asupan protein kurang akan berdampak negatif bagi dirinya dan janin yang nanti akan dikandungnya, karena protein berfungsi sebagai pembangun struktur jaringan tubuh dan berperan penting pada saat melahirkan nanti. Asupan protein harus dipenuhi oleh ibu hamil mengingat adanya peningkatan kebutuhan protein untuk kesehatan ibu dan janin, serta protein mempunyai fungsi utama yang tidak dapat digantikan dengan zat lain yaitu sebagai zat pembangun dan pemelihara sel-sel jaringan tubuh (Harna dkk., 2023). Berdasarkan dari hasil uji chi-square didapatkan *p-value* 0,001 ($p < 0,05$) yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan protein dengan kejadian kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung. Nilai OR 8,6 yang artinya ibu hamil dengan asupan protein defisit lebih berisiko mengalami KEK 8,6 kali lipat dibandingkan dengan ibu hamil yang memiliki asupan protein yang tidak defisit (baik dan sedang).

Hasil penelitian sejalan dengan Dictara dkk. (2020) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara asupan protein dengan kejadian KEK pada ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Sukaraja Kota Bandar Lampung dengan *p-value* sebesar 0,017. Sejalan juga dengan penelitian Dalima dkk. (2023) menyatakan adanya hubungan antara tingkat asupan protein dengan kejadian KEK pada ibu hamil dengan *p-value* sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Penelitian tidak sejalan dengan Aulia dkk. (2020) menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara asupan protein dengan kejadian KEK pada ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Tapung dengan *p-value* 0,542 ($p > 0,05$).

Hubungan Asupan Lemak terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Lemak adalah zat yang kaya akan energi dan berfungsi sebagai sumber energi yang memiliki peranan penting dalam proses metabolisme lemak. Lemak merupakan bentuk penyimpanan dalam tubuh sebagai cadangan energi. Konsumsi lemak berlebih mengakibatkan timbunan lemak sehingga dalam jangka waktulama dapat menyumbat saluran pembuluh darah, terutama pada arteri jantung (Hardinsyah dan Supariasa, 2017). Hubungan asupan lemak terhadap kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat di lihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hubungan Asupan Lemak terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Asupan Lemak		Status Gizi Ibu Hamil						OR	p-value
		Risiko KEK		Tidak KEK		Total			
		n	%	n	%	n	%		
Defisit	6	8,6	4	5,7	10	14,3	7,5	0,003	
Tidak Defisit	10	14,3	50	71,4	60	85,7			
Total	16	22,9	54	77,1	70	100			

Berdasarkan Tabel 13. menunjukkan bahwa dari total 60 ibu hamil yang memiliki asupan lemak tidak defisit (baik dan sedang) sebagian besar tidak mengalami KEK sebanyak 50 orang (71,4%) dan ibu hamil dengan risiko KEK sebanyak 10 orang (14,3%). Ibu hamil dengan kategori asupan lemak defisit berjumlah 10 orang yang sebagian besar ibu berisiko mengalami KEK sebanyak 6 orang (8,6%) dan ibu hamil yang tidak mengalami KEK sebanyak 4 orang (5,7%). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ibu hamil yang memiliki asupan lemak normal (baik dan sedang) sebagian besar tidak mengalami KEK, sebaliknya ibu hamil yang memiliki asupan energi defisit sebagian besar berisiko mengalami KEK dibandingkan dengan ibu hamil yang memiliki asupan lemak normal. Berdasarkan hasil *food recall* 2x24 jam didapatkan bahwa ibu hamil yang memiliki asupan lemak defisit dikarenakan ibu sering melewatkan waktu makan dan tidak mengonsumsi makanan yang beragam.

Berdasarkan dari hasil uji *fisher's exact test* didapatkan *p-value* 0,003 ($p < 0,05$) yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan lemak dengan kejadian kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung. Nilai OR 7,5 yang artinya ibu hamil dengan asupan energi defisit lebih berisiko mengalami KEK 7,5 kali lipat dibandingkan dengan ibu hamil yang memiliki asupan lemak yang baik dan sedang. Sejalan dengan penelitian Dalima dkk. (2023) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara asupan lemak dengan status gizi ibu hamil dengan *p-value* sebesar 0,000, dimana diperoleh sebesar 57,3% ibu hamil memiliki asupan lemak kurang mengalami KEK. Sejalan juga dengan Aulia dkk. (2020) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara asupan lemak dengan kejadian KEK pada ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Tapung dengan *p-value* 0,000 ($p < 0,05$).

Hubungan Pengetahuan Gizi Ibu terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Hubungan pengetahuan gizi ibu terhadap kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di

Kecamatan Tapung dapat di lihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hubungan Pengetahuan Gizi Ibu terhadap Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Kecamatan Tapung

Rekamatan Papung							
Pengetahuan Gizi	Status Gizi Ibu Hamil						<i>p-value</i>
	Risiko KEK		Tidak KEK		Total		
	n	%	n	%	n	%	
Defisit	13	18,6	51	72,9	64	91,4	0,128
Tidak Defisit	3	4,3	3	4,3	6	8,6	
Total	16	22,9	54	77,1	70	100	

Berdasarkan Tabel 14 menunjukkan bahwa dari total 64 ibu yang memiliki pengetahuan gizi yang baik sebagian besar ibu tidak mengalami KEK sebanyak 51 orang (72,9%) dan ibu hamil dengan risiko KEK sebanyak 13 orang (18,6%). Ibu hamil yang memiliki pengetahuan gizi sedang berjumlah 6 orang, yang sebagian besar ibu tidak mengalami KEK sebanyak 3 orang (4,3%), dan ibu hamil dengan risiko KEK sebanyak 3 orang (4,3%).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan gizi ibu hamil di Kecamatan Tapung berada pada kategori baik dan sedang, tidak ada satupun ibu hamil yang memiliki pengetahuan gizi kurang. Namun terdapat ibu hamil yang berisiko KEK sebanyak 16 orang (22,9%) memiliki pengetahuan yang baik dan sedang. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan ibu yang baik tidak bisa menjamin status gizi ibu yang baik pula. Berdasarkan dari hasil uji *fisher's exact test* didapatkan *p-value* 0,128 ($p < 0,05$) yang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara pengetahuan gizi ibu dengan kejadian kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Kecamatan Tapung.

Kejadian KEK pada ibu hamil di Kecamatan Tapung dapat terjadi pada trimester I, II, dan III. Berdasarkan hasil penelitian ibu hamil yang mengalami KEK adalah ibu hamil trimester 1 yang mana pada masa trimester 1 ibu hamil mengalami mual, muntah, dan tidak selera makan sehingga asupan makanan berkurang dan mengalami penurunan berat badan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 22,9% ibu hamil yang ada di Kecamatan Tapung yang berisiko mengalami KEK memiliki pengetahuan gizi sedang dan baik, hal inilah yang menjadi acuan terjadinya data yang tidak bermakna. Hasil penelitian sejalan dengan Hartaty dkk. (2022), menyatakan tidak ada hubungan tingkat pengetahuan ibu dengan kejadian kekurangan energi kronik pada ibu hamil di wilayah UPT Puskesmas Kading Kabupaten Bone dengan *p-value* 0,740 ($p < 0,05$). Sejalan juga dengan penelitian Sukmawati dkk. (2018), menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan antara pengetahuan dengan kejadian KEK pada ibu hamil di Puskesmas Pembangunan dengan *p-value* 0,360 ($p < 0,05$).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa asupan energi ibu hamil di Kecamatan Tapung sebagian besar berada pada kategori sedang 47,1%, baik 27,1%, dan defisit 27,1%. Asupan karbohidrat ibu hamil berada pada kategori sedang 54,3%, defisit 28,6%, dan baik 17,1%. Asupan protein ibu hamil berada pada kategori sedang 52,9%, defisit 31,4%, dan baik 15,7%. Asupan lemak ibu hamil berada pada kategori sedang 51,4%, baik 34,3%, dan defisit 14,3%. Pengetahuan gizi ibu hamil berada pada kategori baik 91,4% dan cukup 8,6%. Ibu hamil sebagian besar tidak mengalami KEK yaitu 77,1% dan berisiko KEK sebesar 22,9%. Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara asupan energi dan zat gizi makro (karbohidrat, protein, dan lemak) terhadap KEK pada ibu hamil di kecamatan Tapung (*pvalue* < 0,05). Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara pengetahuan gizi terhadap KEK pada ibu hamil di kecamatan Tapung (*pvalue* < 0,05).

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2001. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 348 hal.
- Aulia, I., B. Verawati, D.A. Dhillon, dan N. Yanto. 2020. Hubungan Pengetahuan Gizi, Ketersediaan Pangan dan Asupan Makan dengan Kejadian Kekurangan Energi Kronis pada Ibu Hamil. *Jurnal Doppler*, 4(2): 106-111.
- Dalima, S., E. Risqianti, A. Alim, dan Munadhir. 2023. Studi Analitik Asupan Zat Gizi Makro dengan Status Gizi Ibu Hamil. *Jurnal Endurance*, 8(1): 166 176.
- Dictara, A.A., D.I. Angraini, D. Mayasari, dan A. Karyus. 2020. Hubungan Asupan Makan dengan Kejadian Kurang Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Sukaraja Kota Bandar Lampung. *Majority of Journal*, 9(2): 1-6.

- Dinas Kesehatan Provinsi Riau. 2022. *Profil Kesehatan Provinsi Riau*. Pekanbaru: Dinas Kesehatan Provinsi Riau. 323 hal.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Kampar. 2022. *Profil Kesehatan Kabupaten Kampar*. Kampar: Dinas Kesehatan Kabupaten Kampar. 283 hal.
- Elsera, C., A. Murtana, E. Sawitri, dan U.S. Oktaviani. 2021. Faktor Penyebab Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil: *Study Literature. Prosiding University Research Colloquium*, 1(2): 985-988.
- Fakhriyah., M.S. Noor, M.I. Setiawan, A.O. Putri, H. Lasari, R. Qadrinnisa, M. Ilham, S.Y.L.S. Nur, Zaliha, D. Lestari, dan M. H. Abdurrahman. 2021. *Buku Ajar Kekurangan Energi Kronik (KEK)*. Yogyakarta: CV Mine. 52 hal.
- Fauziana, S., dan A. Fayasari. 2020. Hubungan Pengetahuan, Keragaman Pangan, dan Asupan Gizi Makro Mikro terhadap KEK pada Ibu Hamil. *Binawan Student Journal*, 2(1): 191-199.
- Fitriah, A.H., D.N. Supriasa, D. Riyadi, dan B. Bakri. 2018. *Gizi Ibu Hamil*. Malang: Media Nusa Creative. 84 hal.
- Fitrianiingtyas, I., F.D. Pertiwi, dan W. Rachmania. 2018. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Kurang Energi Kronis (KEK) pada Ibu Hamil di Puskesmas Warung Jambu Kota Bogor. *HEARTY: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2): 1-10.
- Harahap, J.R., E. Susilawati, dan N.P.R. Daniati. 2020. Hubungan Asupan Makan terhadap Kejadian Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada Ibu Hamil di Puskesmas Simpang Tiga Kota Pekanbaru Tahun 2019. *Jurnal Ibu dan Anak*, 7(1): 17-23.
- Hardinsyah., dan I.D.N. Supriasa. 2017. *Ilmu Gizi: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. 621 hal.
- Harna., A.M.A. Irawan, Rahmawati, dan M. Sa'pang. 2023. *Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil*. Yogyakarta: PT Penamuda Media. 120 hal.
- Hartaty., S. Rate, dan K. Yusuf. 2022. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Kurang Energi Kronis (KEK) pada Ibu Hamil. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Diagnosis*, 17(3): 94-100.
- Hermadani, C. 2020. Hubungan Tingkat Pengetahuan Gizi dan Tingkat Asupan Zat Gizi Makro dengan Kejadian Kurang Energi Kronik pada Ibu Hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Gorang Gareng Taji Kabupaten Magetan. *Skripsi*. Program Studi Gizi. Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya.
- Julianti, R., Y.B. Fahmi, dan H. Yesti. 2022. Hubungan Asupan Zat Gizi dan Sosial Budaya dengan Status Gizi Ibu Hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Bungus Padang. *Maternity and Neonatal Journal*, 10(1): 19-23.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2017. *Penilaian Status Gizi*. Jakarta. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 317 hal.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2018. *Riset Kesehatan Dasar Indonesia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 220 hal.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2019. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Indonesia. 33 hal.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2020. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2020 Tentang Rencana Strategis Kementerian Kesehatan Tahun 2020-2024*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 337 hal.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2023. *Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023 dalam Angka*. Jakarta: Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan. 925 hal.
- Khomsan, A. 2021. *Teknik Pengukuran Pengetahuan Gizi*. Bogor: IPB Press. 73 hal.
- Madika, P.P. 2017. Hubungan Asupan Zat Gizi Makro dan Sosial Ekonomi dengan Status Gizi Ibu Hamil di UPT Puskesmas Sukmajaya Tahun 2017. *Skripsi*. Program Studi Ilmu Gizi. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Veteran Jakarta.
- Mahendika, D., M. Yuliani, M. Minarti, S. Supriatin, dan D. Ivantarina. 2023. Hubungan Asupan Energi dan Pengetahuan Gizi dengan Kejadian Kurang Energi Kronis (KEK) pada Ibu Hamil. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(3): 1638-16375.
- Ningsih, C., dan R. Masrikhiyah. 2021. Hubungan Pendapatan, Tingkat Pendidikan dan Tingkat Kecukupan Energi terhadap Status Gizi Ibu Hamil. *Jurnal Ilmiah Gizi dan Kesehatan*, 2(2): 32-36.
- Novitasari, Y.D., F. Wahyudi, dan A. Nugraheni. 2019. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kekurangan Energi Kronik (KEK) Ibu Hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Rowosari Semarang. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 8(1): 562-571.
- Paramashanti, B.A. 2021. *Gizi Bagi Ibu dan Anak*. Yogyakarta: Pustaka Baru. 214 hal.
- Sukmawati., L. Mamuroh, dan Witdiawati. 2018. Faktor yang Berhubungan dengan Kekurangan Energi Kronis Ibu Hamil di Puskesmas Pembangunan. *Jurnal Keperawatan BSI*, 6(1): 1-11. <https://doi.org/10.31311/v6i1.3220>.
- Sulistyoningsih, H. 2011. *Gizi untuk Kesehatan Ibu dan Anak*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 237 hal.

STRATEGI IMPLEMENTASI KEBIJAKAN PERLINDUNGAN LAHAN PERTANIAN PANGAN BERKELANJUTAN

Strategy For Implementing The Policy for Protecting Sustainable Food Agricultural Land

Merita Ayu Indrianti^{1*}, Ivan Taslim², Moh. Muchlis Djibrani¹

¹ Program Studi Agribisnis, Universitas Muhammadiyah Gorontalo

² Program Studi Geografi, Universitas Muhammadiyah Gorontalo

*Email: ayusutarto@umgo.ac.id

ABSTRACT

This study examines the implementation of the Sustainable Food Crop Land Protection Policy (PLP2B) in Gorontalo Regency using an integrated Interpretive Structural Modeling (ISM) and Soft Systems Methodology (SSM) approach. Data collection involved expert questionnaires and in-depth interviews with nine key stakeholders. Analysis identifies farmers and civil society as critical institutional elements (Level 1) in the policy framework. Inadequate government support and low public awareness emerge as primary constraints with high driver-dependence values. The study develops a hierarchical five-level model that prioritizes budget enhancement and public education as key intervention strategies. All elements position within the linkage sector (Quadrant III), indicating high interdependence within the system. This research contributes a structured hierarchical model that confirms the necessity of bottom-up participation and targeted resource allocation, positioning them as the most critical leverage points for ensuring agricultural sustainability.

Keywords: Government Support, Interpretive Structural Modeling (ISM), Land Conversion, Land Fragmentation, Public Awareness, Sustainable Food Crop Land Protection

PENDAHULUAN

Lahan pertanian berfungsi sebagai landasan produksi pangan dan merupakan aset penting bagi ketahanan pangan dan pembangunan berkelanjutan (Simarmata et al., 2022). Dalam konteks pembangunan nasional, perlindungan lahan pertanian memainkan peran krusial dalam memastikan pasokan pangan yang stabil dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Ji et al. (2023) menegaskan bahwa lahan pertanian merupakan fondasi ketahanan pangan yang menjamin akses berkelanjutan terhadap pangan yang aman dan bergizi bagi seluruh masyarakat. Ancaman terhadap lahan pertanian saat ini muncul dalam berbagai bentuk. Konversi lahan yang didorong oleh urbanisasi dan pembangunan infrastruktur menyebabkan hilangnya lahan pertanian produktif dan mengurangi kapasitas produksi pangan nasional (Lambin & Meyfroidt, 2011). Fenomena ini menimbulkan ancaman serius terhadap ketahanan pangan dan ketersediaan unsur hara (Hidayana et al., 2021). Harini et al. (2022) menekankan bahwa konversi lahan pertanian menjadi non-pertanian dapat menyebabkan kekurangan dan ketidakamanan pangan.

Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan kebijakan Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (PLP2B) melalui UU No. 41 Tahun 2009. Kebijakan ini dirancang untuk menjaga lahan pertanian secara konsisten guna menghasilkan pangan pokok bagi kemandirian, ketahanan, dan kedaulatan pangan nasional (Apriyanto et al., 2021). Implementasi kebijakan ini melibatkan pemetaan sumber daya lahan dan evaluasi kawasan yang diperuntukkan bagi lahan pertanian berkelanjutan (Zulkarnain & Hartanto, 2020). Meskipun memiliki tujuan yang jelas, implementasi kebijakan PLP2B menghadapi berbagai tantangan. Pramudita et al. (2016) mengidentifikasi biaya pelaksanaan yang tinggi dan proses yang kompleks sebagai hambatan utama. Sementara itu, Suharyanto (2018) menekankan pentingnya memahami faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi petani terhadap kebijakan ini untuk keberhasilan implementasinya. Studi terdahulu telah menggunakan berbagai pendekatan untuk menganalisis kebijakan PLP2B, namun penggunaan kombinasi metode Interpretive Structural Modeling (ISM) dan Soft Systems Methodology (SSM) masih terbatas.

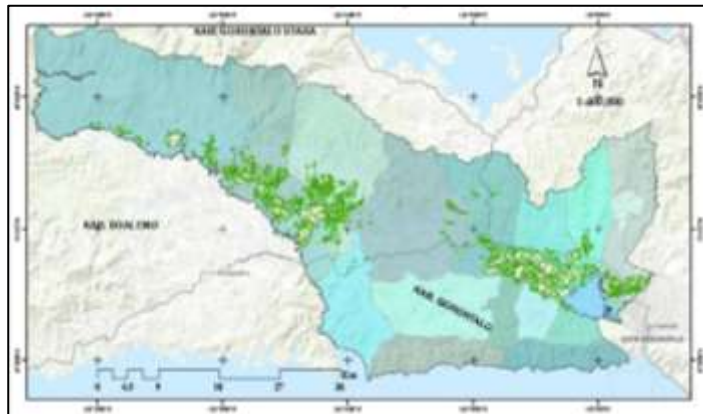
Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kompleksitas implementasi kebijakan PLP2B dengan mengidentifikasi elemen-elemen kunci, kendala, dan strategi prioritas menggunakan pendekatan terintegrasi. Hasilnya diharapkan dapat menawarkan model konseptual untuk perbaikan sistem implementasi kebijakan PLP2B yang lebih efektif, dengan pendekatan terintegrasi ISM dan SSM.

BAHAN DAN METODE

Pendekatan ISM memungkinkan identifikasi hubungan struktural antar elemen sistem yang kompleks, sementara SSM menawarkan kerangka untuk mengatasi permasalahan dalam sistem sosial yang rumit. Kombinasi kedua metode ini memberikan kontribusi baru dalam menganalisis kompleksitas implementasi kebijakan PLP2B dengan memadukan pemodelan struktural yang sistematis dan pendekatan sistem lunak yang adaptif. Pendekatan mixed methods dengan kombinasi SSM dan ISM digunakan dalam penelitian ini. Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara mendalam (In-Depth Interview) dengan sembilan informan kunci yang memiliki keahlian atau kepentingan dalam bidang pertanian di Gorontalo. Jumlah informan dipilih menggunakan teknik purposive sampling dan dianggap representatif karena telah mencakup seluruh spektrum pemangku kepentingan utama yang terlibat langsung dalam kebijakan PLP2B. Jumlah ini juga dinilai memadai setelah tercapainya titik jenuh data (*data saturation*), di mana wawancara dengan informan baru tidak lagi menghasilkan informasi atau tema yang baru secara signifikan. Adapun informan yang dipilih untuk penelitian ini terdiri dari perwakilan Dinas Pertanian, Badan Pertanahan, Pemerintah Desa, Yayasan Bina Tani, Lembaga Swadaya Masyarakat, akademisi, petani, masyarakat sipil, dan pengembang perumahan. Data sekunder diperoleh dari dokumen kebijakan, laporan tahunan, dan publikasi ilmiah terkait alih fungsi lahan di Kabupaten Gorontalo.

Penelitian ini telah mematuhi protokol etika penelitian sosial. Sebelum wawancara dimulai, setiap informan diberikan penjelasan lengkap mengenai tujuan, prosedur, dan potensi manfaat riset, serta jaminan kerahasiaan identitas dan data yang diberikan. Persetujuan untuk berpartisipasi (*informed consent*) diperoleh dari seluruh informan secara lisan. Prinsip-prinsip transparansi dan partisipasi ini diintegrasikan dalam seluruh tahapan penelitian.

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Gorontalo yang terdiri dari 19 kecamatan (Gambar 1). Lokasi ini dipilih dengan pertimbangan tingginya tingkat konversi lahan sawah beririgasi teknis menjadi kawasan pemukiman, sehingga relevan untuk studi tentang perlindungan lahan pertanian berkelanjutan.



Gambar 1. Kabupaten Gorontalo

Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi wawancara terstruktur, observasi non-partisipan, dan dokumentasi (Bogdan & Biklen, 1998). Validitas data dijamin melalui triangulasi sumber dan metode, serta member checking dengan informan kunci. Analisis data menggunakan dua pendekatan utama. Pertama, analisis SSM dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan sistemik dalam implementasi kebijakan PLP2B dengan tujuh tahapan: (1) identifikasi situasi permasalahan, (2) ekspresi situasi permasalahan, (3) perumusan definisi akar permasalahan, (4) pengembangan model konseptual, (5) perbandingan model dengan dunia nyata, (6) identifikasi perubahan yang diinginkan, dan (7) implementasi tindakan perbaikan. Kedua, analisis ISM diaplikasikan untuk menentukan prioritas kebijakan berdasarkan elemen aktor, kendala utama, dan strategi sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Validasi instrumen kuisisioner ISM dilakukan secara mendalam melalui tinjauan panel oleh tiga pakar kebijakan pertanian. Para panelis diminta untuk mengevaluasi relevansi, kejelasan bahasa, dan kelengkapan cakupan setiap sub-elemen dalam kaitannya dengan tujuan penelitian untuk memastikan bahwa instrumen benar-benar mengukur konsep yang dituju.

Data kualitatif dari wawancara ditranskripsikan dan diolah melalui proses coding dan kategorisasi tematik. Hasil analisis ISM berupa matriks Driver-Dependence dan hierarki elemen diperoleh melalui tahapan: (1) identifikasi elemen dan sub-elemen, (2) penentuan hubungan kontekstual, (3) pengembangan matriks Self-Interaction Structural (SSIM), (4) transformasi matriks SSIM menjadi matriks Reachability, (5) penentuan level partisi, dan (6) visualisasi model struktural.

Pengolahan data kuantitatif dari kuisisioner ISM menggunakan perangkat lunak pengolah data statistik untuk menghasilkan matriks dan diagram hierarki. Penelitian ini menggunakan elemen-elemen sebagai berikut: (1) Elemen aktor, (2) Elemen kendala utama, dan (3) Elemen strategi (Tabel 1).

Tabel 1. Elemen-elemen dalam analisis ISM untuk kebijakan PLP2B di Kabupaten Gorontalo.

Elemen	Sub-elemen
Lembaga terkait	1. Dinas Pertanian Kabupaten Gorontalo 2. Badan Pertanahan Kabupaten Gorontalo 3. Pemerintah Desa 4. Yayasan Bina Tani Gorontalo 5. Lembaga Swadaya Masyarakat pertanian Gorontalo 6. Pakar atau Akademisi 7. Petani 8. Masyarakat Sipil 9. Pengembang Perumahan
Kendala utama	1. Alih fungsi lahan 2. Fragmentasi Lahan 3. Bencana alam 4. Kurangnya dukungan pemerintah 5. Rendahnya kesadaran masyarakat
Strategi	1. Memperkuat regulasi dan penegakan hukum untuk mencegah alih fungsi lahan 2. Melakukan konsolidasi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan dan produktivitas pertanian 3. Meningkatkan investasi dalam infrastruktur pertanian untuk mendukung ketahanan terhadap bencana alam 4. Meningkatkan anggaran dan sumber daya untuk melindungi lahan 5. Meningkatkan edukasi dan kesadaran masyarakat akan kebijakan Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan

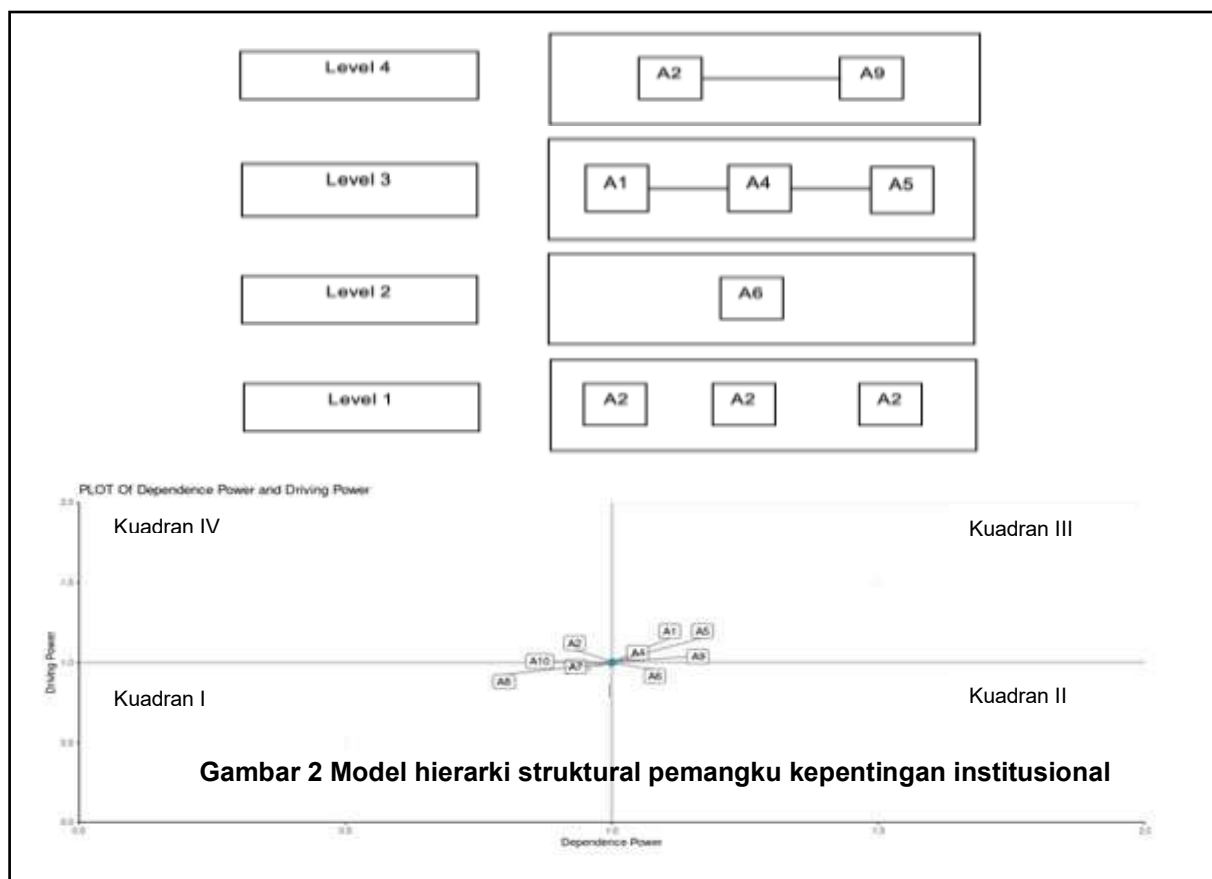
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan *Interpretive Structural Modeling* (ISM) memfasilitasi evaluasi sistematis keterkaitan antar elemen penting dalam kebijakan perlindungan lahan pertanian berkelanjutan. Pendekatan metodologis ini memungkinkan identifikasi pengaruh hierarkis dan titik pengungkit dalam sistem melalui perkalian matriks dampak silang yang diterapkan pada analisis klasifikasi (MICMAC).

Analisis Jaringan Kelembagaan

Komponen jejaring kelembagaan terdiri dari sembilan sub-elemen: Dinas Pertanian Kabupaten Gorontalo (A1), Dinas Pertanahan Kabupaten Gorontalo (A2), Pemerintah Desa (A3), Yayasan Bina Tani Gorontalo (A4), Lembaga Swadaya Masyarakat Pertanian Gorontalo (A5), Pakar/Akademisi (A6), Petani (A7), Masyarakat Sipil (A8), dan Pengembang Perumahan (A9). Data yang dikumpulkan melalui kuesioner VAXO secara sistematis diubah menjadi Matriks Interaksi Diri Struktural (SSIM) menggunakan perangkat lunak ISM Professional (versi 4.0), yang memfasilitasi transformasi respons numerik menjadi indikator hubungan kontekstual.

Digram yang dihasilkan (Gambar 2) menggambarkan hubungan hierarkis dan jalur pengaruh di antara pemangku kepentingan institusional. Hasil analisis MICMAC menunjukkan bahwa seluruh lembaga pemangku kepentingan berada dalam kuadran linkage. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap lembaga memiliki tingkat saling ketergantungan dan pengaruh yang tinggi. Artinya, tidak ada satu lembaga pun yang dapat berfungsi secara optimal tanpa koordinasi dengan lembaga lainnya, dan perubahan pada satu aktor akan berdampak signifikan pada keseluruhan sistem. Klasifikasi ini menunjukkan bahwa lembaga-lembaga ini memiliki pengaruh timbal balik yang signifikan dalam sistem, menunjukkan sifat tata kelola pertanian yang saling berhubungan di area penelitian.



Model ini (Gambar 2) menggambarkan tingkat pengaruh antar aktor. Level 1 (Petani dan Masyarakat Sipil) merupakan elemen paling fundamental dengan daya penggerak terbesar. Elemen pada level yang lebih tinggi (Level 2, 3, 4) lebih banyak dipengaruhi oleh elemen di bawahnya. Semua aktor berada di kuadran linkage, menunjukkan interdependensi yang tinggi.

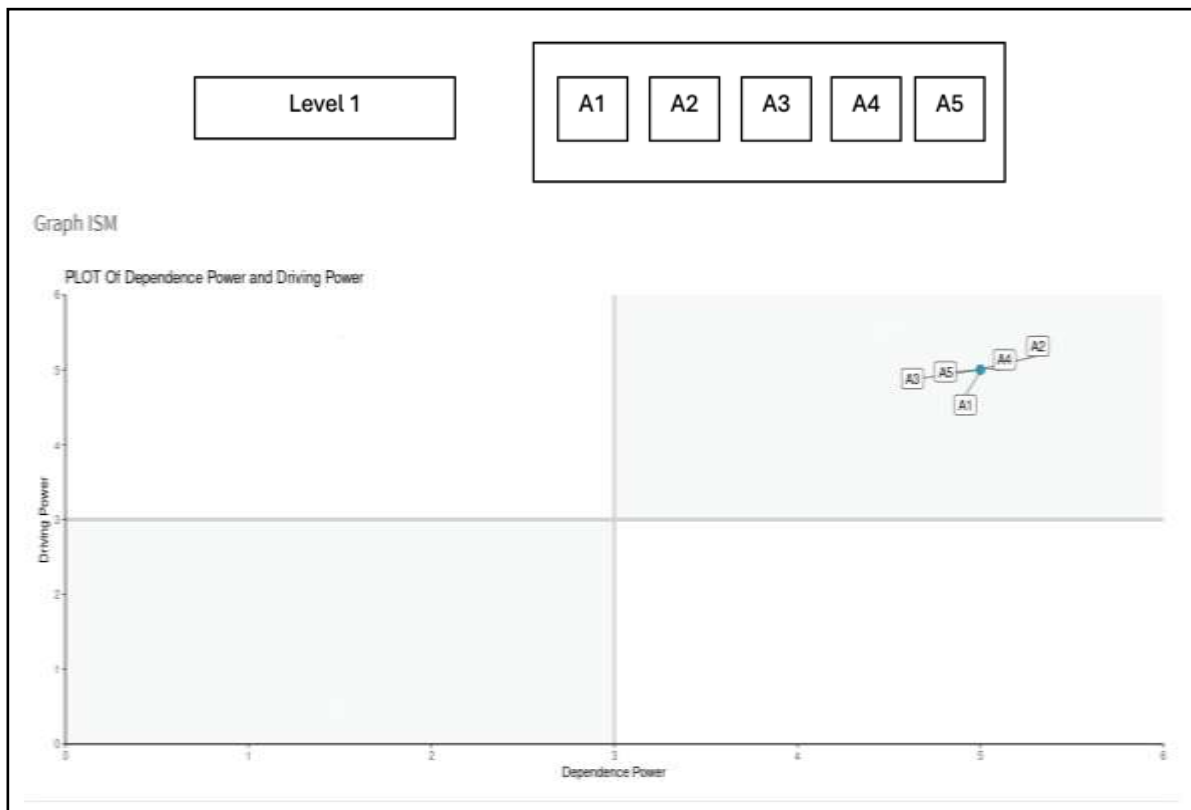
Analisis prioritas tingkat mengidentifikasi petani (A7) dan masyarakat sipil (A8) sebagai elemen kunci dalam kerangka kelembagaan. Temuan ini sangat signifikan karena bertentangan dengan model kebijakan *top-down* konvensional yang memposisikan lembaga pemerintah sebagai aktor utama. Sebaliknya, hasilnya menetapkan pemangku kepentingan tingkat masyarakat sebagai dasar untuk efektivitas kebijakan, menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi perlindungan lahan pertanian berkelanjutan membutuhkan keterlibatan yang kuat dari peserta akar rumput.

Penempatan semua sub-elemen kelembagaan dalam sektor keterkaitan memerlukan pendekatan strategis yang berfokus pada pemeliharaan dan penguatan hubungan yang ada daripada reorganisasi struktural. Keharusan strategis ini meliputi:

1. Penguatan nilai-nilai ketergantungan yang tinggi melalui protokol standar untuk kerja sama antar lembaga dan pertukaran informasi.
2. Peningkatan kekuatan pendorong bagi aktor tingkat masyarakat melalui peningkatan kapasitas dan kerangka pengambilan keputusan partisipatif.

Identifikasi Kendala Utama

Lima sub-elemen dianalisis dalam komponen kendala: Konversi Lahan, Fragmentasi Lahan, Bencana Alam, Dukungan Pemerintah yang Tidak Memadai, dan Kesadaran Masyarakat yang Rendah. Demikian pula, penilaian ahli diproses melalui metodologi SSIM untuk menghasilkan matriks hubungan. Digram yang dihasilkan pada Gambar 3, menunjukkan keterkaitan yang kompleks di antara faktor-faktor penghambat. Analisis MICMAC mengklasifikasikan semua sub-elemen kendala dalam Sektor III (keterkaitan), menunjukkan saling ketergantungan yang tinggi di antara faktor-faktor ini. Pemosisian ini menunjukkan bahwa mengatasi kendala tunggal secara terpisah tidak mungkin menghasilkan peningkatan yang signifikan, karena setiap faktor mempengaruhi dan dipengaruhi oleh faktor lain dalam sistem.



Gambar 3 Model hierarki struktural faktor-faktor penghambat

Model ini (Gambar 3) menunjukkan hubungan sebab-akibat antar kendala. Level 1 (Dukungan Pemerintah Tidak Memadai dan Rendahnya Kesadaran Publik) adalah akar permasalahan yang paling berpengaruh. Mengatasi kendala pada Level 1 akan memberikan dampak terbesar untuk mengatasi kendala-kendala lainnya (Alih Fungsi Lahan, Fragmentasi Lahan, Bencana Alam).

Pemeriksaan kritis terhadap prioritas tingkat mengungkapkan dukungan pemerintah yang tidak memadai (A4) dan rendahnya kesadaran publik (A5) sebagai elemen kendala utama. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya dari (Fatiah et al., 2022) yang telah menetapkan faktor kelembagaan dan sosial sebagai penentu utama keberhasilan perlindungan lahan maupun produksi pertanian, bukan kendala fisik atau ekonomi murni.

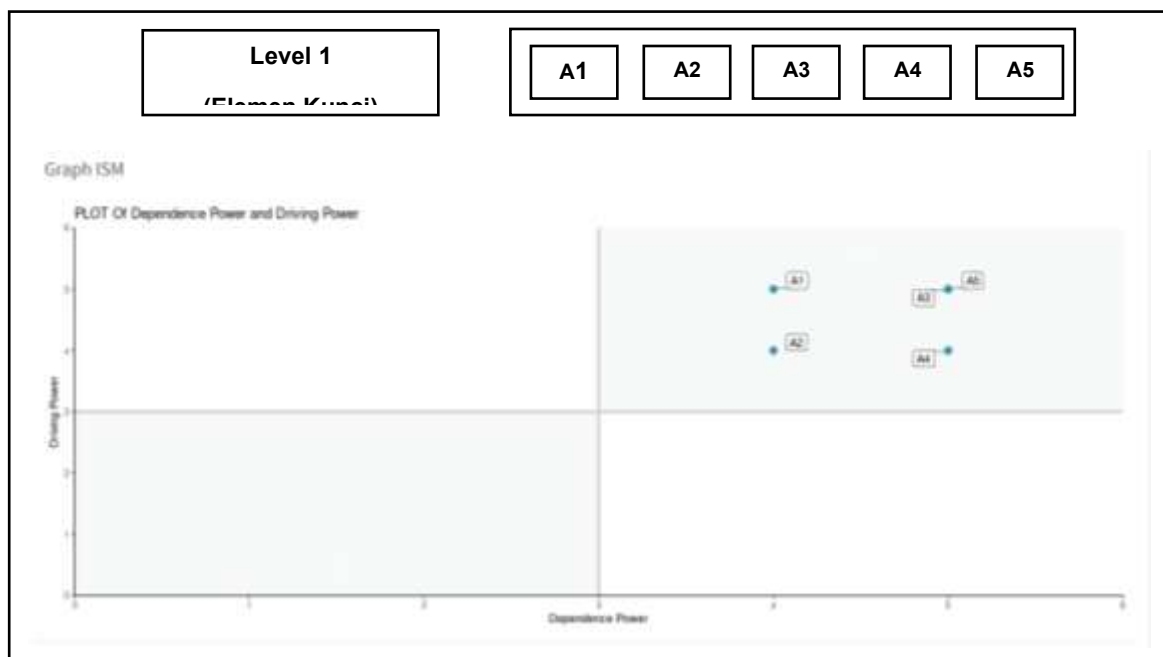
Pemosisian analitis kendala ini dalam sektor keterkaitan memiliki implikasi yang signifikan untuk desain kebijakan. Strategi intervensi harus memperhitungkan tingkat keterkaitan yang tinggi dengan menerapkan pendekatan komprehensif yang secara bersamaan mengatasi berbagai dimensi masalah, khususnya sebagai berikut:

1. Strategi pemeliharaan harus fokus pada pemantauan dan pengelolaan saling ketergantungan di antara faktor-faktor kendala.
2. Strategi modifikasi ketergantungan harus bertujuan untuk mengurangi kerentanan sistem terhadap kendala tertentu melalui intervensi yang ditargetkan dalam pembangunan kesadaran dan mekanisme dukungan pemerintah.

Kerangka Intervensi Strategis

Lima intervensi strategis dievaluasi: Memperkuat Regulasi dan Penegakan Hukum untuk Mencegah Konversi Lahan, Menerapkan Konsolidasi untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan dan Produktivitas Pertanian, Meningkatkan Investasi dalam Infrastruktur Pertanian untuk Mendukung Ketahanan Bencana, Menambah Anggaran dan Sumber Daya untuk Perlindungan Lahan, dan Meningkatkan Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat tentang Kebijakan Perlindungan Lahan Pertanian Berkelanjutan.

Gambar 4 menggambarkan hubungan hierarkis dan jalur pengaruh di antara intervensi strategis ini. Analisis MICMAC memposisikan semua elemen strategis dalam Sektor III (keterkaitan), yang ditandai dengan daya penggerak yang tinggi dan nilai ketergantungan yang tinggi. Klasifikasi ini menunjukkan bahwa intervensi strategis menunjukkan pengaruh timbal balik yang signifikan, dengan perbaikan di satu area yang berpotensi mengkatalisasi perubahan positif di seluruh sistem.



Gambar 4 Model hierarki struktural intervensi strategis

Model ini (Gambar 4) memprioritaskan strategi implementasi. Level 1 (Peningkatan Anggaran dan Edukasi Masyarakat) merupakan strategi dengan daya ungkit tertinggi. Keberhasilan strategi pada Level 1 menjadi prasyarat untuk efektivitas strategi lainnya.

Analisis prioritas tingkat mengidentifikasi anggaran dan peningkatan sumber daya (A4) dan peningkatan pendidikan dan kesadaran (A5) sebagai elemen strategis utama. Temuan ini berhubungan langsung dengan kendala utama yang diidentifikasi sebelumnya, membangun hubungan logis antara diagnosis masalah dan perumusan solusi. Peningkatan elemen-elemen ini sebagai prioritas strategis menunjukkan bahwa mengatasi keterbatasan sumber daya dan kesenjangan pengetahuan merupakan titik leverage yang paling efektif untuk transformasi sistem.

Sifat komprehensif dari kerangka strategis memerlukan pendekatan implementasi multi-aspek, diantaranya seperti:

1. Pemeliharaan karakteristik keterkaitan melalui desain kebijakan terintegrasi yang menjaga potensi sinergis antar elemen strategis.
2. Penguatan strategis elemen-elemen kunci melalui alokasi sumber daya dan kapasitas kelembagaan yang ditargetkan untuk peningkatan anggaran dan inisiatif pendidikan publik.

Temuan penelitian ini, yang menempatkan petani dan masyarakat sipil sebagai fondasi implementasi kebijakan (Level 1), memperkuat argumen dari Suharyanto (2018) yang menyoroti pentingnya persepsi dan penerimaan petani terhadap keberhasilan kebijakan perlindungan lahan. Namun, temuan ini memberikan perspektif baru yang berbeda dari model kebijakan konvensional yang cenderung top-down dan berpusat pada lembaga pemerintah. Sementara Pramudita et al. mengidentifikasi biaya dan kompleksitas sebagai hambatan utama dari perspektif kelembagaan, penelitian ini secara struktural membuktikan bahwa kendala utama justru terletak pada dukungan pemerintah yang tidak memadai dan kesadaran publik yang rendah, yang keduanya memiliki daya ungkit sistemik yang lebih besar. Ini menunjukkan bahwa intervensi pada aspek sosial dan dukungan sumber daya lebih krusial daripada sekadar penyederhanaan prosedur.

Konvergensi elemen kunci di ketiga komponen analitis—jaringan kelembagaan, kendala, dan intervensi strategis—menetapkan kerangka kerja yang koheren untuk pengembangan kebijakan. Munculnya faktor tingkat masyarakat (petani dan masyarakat sipil) secara konsisten sebagai kunci kelembagaan, masalah sosial-kelembagaan (dukungan pemerintah dan kesadaran publik) sebagai kendala utama, dan intervensi yang sesuai (peningkatan anggaran dan pendidikan) sebagai prioritas strategis menunjukkan validitas internal kerangka analisis dan memberikan landasan yang kuat untuk rekomendasi kebijakan.

Temuan ini memberikan wawasan substantif tentang dinamika struktural tata kelola perlindungan lahan pertanian. Dengan mengidentifikasi titik leverage spesifik dalam setiap komponen, analisis ini melampaui

rencana kebijakan konvensional untuk menawarkan rekomendasi khusus konteks yang ditargetkan yang didasarkan pada analisis struktural sistematis.

KESIMPULAN

Penerapan Interpretive Structural Modeling (ISM) menghasilkan pemahaman mendalam tentang dinamika struktural kebijakan perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan (PLP2B). Analisis ini mengidentifikasi tiga temuan kunci sebagai landasan untuk reformasi kebijakan:

1. Analisis jaringan kelembagaan menempatkan petani dan masyarakat sipil sebagai elemen penggerak utama dalam sistem kebijakan PLP2B. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan bottom-up dalam implementasi kebijakan, di mana keberhasilan inisiatif perlindungan lahan bergantung pada keterlibatan aktif komunitas lokal.
2. Rendahnya dukungan pemerintah dan kesadaran masyarakat teridentifikasi sebagai kendala utama implementasi PLP2B. Posisi kedua faktor ini dalam sektor linkage mengindikasikan bahwa intervensi pada aspek ini akan menghasilkan efek pengganda pada keseluruhan sistem perlindungan lahan.
3. Peningkatan anggaran dan penguatan edukasi masyarakat merupakan strategi prioritas untuk mengatasi kendala implementasi. Analisis MICMAC membuktikan bahwa dua strategi ini memiliki nilai driver power tertinggi, menjadikannya titik masuk optimal untuk intervensi kebijakan.

Konvergensi hasil analisis ketiga komponen ini membentuk kerangka terpadu yang menunjukkan bahwa reformasi PLP2B harus berfokus pada penguatan kapasitas aktor komunitas dan perbaikan kesadaran publik melalui alokasi sumber daya yang memadai. Posisi semua elemen dalam sektor linkage mengindikasikan sifat sistem yang saling terkait, di mana perubahan pada satu komponen akan mempengaruhi keseluruhan sistem kebijakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pertanian Kabupaten Gorontalo yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto, M., Fikri, K. M. S. N. S., & Azhar, A. (2021). Sosialisasi konsep lahan pertanian pangan berkelanjutan di Kecamatan Batang Tuaka, Kabupaten Indragiri Hilir. *PaKMAs: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 08-14. <https://doi.org/10.54259/pakmas.v1i1.24>
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1998). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*. Allyn and Bacon.
- Chairuddin, Z. (2018). Identifikasi lahan pertanian pangan berkelanjutan di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan: Zonasi lingkup kawasan Mamminasata menggunakan pendekatan MCDM. *Jurnal Ecosolum*, 7(2), 46-55. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v7i2.6852>
- Fatihah, Y., Wijayanti, I. K., & Putri, D.D. (2022). Pengaruh modela sosial dan kelembagaan terhadap kinerja usaha tani kapulaga di lahan perhutani kabupaten Banyumas. *AGRITEXTS: Journal of Agricultural Extension*, 46(2), 81-90. <https://doi.org/10.20961/agritexts.v46i2.65253>
- Fedotova, G. V., Orlova, E. R., Sotnikova, L. F., & Baranova, A. F. (2021). Impact of waste on pollution of agricultural areas. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 139, 368-373. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210222.075>
- Harini, R., Susilo, B., Pangaribowo, E. H., & Ariani, R. D. (2022). Carrying capacity of agricultural land in disaster-prone areas of land movement at Karangsambung-Karangbolong Geopark. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1039(1), 012033. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1039/1/012033>
- Hidayana, D., Prihantoro, M., & Saragih, H. J. R. (2021). The role of the Indonesian Ministry of Defense against threats to the agricultural sector from a non-military defense perspective. *Jurnal Pertahanan: Media Informasi Tentang Kajian & Strategi Pertahanan Yang Mengedepankan Identity, Nasionalism & Integrity*, 7(3), 526-537. <https://doi.org/10.33172/jp.v7i3.1475>
- Ji, S., Gouri, M. H., & Kumar, A. (2023). Sustainable agriculture and food security. In *Emerging trends in cloud security and intelligent agents*. *GRF Books*. <https://doi.org/10.52458/9788196869434.2023.eb.grf.ch-18>

- Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(9), 3465-3472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>
- Liao, G., Chen, J., Zhang, H., & Qin, C. (2012). An integrated agricultural land quality monitoring information system based on standard plots and WebGIS. *First International Conference on Agro-Geoinformatics* (pp. 1-9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/Agro-Geoinformatics.2012.6311685>
- Pramudita, D., Dharmawan, A. H., & Barus, B. (2016). Kesesuaian sosial ekonomi perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan di Kabupaten Kuningan. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 3(2), 125-134. <https://doi.org/10.22500/sodality.v3i2.11337>
- Rejeki, P. S., & Mardiansjah, F. H. (2018). Analisis prioritas strategi pengembangan kawasan pertanian padi berbasis preferensi petani di Kabupaten Kendal. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 14(3), 187-198. <https://doi.org/10.14710/pwk.v14i3.16699>
- Saleh, K., & Suherman, S. (2021). Model kapasitas petani padi sawah dalam mendukung ketahanan pangan berkelanjutan di Kabupaten Tangerang. *Jurnal Penyuluhan*, 17(1), 40-51. <https://doi.org/10.25015/17202132887>
- Silambi, E. D., Ismail, N., Septarini, D. F., & Kasim, R. (2023). Protection of agricultural land in realizing sustainable food security. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1253(1), 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1253/1/012022>
- Simarmata, N., Nadzir, Z. A., & Agustina, L. K. (2022). Application of SPOT6/7 satellite imagery for rice field mapping based on transformative vegetation indices. *Jurnal Geografi*, 14(1), 69-78. <https://doi.org/10.24114/jg.v14i1.29036>
- Suharyanto, N. (2018). Faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi petani terhadap kebijakan perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan di Provinsi Bali. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 20(2), 111-124. <https://doi.org/10.21082/jpptp.v20n2.2017.p111-124>
- Wijayanti, A., Munibah, K., & Putri, E. I. K. (2016). Strategi implementasi untuk mengendalikan konversi lahan sawah di Kota Sukabumi. *TATALOKA*, 18(4), 240-252. <https://doi.org/10.14710/tataloka.18.4.240-248>
- Zulkarnain, Z., & Hartanto, R. N. (2020). Analisis kesesuaian lahan untuk pertanian pangan berkelanjutan di Kabupaten Mahakam Hulu. *AGRIFOR*, 19(2), 347-360. <https://doi.org/10.31293/af.v19i2.4809>

NILAI TEMPERATURE HUMIDITY INDEX TERHADAP RESPON FISIOLOGIS DAN AKTIVITAS BERBARING KAMBING CROSS BOER DI BALAI BESAR PELATIHAN PETERNAKAN (BBPP) KOTA BATU

The Value of Temperature Humidity Index on Physiological Response and Lying Activity of Cross Boer Goats at the Indonesian Center for Livestock Training (ICLT)

Kevin Vigo Devatama¹, Wike Andre Septian¹, Prima Puji Raharjo^{1*}

¹Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Ketawanggede, Kota Malang, Jawa Timur

*Email: primaraharjo98@gmail.com

ABSTRACT

In Indonesia, the crossbreeding of boer goats with local goats also has the aim that goats can adapt well to the weather and climate in Indonesia for easy management of feed, health, and the surrounding environment. However, goats raised in tropical climates also have problems facing their environment. Environments in the tropics tend to have unstable or extreme temperatures, humidity, and weather conditions that affect goat productivity. Temperature Humidity Index (THI) is an important environmental component to determine environmental conditions in a state that supports livestock comfort or otherwise can indicate the environment causes livestock to become stressed. The purpose of this study was to determine the physiological response of cross boer goats and the activity of lying cross boer goats to the Temperature Humidity Index at the Indonesian Center for Livestock Training (ICLT). The livestock used in this study were female cross boer goats with a total of 17 heads aged 2-3 years. Data collection was carried out using the observation method or direct observation. The parameters used were the measurement of Temperature Humidity Index, measurement of physiological responses of heart rate, respiration rate, skin temperature, rectal temperature, and lying activity. The results stated that the value of heart rate, skin temperature, rectal temperature of cross boer goats in ICLT Batu City was in normal condition in all time categories. However, the value of the respiration rate and lying activity of cross boer goats in ICLT Batu City is stated to be in an abnormal condition in all time categories.

Keywords: Boer, heart rate, lying respiration rate, skin temperature, rectal temperature, temperature humidity index

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada di wilayah iklim tropis, iklim tropis ini memiliki 2 musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Dengan negara yang berada di iklim tropis Indonesia memiliki keunggulan menjadi negara yang dapat menjadi habitat yang mendukung atas perkembangan sumber daya hewani. Salah satunya adalah kambing *boer*, kambing *boer* merupakan kambing yang berasal dari Afrika Selatan berhabitat asli pada wilayah yang beriklim semi arid (Mellado *et al.*, 2017). Iklim semi arid merupakan iklim yang memiliki curah hujan rendah dengan memiliki intensitas hujan berkisar 1.300 hingga 1.500 mm/tahun dengan perkiraan hanya 70-75 hari/tahun terjadi hujan (Agu dan Neonbeni, 2019). Wilayah yang berada pada iklim semi arid selalu dihadapkan pada musim kemarau yang berkepanjangan. Kambing *boer* hidup di lingkungan cukup kering banyak semak berduri, padang rumput, dan savana. Kambing ini sangat baik untuk dikembangkan karena memiliki daging yang berkualitas tinggi. (Ding *et al.*, 2024).

Kambing *boer* merupakan kambing impor yang memiliki komposisi tubuh yang besar dan memiliki daging yang banyak dibandingkan dengan kambing lokal. Kambing ini sangat direkomendasikan untuk dikawinkan dengan kambing lokal di Indonesia seperti kambing kacang dan kambing Peranakan Etawa. Kambing persilangan *boer* dengan kambing lokal di Indonesia sering disebut dengan istilah kambing *cross boer*. Persilangan kambing *boer* dan lokal ini juga agar kambing dapat beradaptasi dengan baik dengan cuaca dan iklim di Indonesia dikarenakan kambing *boer* sebelumnya berada di lingkungan semi arid. Meskipun,

Indonesia berada di iklim yang tropis yang hampir mendekati sama halnya dengan iklim semi arid, yang membuat kambing ini diduga dapat bertumbuh dengan optimal namun masih diperlukan pengamatan lebih lanjut lagi mengenai nilai kenyamanan kambing ini terhadap kondisi lingkungan di Indonesia.

Selain itu, kambing yang dipelihara di iklim tropis juga memiliki masalah-masalah yang dihadapi terhadap lingkungannya. Lingkungan di daerah tropis cenderung memiliki suhu, kelembapan, dan kondisi cuaca yang tidak stabil atau cenderung ekstrem yang membuat berpengaruh pada produktivitas. Hal tersebut dapat menyebabkan *heat stress* pada kambing yang dapat menyebabkan kesenjangan pada *animal welfare*, yang mana bahwa kenyamanan ternak harus diperhatikan untuk mencegah ternak terjadi *heat stress* yang dapat mempengaruhi konsumsi pada pakan, sistem reproduksi pada kambing mengalami penurunan pada proses fertilisasi, serta kambing rentan terkena penyakit yang berbahaya. Hal tersebut menyebabkan penurunan produktivitasnya hingga paling parah terjadi kematian pada ternak (Pamungkas dkk., 2020).

Menurut Badan Pusat Statistik (2022) menyatakan bahwa Kota Batu merupakan wilayah yang berada di dataran tinggi yang memiliki suhu 14,6°C – 31,4°C dan kelembapan 34-99%, dimana suhu tertinggi biasanya terjadi pada siang hari dan suhu rendah berada pada pagi hari dan malam hari. Curah hujan di Kota Batu memiliki intensitas hujan dengan jumlah 3.576 mm per tahun, dimana hal tersebut tergolong daerah dengan curah hujan yang tinggi (Badan Pusat Statistik 2022). Hal tersebut menjadi komponen lingkungan yang dapat mempengaruhi dalam pemeliharaan kambing pada aspek kenyamanan ternak pada prinsip *animal welfare*.

Temperature Humidity Index (THI) adalah komponen penting lingkungan yang digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan dalam keadaan mendukung kenyamanan ternak atau sebaliknya dapat mengindikasikan lingkungan menyebabkan ternak menjadi stres (Dash *et al.*, 2016). THI didapatkan dengan penjumlahan antara suhu dan kelembapan lingkungan yang mana hasilnya dapat menentukan tingkat stres pada ternak. THI yang tinggi diduga dapat mempengaruhi respon fisiologis ternak seperti suhu rektal, frekuensi pernapasan, denyut jantung, dan suhu kulit serta aktivitas berbaring pada ternak. Respon fisiologis ternak yang meningkat akibat THI yang tinggi menggambarkan bahwa ternak mengalami *heat stress* yang dapat mempengaruhi kenyamanan ternak, hal tersebut perlu dilakukan pengukuran respon fisiologis dan aktivitas berbaring ternak terhadap THI karena sangat dibutuhkan dalam pemeliharaan ternak untuk menjadi bahan evaluasi dalam penerapan aspek *animal welfare*.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) Kota Batu yang beralamat di Jalan Raya Songgoriti No.24, Songgokerto, Kecamatan Batu, Kota Batu, Jawa Timur, dimulai pada tanggal 10 Desember 2024 sampai 10 Februari 2025.

Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

Ternak

Ternak yang digunakan dalam penelitian ini adalah kambing betina *cross boer* dengan jumlah 17 ekor yang berumur 2-3 tahun.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Thermomter Hygrometer Digital, untuk mengukur suhu kandang Tali tambang, untuk menghandle kambing *Thermometer*, untuk mengukur suhu rektal kambing *Stetoskop One Med*, untuk mengukur denyut jantung kambing *Thermometer Infrared*, untuk mengukur suhu kulit kambing *CCTV*, untuk mengamati aktivitas berbaring kambing Alat tulis, untuk mencatat hasil penelitian kambing Kamere *Handphone*, untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode studi kasus. Penentuan lokasi dilakukan berdasarkan pertimbangan, bahwa di BBPP Kota Batu adalah lembaga pemerintah yang memiliki kambing *cross boer* yang berkualitas tinggi dan letak wilayah berada di dataran tinggi. Pengambilan data dilakukan menggunakan metode observasi atau pengamatan secara langsung.

Variabel Penelitian

Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi:

Temperature Humidity Index (THI)

Temperature Humidity Index menjadi acuan dalam mengetahui kondisi lingkungan tersebut apakah ternak berada dititik nyaman hingga stres yang tinggi (Amamou *et al.*, 2019). THI tidak lepas kaitanya dari suhu dan kelembapan lokasi peternakan yang menjadi komponen pada nilai THI lingkungan peternakan. Menurut Thompson and Dahl (2012) Pengukuran pada THI dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$THI = (1,8 \times T + 32) - [(0,55 - 0,0055 \times RH) \times (1,8 \times T - 26)]$$

Keterangan:

THI = *Temperature Humidity Index*

T = Suhu (°C)

RH = Kelembapan udara (%)

Denyut Jantung

Denyut jantung merupakan keadaan fisiologis pada ternak dapat menentukan cekaman pada ternak dan memiliki korelasi yang baik pada tekanan panas pada ternak (Sejian *et al.*, 2022). Pengukuran denyut jantung dilakukan untuk mengukur jumlah denyut nadi kambing disebelah kiri bagian dada kambing menggunakan *stetoskop* dengan waktu selama 1 menit dengan pengukuran sebanyak 3 kali ulangan (*triplo*). Pengukuran dilakukan pada 06.00 (pagi hari), 13.00 (siang hari), 16.00 (sore hari), dan malam hari (21.00).

Laju Respirasi

Laju respirasi pada ternak bertujuan untuk memenuhi kebutuhan oksigen melalui proses pertukaran gas. Oleh karena itu, menurut Patel *et al.* (2016) frekuensi pernapasan dapat menjadi parameter yang cukup akurat untuk mengetahui ketidaknyamanan pada ruminansia. Pengukuran respirasi dilakukan dengan menghitung jumlah nafas yang dikeluarkan oleh ternak dengan mengamati perut kambing dan mendekatkan tangan ke hidung ternak selama 1 menit dengan pengukuran sebanyak 3 kali (*triplo*). Pengukuran dilakukan pada 06.00 (pagi hari), 13.00 (siang hari), 16.00 (sore hari), dan malam hari (21.00).

Suhu Kulit

Kulit merupakan bagian yang ikut andil dalam terjadinya pelepasan panas yang terdapat pada lapisan tubuh ternak yang menyangkut pada kondisi lingkungan. Pengukuran suhu kulit menggunakan *thermometer infrared* pada 4 bagian kambing diantaranya belakang Pundak kambing, bagian ketiak kambing, tungkai kaki depan bagian atas, dan tungkai kaki depan bagian bawah (*metacarpus*) kemudian hasil dari 4 bagian tersebut di rata-rata. Pengukuran dilakukan pada 06.00 (pagi hari), 13.00 (siang hari), 16.00 (sore hari), dan malam hari (21.00)

Suhu Rektal

Pengukuran kondisi rektal berfungsi untuk meminimalisir terjadinya suhu yang tinggi pada ternak dengan pengecekan nilai optimum pada suhu rektal guna mencegah stres yang berkepanajngan yang bisa mengakibatkan kematian pada kambing (Gupta and Mondal, 2019). Pengukuran suhu rektal dilakukan menggunakan *thermometer* dengan memasukanya ke dalam rectum kambing selama 1 menit untuk mengetahui suhu internal pada kambing dengan pengukuran selama 3 kali (*triplo*). Pengukuran dilakukan pada 06.00 (pagi hari), 13.00 (siang hari), 16.00 (sore hari), dan malam hari (21.00)

Aktivitas Berbaring

Berbaring merupakan tingkah laku istirahat pada ternak merupakan cara ternak untuk mengistirahatkan organ tubuh dari aktivitas. Perhitungan menggunakan *cctv* dengan mengamati frekuensi kambing berbaring setiap 4 jam dalam sehari-hari serta menghitung lama durasi kambing berbaring dalam sehari-hari.ditimbangan dengan ketelitian gram/ekor (Sadid, Tanwiriah dan Indrijani, 2016).

Prosedur Penelitian

Persiapan Kandang

Persiapan kandang meliputi pengecekan dan perbaikan lokasi kandang koloni meliputi atap kandang, lantai kandang, tempat pakan, dan minum kandang, pembersihan kandang agar ternak bebas dari penyakit.

Seleksi Kambing

Kambing yang digunakan dalam penelitian adalah kambing betina yang berusia 2-3 tahun yang memiliki darah *boer* di BBPP Kota Batu yang kemudian dilakukan pemindahan ke kandang koloni agar sesuai dengan pedoman *animal welfare*.

Peletakan *Thermometer*

Thermometer ini dipasang bertujuan untuk mengetahui suhu dan kelembapan lingkungan di area kandang untuk menentukan nilai THI dan mengetahui resiko ternak mengalami stress akibat situasi lingkungan.

Peletakan *CCTV*

Pemasangan *CCTV* dilakukan di bagian atap kandang yang menyorot pada kandang koloni ternak yang digunakan untuk penelitian. *CCTV* dimasukan *memory card* untuk sarana penyimpanan selama penelitian, serta *cctv* disambungkan dengan ponsel peneliti untuk memantau dari jarak jauh dalam aktivitas berbaring dan tingkah laku ternak.

Pengukuran Respon Fisiologis dan Aktivitas Berbaring

Pengukuran respon fisiologis ternak selama 1 menit dengan pengukuran

sebanyak 3 kali. Pengukuran dilakukan pada 06.00 (pagi hari), 13.00 (siang hari),

16.00 (sore hari), dan malam hari (21.00). Pada aktivitas berbaring kambing dilakukan pengukuran setiap hari menggunakan *cctv* dengan mengamati frekuensi kambing berbaring setiap 4 jam sekali dalam sehari-hari serta menghitung lama durasi kambing berbaring dalam sehari-hari.

Pencatatan dan Dokumentasi

Data yang didapatkan selama penelitian dicatat melalui alat tulis dan kemudian diinput ke dalam aplikasi *Minitab V.15.1*. Seluruh kegiatan penelitian dilakukan dokumentasi dalam bentuk foto dan video melalui *handphone*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data THI terhadap respon fisiologis meliputi beberapa hal yaitu:

Karakteristik Kambing *Cross Boer*

Kambing *cross boer* merupakan kambing dari perkawinan silang antara kambing *Boer* dengan kambing lokal (Nugroho *et al.*, 2019). Kambing *cross boer* ini memiliki badan besar dan kuat, kambing ini memiliki bulu yang tebal dan halus, warna kambing ini dominan coklat dan putih, memiliki kepala yang besar dan telinga yang panjang. Dengan adanya perkawinan silang ini kambing *Boer* dapat mewariskan kemampuan dalam produktivitas dengan laju pertumbuhan yang cepat, karena diperkirakan kambing *cross boer* berat badanya mencapai 40-60 kg pada saat berumur satu tahun. Selain itu, daging yang diproduksi oleh kambing *cross boer* memiliki daging yang banyak, daging berkualitas yang sangat unggul rata-rata memiliki tekstur daging yang lembut, kandungan kolesterol yang rendah, dan memiliki warna yang cerah (Ding *et al.*, 2024). Persilangan kambing *cross boer* dengan kambing lokal juga memiliki tujuan agar kambing dapat beradaptasi dengan baik dengan cuaca dan iklim di Indonesia agar mudah dalam manajemen pakan, kesehatan, dan lingkungan sekitar (Hy *et al.*, 2024).

Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan menjadi elemen penting dalam mewujudkan produktivitas yang unggul pada kambing. Lingkungan yang mendukung, kambing akan mencapai kenyamanan selama beraktivitas sehari-hari. Menurut Qisthon dan Hartono (2019) menyatakan bahwa lingkungan pemeliharaan kambing terutama

suhu, kelembapan, dan radiasi matahari menentukan hasil produktivitas kambing. Pada penelitian ini dilaksanakan di dataran tinggi dengan ketinggian 897 mdpl yang mana suhu dan kelembapan memiliki nilai stabil, hal ini memudahkan kambing *cross boer* untuk beradaptasi dengan lingkungan sekitar. Berikut rata-rata suhu dan kelembapan dalam kandang *cross boer* di BBPP Kota Batu.

Tabel 1. Rataan suhu dan kelembapan dalam kandang *cross boer* di BBPP Kota Batu

Peubah	Waktu Pengamatan			
	Pagi	Siang	Sore	Malam
Suhu (°C)	23,07±0,62	26,49±1,36	24,22±1,18	23±0,50
Kelembapan (%)	80,13±4,69	72±6,76	80,86±4,66	81,6±6,52
THI	71,82±0,92	76,26±1,38	71,92±0,93	71,71±0,77

Sumber: data primer

Suhu dan kelembapan menjadi faktor utama dalam mempengaruhi kenyamanan kambing untuk meningkatkan performa dan produktivitasnya. Dimana dengan suhu dan kelembapan yang stabil akan menjauhkan ternak mengalami stres. Hal ini juga disampaikan oleh Samara *et al.* (2025) bahwa cekaman pada ternak diakibatkan oleh suhu, kelembapan, kondisi angin, dan radiasi matahari yang dapat menyebabkan produktivitas yang buruk. Pada Tabel 1. suhu di tempat penelitian memiliki nilai yang cukup normal untuk kambing beradaptasi dengan baik yang mana suhu yang diinginkan bagi kambing antara 22-26°C (Maia *et al.*, 2016). Hal itu sebanding dengan Marques *et al.* (2021) menyatakan bahwa kambing persilangan *boer* nyaman disuhu <26°C. Dapat dilihat pada Tabel 1. suhu mengalami kenaikan pada siang hari namun masih berada di kondisi yang normal kemudian mengalami penurunan dengan stabil hingga malam hari. Pada kelembapan pada pagi hari hingga sore hari memiliki nilai yang normal, namun nilai kelembapan pada malam hari mengalami peningkatan akibat hujan dan pengkabutan yang membuat kelembapan sedikit tidak sesuai nilai normal untuk kambing, bahwasanya kelembapan yang normal adalah 60 hingga 80% dan kecepatan angin 0,5 m/s (Sejian *et al.*, 2021).

Kenyamanan ternak dapat diketahui dengan memperhatikan nilai *Temperature Humidity Index* (THI) pada lokasi peternakan berada. Menurut Amamou *et al.* (2019) menyatakan bahwa THI menjadi acuan dalam mengetahui kondisi lingkungan tersebut apakah ternak berada di titik nyaman hingga stres yang tinggi. THI tidak lepas kaitannya dari suhu dan kelembapan lokasi peternakan yang menjadi komponen pada nilai THI lingkungan peternakan. Berdasarkan pada Gambar 4 THI di lokasi penelitian ini memiliki nilai THI yang normal pada pagi hari, sore hari, dan malam hari yang menggambarkan kambing berada di kondisi yang nyaman THI<72. Sedangkan pada siang hari menggambarkan lingkungan yang dapat menyebabkan kambing mulai mengalami stres ringan dengan nilai THI 76,26±1,38 (Silva *et al.*, 2023).

Selain itu, kondisi cuaca dapat mempengaruhi ternak mengalami stres yang menimbulkan penurunan kenyamanannya. Menurut Pribadi dan Dewi (2018) menyatakan bahwa cuaca dapat mempengaruhi ternak stres yang mana dalam dengan kondisi perubahan cuaca yang seperti panas hingga dingin dapat diketahui kambing beradaptasi dengan baik atau tidak berdasarkan tingkah lakunya. Pada lokasi penelitian pada siang hari cenderung panas yang cukup tinggi, hal ini membuat ternak sering merasakan lelah yang menimbulkan ternak merasa gelisah, hal itu yang menyebabkan ternak mengalami stres. Pada sore hari dan malam hari sering kali di lokasi peternakan terjadi hujan yang menyebabkan suhu di lokasi peternakan mengalami penurunan, namun berada di titik suhu yang stabil yang menyebabkan kambing berada tetap di kondisi yang nyaman. Namun, kondisi hujan dapat mempengaruhi ternak mengalami stres walaupun suhu mengalami penurunan tetapi kelembapan akan mengalami peningkatan yang memicu kondisi lingkungan basah yang membuat ternak mengalami penurunan mengonsumsi pakan (Fernandez-Novo *et al.*, 2020).

Denyut Jantung

Denyut jantung merupakan keadaan fisiologis pada ternak dapat menentukan cekaman pada ternak dan memiliki korelasi yang baik pada tekanan panas pada ternak (Sejian *et al.*, 2022). Denyut jantung dapat mendeteksi cekaman panas pada kambing yang dapat mempengaruhi stres dimana jantung diatur oleh saraf, hormon serta kondisi pada kadar O₂ dan CO₂ (Nurmi, 2016). Menurut Suprayogi dkk. (2017) kondisi

lingkungan kandang merupakan aspek yang dapat mempengaruhi nilai denyut jantung ternak karena ternak menyesuaikan dengan lingkungannya. Berikut rata-rata THI terhadap respon fisiologis denyut jantung kambing *cross boer* di BBPP Kota Batu.

Tabel 2. THI terhadap respon fisiologis denyut jantung

Waktu	THI	Denyut Jantung	P Value
Pagi Hari	71,82±0,92	90,80±12,96	P<0,00
Siang Hari	76,26±1,38	95,63±13,04	P<0,04
Sore Hari	71,92±0,93	95,25±13,17	P>0,77
Malam Hari	71,71±0,77	90,31±12,94	P>0,49

Keterangan: THI= *Temperature Humidity Index*, P Value: Hubungan antara THI dan Denyut Jantung, P<0,01 (Berpengaruh sangat nyata), P<0,05 (Berpengaruh nyata), P>0,05 (Non nyata)

Menurut Septiadi dan Nur (2017) menyatakan bahwa denyut jantung kambing normal yang hidup di wilayah tropis adalah sekitar 70 – 135 detak/menit. Pada penelitian ini dinyatakan kambing kambing *cross boer* berada dikondisi normal pada seluruh kategori waktu. Meskipun demikian, nilai THI pada siang hari mengindikasikan terjadi cekaman panas, hal tersebut karena kambing *cross boer* berdasarkan genetiknya yang berasal dari kondisi lingkungan kering dan mudah dalam beradaptasi dengan lingkungannya membuat kambing ini tidak mengalami stres jika dilihat dari respon fisiologis pada denyut jantung (Hy *et al.*, 2024). Hasil analisis data menyatakan bahwa THI terdapat pengaruh sangat nyata (P<0,01) pada denyut jantung kambing *cross boer* pada pagi hari, terdapat pengaruh nyata (P<0,05) antara THI dengan denyut jantung siang hari, dan THI tidak berpengaruh nyata (P>0,05) pada denyut jantung di sore hari dan malam hari.

Tabel 2 hasil penelitian menyatakan bahwa pada malam hari denyut jantung memiliki jumlah yang paling rendah terhadap THI (P>0,05) yaitu dengan 90,31±12,94 detak/menit namun masih dalam kategori normal. Hal tersebut dikarenakan *Temperature Humidity Index* (THI) memiliki nilai yang cukup rendah yaitu sekitar 71,71±0,77 yang mengindikasikan kondisi yang nyaman untuk ternak. Denyut jantung yang rendah juga disebabkan akibat ternak telah beristirahat yang cukup lama pada waktu tertentu. Selain itu, denyut jantung pada malam hari cukup rendah karena tidak dilakukan pemberian pakan pada saat pengukuran, maka kambing tidak melakukan aktivitas makan. Hal ini sesuai dengan Rosita dkk. (2015) menyatakan bahwa jika ternak tidak mengonsumsi pakan maka denyut jantung yang dihasilkan akan lebih rendah dibandingkan dengan setelah mengonsumsi pakan dan menyebabkan metabolisme dalam tubuh akan meningkat.

Siang hari denyut jantung kambing *cross boer* memiliki jumlah denyut jantung sekitar sekitar 95,63±13,04 rpm/menit dimana hasil jumlah denyut jantung paling tinggi terhadap THI (P<0,05) dibandingkan dengan kategori waktu lainnya, namun masih dalam kondisi yang normal. Hal tersebut karena lokasi penelitian pada siang hari memiliki nilai THI yang cukup tinggi dengan nilai sebesar 76,26±1,38 yang mengindikasikan resiko dapat terkena cekaman panas pada kambing. Menurut Reece *et al.* (2015) menyatakan peningkatan THI menyebabkan frekuensi denyut jantung meningkat karena kambing merespon panas yang diserap metabolisme tubuh dengan meningkatkan sirkulasi perifer untuk menghilangkan panas tubuh lebih cepat menurun secara optimal. Hal tersebut juga dinyatakan pada Astuti dkk. (2015) bahwasanya fungsi denyut jantung meningkat untuk menyeimbangkan tekanan darah agar ternak bebas dari cekaman panas di dalam tubuhnya. Frekuensi denyut jantung yang meningkat akibat suhu panas menyebabkan tingginya aliran darah dari inti ke permukaan untuk mengurangi kondisi metabolisme pada kambing (Shilja *et al.*, 2015).

Lokasi penelitian memiliki tempat kandang yang terbuka yang membuat kambing terkena sinar matahari tinggi pada siang hari secara langsung yang menyebabkan meningkatnya frekuensi denyut jantung akibat panas yang menyerap pada tubuh kambing. Hal itu sesuai dengan Pramono dkk. (2014) bahwasanya kenaikan frekuensi denyut jantung disebabkan akibat radiasi matahari tinggi yang membuat kambing harus menjaga kondisi metabolisme tubuh dengan kinerja jantung. Selain itu, pada pengukuran denyut jantung siang hari dilakukan setelah ternak dalam kondisi aktivitas makan kedua yang membuat frekuensi jantung meningkat akibat mengonsumsi pakan. Menurut Rosita dkk. (2015) menyatakan kambing akan memiliki peningkatan frekuensi denyut jantung setelah mengonsumsi pakan yang menyebabkan metabolisme dalam tubuh kambing akan meningkat. Serta, Kambing pada siang hari juga melakukan aktivitas fisik yang menyebabkan kambing menghabiskan energi cukup banyak yang menyebabkan denyut jantung akan mengalami peningkatan (Nurmi, 2016).

Laju Respirasi

Laju respirasi merupakan indikator status fisiologis untuk menentukan kondisi tubuh ternak mengalami cekaman panas atau stres (Raharjo, 2011). Respirasi pada ternak bertujuan untuk memenuhi kebutuhan oksigen melalui proses pertukaran gas. Menurut Pandya *et al.* (2022) frekuensi pernapasan dapat menjadi parameter yang cukup akurat untuk menentukan ketidaknyamanan pada ruminansia. Tekanan panas dan stres yang dimiliki oleh ternak didapatkan akibat dari frekuensi pernapasan pada ternak (Nurmi, 2016). Berikut Rataan THI terhadap respon fisiologis laju respirasi kambing *cross boer* di BBPP Kota Batu.

Tabel 3. THI terhadap respon fisiologis laju respirasi

Waktu	THI	Laju Respirasi	P Value
Pagi Hari	71,82±0,92	38,67±11,19	P < 0,00
Siang Hari	76,26±1,38	51,43±20,17	P < 0,00
Sore Hari	71,92±0,93	41,04±14,50	P < 0,00
Malam Hari	71,71±0,77	38,18±11,58	P > 0,05

Keterangan: THI= *Temperature Humidity Index*, P Value: Hubungan antara THI dan Denyut Jantung, P<0,01 (Berpengaruh sangat nyata), P<0,05 (Berpengaruh nyata), P>0,05 (Non nyata)

Menurut Gupta and Mondal (2019) ternak kambing memiliki jumlah frekuensi pernapasan normal sekitar 15-30 respirasi/menit dan memiliki tingkat keparahan stres panas berdasarkan klasifikasinya dengan laju respirasi rendah antara 40–60 respirasi/menit, laju respirasi sedang antara 60–80 respirasi/menit, laju respirasi tinggi antara 80–120 respirasi/menit, dan laju respirasi parah lebih dari 200 respirasi/menit). Pada penelitian ini dinyatakan laju respirasi kambing berada dikondisi tidak normal karena memiliki rata-rata laju respirasi di atas normal pada kondisi seluruh kategori waktu. Pada penelitian ini dinyatakan kambing mengalami stres ringan pada seluruh kategori waktu karena memiliki jumlah rata-rata laju respirasi antara 40–60 respirasi/menit). Hasil analisis data THI berpengaruh sangat nyata (P<0,01) pada laju respirasi kambing *cross boer* pada pagi hari dan sore hari, THI berpengaruh nyata (P<0,05) pada laju respirasi pada siang hari, THI berpengaruh tidak nyata (P>0,05) pada laju respirasi pada malam hari.

Tabel 3 hasil penelitian menyatakan bahwa pada malam hari laju respirasi memiliki jumlah yang paling rendah terhadap THI berpengaruh sangat nyata (P<0,01) yaitu 38,18±11,58 respirasi/menit namun masih tergolong tidak normal. Pada dasarnya lingkungan sekitar kandang juga mempengaruhi jumlah laju respirasi meskipun memiliki nilai THI yang normal, pada lokasi penelitian di malam hari cenderung sering mengalami kabut yang dapat mempengaruhi laju respirasi pada kambing. Hal ini sesuai dengan Qisthon dan Mahdi (2019) bahwasanya frekuensi kambing menurun pada lingkungan kandang yang dikelilingi kabut yang menyebabkan penurunan suhu tubuh dengan terjadinya pelepasan panas ke lingkungan meningkat melalui konduksi, konveksi, dan evaporasi.

Laju respirasi paling tinggi terhadap THI berpengaruh nyata (P<0,05) terjadi pada siang hari berkisar 51,43±20,17 respirasi/menit. Hal ini dikarenakan di lokasi penelitian memiliki nilai THI yang cukup tinggi sekitar 76,26±1,38 yang terindikasi menyebabkan cekaman panas. Kambing memiliki nilai laju respirasi yang tinggi karena aktivitas konsumsi pakan dan paparan suhu kandang yang terjadi di siang hari (Qisthon dan Mahdi, 2019). Pada Lokasi peternakan beberapa kambing terjangkit penyakit flu yang berdampak pada laju frekuensi meningkat. Menurut Kirjin *et al.* (2020) pemberian konsentrat dalam bentuk tepung kering secara tidak langsung meningkatkan metabolisme tubuh sehingga laju pernafasan cenderung lebih tinggi untuk membuang panas tubuh. Hal tersebut sesuai dengan pemeliharaan kambing *cross boer* di lokasi penelitian dimana kambing diberikan pakan konsentrat kering. Selain itu, pada siang hari kondisi lingkungan menunjukkan tingkat cekaman panas yang lebih besar yang terlihat dari lebih tingginya frekuensi respirasi. Hal ini berakibat pada penurunan kecepatan pelepasan panas melalui saluran respirasi agar panas yang dibuang ke lingkungan tidak berlebihan dan suhu tubuh tetap konstan (Qisthon dan Mahdi, 2019).

Berdasarkan tingkah lakunya kambing dengan perilaku yang agresif juga cenderung memiliki laju respirasi yang tinggi karena merasa kurang nyaman mengakibatkan kambing mengalami stres yang juga dapat menyerang kambing lain sehingga frekuensi pernafasannya menjadi lebih tinggi (Manokwari dkk., 2018). Peningkatan frekuensi pernafasan bertujuan untuk mempercepat pengeluaran panas dari dalam tubuh, oleh karena itu, pentingnya stabilisasi pernafasan, dimana peningkatan laju pernafasan selama periode waktu yang lama dapat menyebabkan penurunan tekanan darah dan kadar CO₂ (Pamungkas dkk., 2021).

Suhu Kulit

Kulit merupakan bagian yang ikut andil dalam terjadinya pelepasan panas yang terdapat pada lapisan tubuh ternak yang menyangkut pada kondisi lingkungan (Raharjo, 2011). Suhu dan kelembapan disekitar peternakan mempengaruhi kulit untuk menjaga kondisi ternak dengan THI yang harus dihadapi (Nurmi, 2016). Kulit adalah jalur yang sangat penting untuk pertukaran panas tubuh dan lingkungan. Berikut rata-rata THI terhadap respon fisiologis suhu kulit kambing *Cross Boer* di BBPP Kota Batu.

Tabel 4. THI terhadap respon fisiologis suhu kulit

Waktu	THI	Suhu Kulit (°C)	P Value
Pagi Hari	71,82±0,92	34,92±0,94	P < 0,00
Siang Hari	76,26±1,38	35,51±0,93	P < 0,00
Sore Hari	71,92±0,93	34,50±1,36	P < 0,00
Malam Hari	71,71±0,77	34,50±0,88	P < 0,00

Keterangan: THI= *Temperature Humidity Index*, P Value: Hubungan antara THI dan Denyut Jantung, P<0,01 (Berpengaruh sangat nyata), P<0,05 (Berpengaruh nyata), P>0,05 (Non nyata)

Menurut Suherman dan Purwanto (2015) menjelaskan bahwa suhu kulit memiliki nilai nyaman yaitu 33,5°C - 37,1°C. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa suhu kulit pada kambing *cross boer* pada penelitian ini berada dikategori normal meskipun nilai THI pada siang hari dan sore hari mengindikasikan terjadi cekaman panas. Hal tersebut karena kambing *cross boer* berdasarkan genetiknya yang berasal dari kondisi lingkungan kering dan mudah dalam beradaptasi dengan lingkungannya membuat kambing ini tidak mengalami stres jika dilihat dari respon fisiologis pada denyut jantung (Hy *et al.*, 2024). Hasil analisis data THI berpengaruh sangat nyata (P<0,01) pada suhu kulit kambing *cross boer* pada seluruh kategori waktu.

Tabel 4 diketahui bahwa pada waktu malam hari suhu kulit memiliki nilai yang paling rendah terhadap THI (P<0,01) daripada dengan kategori lainnya, hal tersebut akibat suhu yang rendah beserta lingkungan yang rendah menyebabkan suhu tubuh kambing berkurang yang menyebabkan permukaan kulit sedikit merespon panas pada lingkungan (Mayulu, 2023). Selain itu, pada lokasi penelitian yang berada di dataran tinggi juga berpengaruh karena THI cukup drastis menurun yang menyebabkan suhu permukaan kulit mengikuti respon suhu lingkungan sekitar. Pada musim hujan juga yang seringkali terjadi di lokasi penelitian menyebabkan penurunan suhu tubuh dan THI lingkungan yang menyebabkan suhu kulit akan turun (Saleh dan Erwan, 2016). Biasanya dengan letak penelitian yang di dataran tinggi maka akan sering juga terjadi cuaca berkabut yang mana juga menyebabkan nilai THI turun dan kondisi suhu kulit pada kambing juga akan normal. Ciri genetik kambing *cross boer* yang memiliki rambut yang cukup lebat membuat kambing ini memiliki kemampuan kuat untuk melindungi tubuh terhadap panas yang disebabkan oleh lingkungan. Hal tersebut sesuai dengan Zahra dan Hasanah (2024) bahwa struktur rambut kambing dapat melindungi dari radiasi panas matahari yang dapat menguapkan keringat.

Suhu kulit yang paling tinggi terhadap THI (P<0,01) terjadi pada siang hari dibandingkan dengan kategori waktu lainnya namun masih tergolong normal. Menurut (Zahra dan Hasanah, 2024) kambing *cross boer* sebagai ruminansia kecil akan rentan menghadapi suhu panas dengan pelepasan banyak melalui area kulit daripada bagian tubuh lainnya yang menyebabkan suhu kulit mengalami peningkatan pada lingkungan yang panas. Hal tersebut akibat matahari di lokasi penelitian sangat terik yang menyebabkan permukaan kulit menyerap panas dengan berakibat tingginya suhu kulit pada kambing. Radiasi matahari di lokasi ternak cukup berpengaruh dalam panas tubuh kambing dimana kulit sebagai bagian paling luar akan merespon dengan mengalami peningkatan pada suhunya (Patriani dkk., 2019).

Suhu Rektal

Suhu rektal menjadi parameter yang perlu diketahui dalam kenyamanan ternak guna menentukan kondisi ternak mengalami cekaman atau stres akibat lingkungan. Menurut Gupta and Mondal (2019) pengukuran kondisi rektal berfungsi untuk meminimalisir terjadinya suhu yang tinggi pada ternak dengan pengecekan nilai optimum pada suhu rektal guna mencegah stres yang berkepanjangan yang bisa mengakibatkan kematian pada kambing. Pada suhu rektal yang tinggi biasanya ternak akan terlihat stres dan menurunnya aktivitas seperti biasanya akibat cekaman ini (Nurmi, 2016). Berikut rata-rata THI terhadap respon fisiologis suhu rektal kambing *cross boer* di BBPP Kota Batu.

Tabel 5. THI terhadap respon fisiologis suhu rektal

Waktu	THI	Suhu Rektal (°C)	P Value
Pagi Hari	71,82±0,92	38,45±0,42	P > 0,28
Siang Hari	76,26±1,38	38,65±0,26	P < 0,00
Sore Hari	71,92±0,93	38,51±0,23	P < 0,02
Malam Hari	71,71±0,77	38,42±0,21	P < 0,03

Keterangan: THI= *Temperature Humidity Index*, P Value: Hubungan antara THI dan Denyut Jantung, P<0,01 (Berpengaruh sangat nyata), P<0,05 (Berpengaruh nyata), P>0,05 (Non nyata)

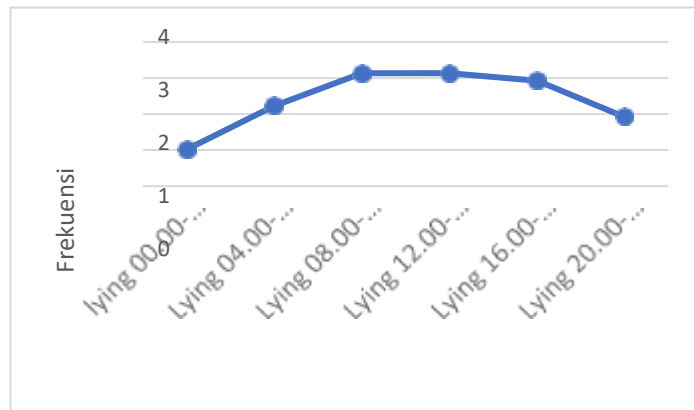
Menurut Palulungan dkk. (2022) menyatakan bahwa suhu rektal normal kambing yang hidup di wilayah tropis adalah sekitar 36°C hingga 40°C. Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa suhu rektal berada dalam keadaan normal. Hasil analisis data THI berpengaruh sangat nyata P<0,01 pada suhu rektal kambing *cross boer* pada siang hari, THI berpengaruh nyata P<0,05 pada suhu rektal sore hari dan malam hari, THI berpengaruh tidak nyata P>0,05 pada suhu rektal pada pagi hari.

Pada suhu rektal rendah terhadap THI (P<0,05) terjadi pada malam hari, hal tersebut akibat nilai THI pada lingkungan berada pada <72 yang tidak terindikasi cekaman panas yang dapat membuat ternak nyaman dan mudah beradaptasi. Pada sore hari dan malam hari rata-rata suhu rektal mengalami penurunan yang merupakan kondisi wilayah penelitian sering terjadi hujan dan cuaca berkabut karena letak lokasi penelitian berada di dataran tinggi yang menyebabkan terjadi penurunan pada suhu rektal kambing (Qisthon dan Mahdi, 2019).

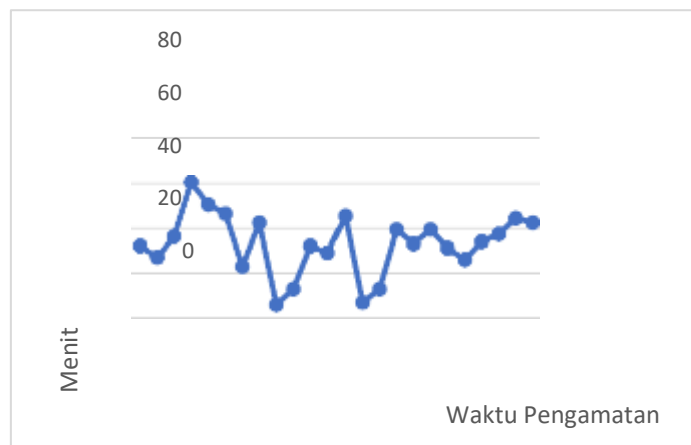
Pada Tabel 5 diketahui bahwa suhu rektal paling tinggi terjadi pada siang hari terhadap THI (P<0,01) namun masih berada dikategori normal, hal tersebut diakibatkan radiasi cahaya matahari yang menyebar di dalam lokasi kandang dengan nilai THI 76,26±1,38 yang menyebabkan panas menyerap pada tubuh ternak yang memicu peningkatan pada suhu rektal kambing. Pada pengukuran suhu rektal dilakukan setelah pemberian pakan pada siang hari yang menyebabkan peningkatan pada suhu rektal kambing meningkat sama halnya dengan laju denyut jantung. Hal tersebut juga dinyatakan oleh Rosita dkk. (2015) bahwa jika setelah mengonsumsi pakan maka suhu rektal akan naik yang menyebabkan metabolisme dalam tubuh akan meningkat. Suhu rektal yang tinggi akan mempengaruhi nafsu makan pada kambing yang menyebabkan produktivitas akan terhambat (Hamdan dkk., 2015).

Aktivitas Berbaring

Ternak beristirahat beberapa kali dalam sehari dan biasanya dilakukan setelah kegiatan makan atau ruminasi (Ranboki dkk., 2023). Berikut kondisi aktivitas berbaring kambing *cross boer* di BBPP Kota Batu.



Gambar 5. Grafik frekuensi berbaring kambing *cross boer* di BBPP Kota Batu



Gambar 6. Grafik durasi berbaring kambing *cross boer* di BBPP Kota Batu

Menurut Ranboki dkk. (2023) menyatakan bahwa secara normal kambing istirahat dengan frekuensi berbaring sekitar 16,37 hingga 18,62 per hari dan lama durasi istirahat sekitar 18,27 hingga 9,15 jam per hari. Berdasarkan pada Gambar 5. Frekuensi berbaring pada kambing *cross boer* memiliki frekuensi berjumlah 14,31 per hari, hal tersebut masih di bawah nilai normal dalam aktivitas berbaring. Serta, pada Gambar 6 durasi kambing *cross boer* berbaring di BBPP Kota Batu sekitar 13,1 jam per hari, hal tersebut menunjukkan aktivitas berbaring kambing tidak normal.

Dapat di lihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 Pada pukul 00.00-04.00 kambing memiliki frekuensi berbaring yang cukup rendah dikarenakan ternak pada jam tersebut dalam kondisi istirahat di dalam kandang dengan durasi berbaring yang lama. THI pada pukul 00.00 hingga 04.00 memiliki nilai yang cukup rendah dan stabil yang mana menyebabkan kambing cenderung merasa cocok untuk tidur berbaring dengan cukup lama. Serta pada waktu tersebut kambing dalam kondisi tidak dilakukan pemberian pakan yang menyebabkan kambing memilih untuk beristirahat dengan berbaring. Kemudian, pada pukul 04.00 hingga 08.00 kondisi lingkungan mengalami perubahan dimana hal tersebut mempengaruhi kambing dalam beristirahat karena kambing harus beradaptasi dengan suhu dan kelembapan di dalam kandang. Selain itu, pada, jam tersebut dilakukan pemberian pakan pertama terutama pada pukul 07.30, hal tersebut menyebabkan frekuensi berbaring meningkat dan durasi kambing berbaring mengalami penurunan di antara pukul 04.00 hingga pukul 08.00.

Pada pukul 08.00-12.00 kambing cenderung melakukan aktivitas dan berbaring dengan bergantian diikuti dengan peningkatan THI dari jam-jam sebelumnya. Pada pukul 08.00 di lokasi penelitian kambing sudah dilakukan pemberian pakan maka membuat kambing melakukan aktivitas makan dan minum dengan durasi sekitar 1 hingga 2 jam, dengan diimbangi dengan aktivitas berbaring juga dengan frekuensi dan durasi berbaring yang tercantum pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pada aktivitas berbaring pada setelah pemberian pakan kambing melakukan remastikasi dengan berbaring yang menandakan bahwa pakan yang dikonsumsi

telah terpenuhi yang membuat kambing nyaman (Maslach dkk., 2017). Pada pukul 12.00 -16.00 aktivitas berbaring ternak mengalami peningkatan pada frekuensi berbaring dan penurunan pada durasi ternak berbaring dari sebelumnya, hal tersebut dikarenakan kondisi THI yang naik drastis dari sebelumnya yang dapat menyebabkan stres (Adhyatma dkk., 2020). Hal tersebut sering kali terlihat ternak bertingkah laku agresif dan gelisah yang membuat aktivitas berbaring ternak terganggu (Manokwari dkk., 2018). Selain itu, terutama pada pukul 12.30 dilakukan pemberian pakan kedua yang membuat kambing melakukan aktivitas makan dan minum yang membuat aktivitas berbaring ternak mengalami peningkatan pada frekuensi berbaring dan penurunan pada durasi ternak berbaring. Kemudian, dapat dilihat dari Gambar 5 pada pukul 16.00 hingga 23.00 grafik frekuensi berbaring mengalami penurunan yang mengindikasikan ternak nyaman terhadap kondisi lingkungannya. hal tersebut juga dapat dilihat pada Gambar 6, dimana kambing melakukan aktivitas berbaring dengan stabil akibat nilai THI pada lingkungan normal dan tidak bersiko terjadi cekaman panas.

KESIMPULAN

Hasil Penelitian menunjukan bahwa *Temperature Humidity Index* di Balai Besar Pelatihan Peternakan Kota Batu berdasarkan respon fisiologis kambing dan aktivitas berbaring kambing *cross boer* dinyatakan tidak bersiko terjadinya cekaman panas.

SARAN

Berdasarkan pelaksanaan penelitian sebaiknya perlu dilaksanakan penelitian lanjutan pada respon fisiologis kambing *Boer Full Blood* terhadap *Temperature Humidity Index* di wilayah yang beriklim tropis untuk mengetahui resiko ternak mengalami stres. Rekomendasi dalam pelaksanaan penelitian ini bagi BBPP Kota Batu sebaiknya dalam proses manajemen pemeliharaan diperlukan *recording* yang baik dan mengutamakan bangsa yang unggul dalam proses breeding pada kambing boer di BBPP Kota Batu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhijith, A., Warner, R. D., Ha, M., Dunshea, F. R., Leury, B. J., Zhang, M., Joy, A., Osei-Amponsah, R. and Chauhan, S. S. 2021. Effect of slaughter age and post-mortem days on meat quality of longissimus and semimembranosus muscles of Boer goats. *Meat Science*. 175 (1): 1-9.
- Adhyatma, M., Syaikhullah, G. dan Khasanah, H. 2020. Pengaruh waktu istirahat berbeda sebelum proses pemotongan terhadap respon suhu permukaan tubuh sapi Brahman Cross. *Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan*, 2(1): 27-32.
- Adiwinarti, R., Budisatria, I. G. S. dan Purnomoadi, A. 2015. Nutritional Status Evaluation of Grazed Yearling Kacang Bucks Estimated using Lignin Internal Indikator. *Animal Production*. 17 (3): 138-143.
- Agu, Y. P. E. S. dan Neonbeni, E. Y. 2019. Identifikasi model pengelolaan lahan kering dataran tinggi berbasis agroforestri tradisional di Pulau Timor. *Savana Cendana*, 4(01), 12-16.
- Amamou, H., Beckers, Y., Mahouachi, M. and Hammami, H. 2019. Thermotolerance indicators related to production and physiological responses to heat stres of Holstein cows. *Journal of thermal biology*, 82(1): 90-98.
- Amir, A., Purwanto, B. P. dan Permana, I.G. 2017. Respon Termoregulasi Sapi Perah pada Energi Ransum yang Berbeda (Thermoregulation Response of Dairy Cows on Different Energy Content). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 5(2): 72-79.
- Astuti, A., & Santosa, P. E. (2015). Pengaruh cara pemberian konsentrat-hijauan terhadap respon fisiologis dan performa sapi peranakan Simmental. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(4): 201-207.
- Azzahra, T. A., Rachmadani, F. N., Saputra, R. A., Rusdi, R. dan Lisanti, E. 2024. Respon Fisiologis Sapi Bali (*Bos Javanicus*) Yang Dipelihara Pada Berbagai Lingkungan Termal Di Indonesia. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 6(4): 178-192.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Tinggi Wilayah di Atas Permukaan Laut (DPL) dan Jarak Ke Ibukota Kabupaten Menurut Kecamatan di Kota Batu, 2021.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Jumlah Curah Hujan dan Hari Hujan Menurut Bulan di di Kota Batu, 2022.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Rata-rata Suhu dan Kelembaban Udara Menurut Bulan di Kota Batu, 2022.
- Dash, S., Chakravarty, A. K., Singh, A., Upadhyay, A., Singh, M. and Yousuf, S. (2016). Effect of heat stres on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. *Veterinary world*, 9(3): 235-244.
- Dewi, R. dan Wardoyo, I. 2018. Keunggulan Relatif Kambing Persilangan Boer Dan Kacang. *Jurnal Ternak* 9 (1): 13-17.

- Ding, W., Lu, Y., Xu, B., Chen, P., Li, A., Jian, F., Yu, G. and Huang, S. 2024. Meat of Sheep: Insights into Mutton Evaluation, Nutritive Value, Influential Factors, and Interventions. *Agriculture* 14(1): 1-26.
- Fernandez-Novio, A., Pérez-Garnelo, S. S., Villagrà, A., Pérez-Villalobos, N. and Astiz, S. 2020. The effect of stress on reproduction and reproductive technologies in beef cattle—A review. *Animals*, 10(11): 1-23.
- Gupta, M. and Mondal, T. 2021. Heat stress and thermoregulatory responses of goats: a review. *Biological Rhythm Research*, 52(3), 407-433.
- Habeeb, A. A., Gad, A. E. and Atta, M. A. 2018. Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *International Journal of Biotechnology and Recent Advances*, 1(1), 35-50.
- Hamdan, A., Purwanto, B. P., Astuti, D. A., Atabany, A. dan Taufik, E. 2018. Respons kinerja produksi dan fisiologi kambing peranakan etawa terhadap pemberian pakan tambahan dedak halus pada agroekosistem lahan kering di Kalimantan Selatan. *JPPTP*. 12(1): 73-84.
- Hy, L., Zaenuri, L.A., Yuliani, E. dan Sumadiasa, I. W. L. 2024. Pemanfaatan Semen Kambing Boer Untuk Meningkatkan Produktifitas Kambing Lokal Di Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 7(3): 982-987.
- Kirjin, M. A. H., Rahayu, S., & Baihaqi, M. (2020). Respon fisiologi domba lokal dengan frekuensi pemberian pakan dan taraf konsentrat limbah Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*) yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 8(1): 48-53.
- Maia, A.S.C., Nascimento, S.T., Nascimento, C.C.N. and Gebremedhin, K.G., 2016. Thermal equilibrium of goats. *J. Therm. Biol.* 58, 43–49.
- Manehat, S. E., Jelantik, I. G. N. dan Benu, I. 2020. Pengaruh Pemberian Pakan Komplek Fermentasi Berbasis Serasah Gamal Dan Batang Pisang Dengan Imbangan Yang Berbeda Terhadap Tingkah Laku Makan Kambing Kacang. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 7(1), 75-85.
- Manokwari, S. T. P. P. S., Pos, J. S. R. M.K. dan Barat, M. P. (2018). Respon fisiologi dan hematologi kambing peranakan etawah terhadap cekaman panas. *Jurnal Triton*, 9(1): 59-69.
- Marques, J.I., Leite, P.G., Lopes Neto, J.P., Furtado, D.A., Borges, V.P. and da Silva Sousa, W., 2021. Estimation of heat exchanges in Boer crossbred goats maintained in a climate chamber. *J. Therm. Biol.* 96(1): 1-15 <https://doi.org/10.1016/J>.
- Maslachah, L., Suprayogi, T. W. dan Lokapirnasari, W. P. (2017). Teknologi Tepat Guna Untuk Kambing: Biofarmaka, Inseminasi Buatan, Pakan dan Limbah. *Teknologi Tepat Guna untuk Ternak Kambing, Biofarmaka, Inseminasi Buatan, Pakan dan Limbah*, 1-58.
- Mayulu, H. 2023. *Lingkungan dan Produktivitas Ruminansia*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Mellado, M., Villarreal, J. A., Medina- Morales, M. A., Arévalo, J. R., García, J. E. and Meza-Herrera, C. (2017). Seasonal diet composition and forage selectivity of Boer goats in a semi-arid gypsophilous grassland. *African Journal of Range and Forage Science*, 34(4), 191-199.
- Muhsin, M. and Haryuni, N. (2024). Identification of Slaughter Goat Farming in Dayu Village, Nglegok District, Blitar District. *Bestindo of Animal Science*, 1(1), 1-10.
- Nugroho, T., Kustiyani, C., Ratriyanto, A., Widyas, N. dan Prastowo, S. 2019. Reproductive Rate Performance of Boer Goat and Its F1 Cross in Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 334 (1): 1-5.
- Nurmi, A. 2016. Respons fisiologi domba lokal dengan perbedaan waktu pemberian pakan dan panjang pemotongan bulu. *EKSAKTA: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*, 1(1): 58-68.
- Pandya, P. H., Patel, J. H., Lunagariya, P. M., Vaidh, P. P., Sharma, N., Chaudhary, M. M. and Patel, D. C. The Physiological Response and Health Attributes of Crossbred Calves Fed Conventional Feeding System and Total Mixed Ration with different Levels of Concentrate and Roughage. *Biological Forum*, 14(4): 670-674.
- Palulungan, J. A., Saragih, E. W. dan Noviyanti, N. 2022. Dampak Penambahan Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) pada Pakan Terhadap Status Fisiologi Ternak Kambing Kacang (*Capra aegragus hircus*): Impact of Additional Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) to the Feed on The Physiological Status Of kambing kacang (*Capra aegragus hircus*). *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, 12(1), 9-15.
- Patriani, P., Hafid, H., Hasnudi, R. dan Mirwandhono, E. 2019. Klimatologi dan Lingkungan Ternak. *Medan (Indones): USU Pr.*
- Pramono, H., Suharyati, S. dan Santosa, P.E. 2014. Respon fisiologi kambing boerawa jantan fase pascasapih di dataran rendah dan dataran tinggi. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 2(2): 11-15.

- Pribadi, Y. E. dan Dewi, M. 2018. Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Sebagai Pakan Tambahan Pada Ternak Kambing Peranakan Etawa. *Journal of Livestock and Animal Health*, 1(1): 1-11.
- Putra, N. G. W., Ramadani, D. N., Ardiansyah, A., Syaifudin, F., Yulinar, R. I. dan Khasanah, H. 2022. Strategi pencegahan dan penanganan gangguan metabolis pada ternak ruminansia. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(2), 150-159.
- Qisthon, A. dan Hartono, M. 2019. Respon Fisiologis Dan Ketahanan Panas Kambing Boerawa Dan Peranakan Etawa Pada Modifikasi Iklim Mikro Kandang Melalui Pengkabutan. *JURNAL ILMIAH PETERNAKAN TERPADU*. 7 (1): 206-211.
- Raharjo, P. P. 2011. *Pertambahan Bobot Badan, Status Fisiologis, Komposisi Tubuh Domba, dan Mitigasi Emisi Gas Metana Dengan Formulasi Komersial Complete Rumen Modifier (Cassapon)*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor.
- Ranboki, M., Oematan, G. dan Jelantik, I.G. N. 2023. Pengaruh Level Substitusi Rumput *Bothriochloa pertusa* dengan Kangkung Terhadap Tingkah Laku Makan Ternak Kambing Kacang. *Animal Agricultura*, 1(1), 36-45.
- Reece, W. O., Erickson, H. H., Goff, J. P., & Uemura, E. E. (Eds.). (2015). *Dukes' physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons.
- Rosita, E., Permana, I. G., Toharmat, T. dan Despal, D. (2015). Kondisi Fisiologis, Profil Darah Dan Status Mineral Pada Induk dan Anak Kambing Peranakan Etawah (PE) (Physiological Conditions, Blood Profile and Mineral Statues of Kid and Doe Etawah Crossbred). *Buletin Ilmu Makanan Ternak*, 13(1): 9-18.
- Saleh, E. and Erwan, E. (2016). Termoregulasi ternak dan ilmu lingkungan ternak.
- Samara, EM., Al-Badwi, M. A., Abdoun, K. A., Abdelrahman, M. M., Okab, A. B., Bahadi, M. A. and Al- Haidary, A. A. 2025. The interrelationship between macrominerals and heat stres in ruminants: current perspectives and future directions-a review. *Veterinary Research Communications* , 49 (1): 29-38.
- Sejian, V., Silpa, M.V., Nair, M. R. R., Devaraj, C., Krishnan, G., Bagath, M., Chauhan, S. S., Suganthi, R. U., Fonseca, V. F. C., König, S., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R. and Bhatta, R. 2021. Heat Stres and Goat Welfare: Adaptation and Production Considerations. *Animals* 11 (4): 1-24.
- Septiadi, A. dan Nur, H. R. 2017. Kondisi fisiologis domba ekor tipis jantan yang diberi berbagai level ransum fermentasi isi rumen sapi. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 1(2), 69-80.
- Shilja, S., Sejian, V., Bagath, M., Mech, A., David, C. G., Kurien, E. K. and Bhatta, R. (2016). Adaptive Capability as Indicated by Behavioral and Physiological Responses, Plasma HSP70 Level, and PBMC HSP70 mRNA Expression in Osmanabadi Goats Subjected to Combined (heat and nutritional) stresors. *International Journal of Biometeorology*, 60, 1311-1323.
- Silva, W. C. D., Silva, J. A. R. D., Camargo-Júnior, R. N. C., Silva, É. B. R. D., Santos, M. R. P. D., Viana, R. B. and Lourenço-Júnior, J. D. B. 2023. Animal welfare and effects of per-female stres on male and cattle reproduction-A review. *Frontiers in Veterinary Science*, 10: 1-18.
- Suherman, D. dan Purwanto, B. P. 2015. Respon fisiologis sapi perah dara Fries Holland yang diberi konsentrat dengan tingkat energi berbeda. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 10(1), 13-21.
- Sumarno, Y. Z., Sumaryo, S. dan Prihatiningrum, N. 2023. Desain dan implementasi sistem monitoring kesehatan ternak domba berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung berbasis iot. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 25(1), 25-36.
- Suprayogi, A., Alaydrussani, G. dan Ruhyana, A. Y. 2017. Nilai hematologi, denyut jantung, frekuensi respirasi, dan suhu tubuh ternak sapi perah laktasi di Pangalengan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(2), 127-132.
- Thiet, N., Van Hon, N., Ngu, N. T. and Thammacharoen, S. 2022. Effects of high salinity in drinking water on behaviors, growth, and renal electrolyte excretion in crossbred Boer goats under tropical conditions. *Veterinary World*. 15(4): 834–840.
- Thompson, I.M. and Dahl, G.E. 2012. Dry- period seasonal effects on the subsequent lactation. *Professional Animal Scientists* 2012: 628-631.
- Wardani, W. dan Latipudin, D. 2022. Profil protein total dan trigliserida darah ayam petelur fase layer pada temperature humidity index yang berbeda. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*, 2(1): 9-15.
- Zahra, N. A. dan Hasanah, H. 2024. Perbandingan Respon Fisiologis Kambing Dan Domba Betina Menyusui Yang Dipelihara Pada Sistem Pemeliharaan Intensif: Perbandingan Respon Fisiologis Kambing Dan Domba Betina Menyusui Yang Dipelihara Pada Sistem Pemeliharaan Intensif. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 10(2): 1-11.

PENGARUH SERBUK CANGKANG TELUR DAN PUPUK ORGANIK CAIR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI CABAI RAWIT YANG DITANAM DI TANAH SULFAT MASAM

Effects of Eggshell Powder and Liquid Organic Fertilizer on the Growth and Yield of Chili Pepper Grown on Acid Sulfate Soil

Muhammad Humaini¹, Muhammad Helmy Abdillah^{1*}

^{1,2}Program Diploma Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Hasnur Jl. Brigjen H. Hasan Basri, Handil Bakti, Kec. Alalak, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan 70582

*Email korespondensi: abdillah.helmy21@gmail.com)

ABSTRACT

Acid sulfate soils are marked by strong acidity, high solubility of Al and Fe, and low phosphorus (P) availability, conditions that limit vegetative and generative growth by disrupting root development and nutrient uptake. This study aimed to identify the optimal dosage of eggshell powder as a natural CaCO_3 source and the most effective concentration of rice-washing water liquid organic fertilizer (LOF) to improve the growth and yield of bird's eye chili cultivated in acid sulfate soils. The experiment used a two-factor Randomized Block Design (RBD) with eggshell powder doses of 0 g, 20 g, and 25 g combined with LOF concentrations of 200 mL and 300 mL. Measured parameters included soil pH, available P, plant height increment, number of flowers, number of fruits, and fresh fruit weight. The treatments significantly affected all observed variables. Eggshell powder increased soil pH by neutralizing H^+ ions, reducing Al toxicity and improving root zone conditions. Rice-washing water LOF enhanced microbial activity and contributed nutrients, particularly readily mineralized organic P. The best overall response occurred in the C1P2 treatment (20 g eggshell powder + 300 mL LOF), which produced optimal soil pH, the highest increase in available P, and improved growth and yield. In contrast, the higher eggshell dose (C2P2) raised pH beyond the ideal range, causing P to precipitate into Ca-P forms and reducing its availability. This study demonstrates that integrating natural CaCO_3 amendments with liquid organic fertilizers offers an effective, low-cost approach to improving chili productivity in acid sulfate soils.

Keywords: available phosphorus, fertilization, generative growth, soil amelioration, yield

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan komoditas hortikultura strategis yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan kontribusi signifikan terhadap pendapatan petani kecil di wilayah tropika. Kebutuhan pasar yang terus meningkat menuntut optimalisasi teknik budidaya untuk mencapai produktivitas yang lebih stabil dan berkelanjutan (Mega et al., 2025). Sistem produksi cabai sangat bergantung pada kondisi tanah dan strategi pengelolaan kesuburan yang tepat untuk memastikan pertumbuhan vegetatif dan generatif berlangsung optimal (Polii et al., 2019; Saidah et al., 2024). Identifikasi permasalahan agronomis menjadi prasyarat penting dalam intervensi pemupukan yang efektif dan adaptif.

Kebutuhan perluasan areal tanam ke lahan suboptimal menjadikan tanah sulfat masam sebagai pilihan strategis bagi ekstensifikasi produksi cabai rawit, terutama di wilayah dengan keterbatasan tanah mineral yang berkualitas. Tanah sulfat masam merupakan salah satu kendala utama dalam budidaya hortikultura karena karakteristiknya yang sangat asam dan tingginya kelarutan aluminium pada kondisi teroksidasi (Fahmi & Wakhid, 2018). Peningkatan kelarutan Al^{3+} pada pH rendah menyebabkan hambatan fisiologis pada sistem perakaran yang berpengaruh langsung terhadap penyerapan air dan unsur hara. Dinamika hidrologi lahan dan proses oksidasi pirit memperburuk kondisi tanah sehingga menyebabkan penurunan produktivitas tanaman pada level yang signifikan (Sarwani et al., 2014). Strategi ameliorasi berbasis pendekatan kimia dan organik menjadi semakin penting untuk menekan toksisitas Al dan meningkatkan ketersediaan hara esensial.

Aluminium terlarut pada media pertumbuhan bersifat fitotoksik dan menghambat pemanjangan akar, menurunkan aktivitas metabolik, serta memicu defisiensi berbagai unsur hara (Sopandie, 2013). Kombinasi antara toksisitas Al dan rendahnya ketersediaan kalsium atau magnesium memperburuk gangguan fisiologis tanaman dan menyebabkan penurunan laju pertumbuhan (Pusparani, 2018). Upaya peningkatan pH tanah melalui bahan pengapuran serta aplikasi sumber kalsium hayati menjadi pendekatan yang banyak direkomendasikan untuk menekan dampak toksisitas tersebut. Adaptasi bahan pengapuran alternatif yang

bersumber dari limbah biomineral memiliki relevansi strategis untuk kondisi lahan sulfat masam berbasis sumberdaya lokal seperti penggunaan cangkang telur yang merupakan limbah rumah tangga yang kaya kalsium. Pemanfaatan cangkang telur sebagai sumber kalsium dapat menjadi peluang pengelolaan hara yang berkelanjutan dan ekonomis pada sistem budidaya lahan bermasalah. Serbuk cangkang telur yang kaya kalsium karbonat telah dilaporkan memiliki efektivitas sebagai bahan amelioran yang mampu meningkatkan pH tanah dan menekan kelarutan (Carvalho et al., 2011; Lee et al., 2013). Variasi ukuran partikel dan perlakuan pra-proses terbukti memengaruhi kecepatan pelarutan serta respons amelioratifnya terhadap sifat kimia tanah (Luo et al., 2018; Manyatshe & Sibali, 2025). Evaluasi empiris terhadap efektivitas serbuk cangkang telur pada berbagai jenis tanah masih menjadi kebutuhan penting dalam penyusunan rekomendasi teknis.

Keberlimpahan cangkang telur sebagai limbah organik domestik memperkuat urgensi penggunaannya sebagai amelioran yang dapat diakses oleh petani skala kecil di kawasan sulfat masam. Karakter fisikokimia serbuk cangkang telur memungkinkan fungsi ganda sebagai sumber kalsium serta bahan yang meningkatkan struktur agregat tanah melalui pembentukan kompleks mineral-organik (Diana et al., 2021). Berbagai percobaan stabilisasi menunjukkan perubahan signifikan pada parameter mekanik dan kimia tanah setelah aplikasi serbuk cangkang telur, termasuk peningkatan stabilitas agregat dan kapasitas tukar kation. Efek residu dari bahan organik dan interaksi mikroba tanah berkontribusi terhadap pelepasan kalsium secara bertahap selama masa tanam (Fadillah, 2025; Januaresty et al., 2025). Penentuan dosis yang tepat menjadi faktor kritis untuk mencapai efektivitas yang optimal pada tanaman hortikultura sensitif seperti cabai rawi.

Namun penggunaan cangkang telur sebagai sumber hara tidak mencukupi keperluan nutrisi tanaman, sebab hanya mengandung kalsium hampir 98% (Ajayan et al., 2020; Yonata et al., 2017). Oleh karena itu perlu penerapan pupuk organik cair berbasis limbah rumah tangga sebagai sumber nutrisi tambahan yang sangat relevan untuk meningkatkan kualitas tanah. Pupuk organik cair merupakan input agroekologis yang mampu meningkatkan aktivitas biologis tanah, memperbaiki ketersediaan hara mikro, dan merangsang pertumbuhan tanaman secara konsisten pada berbagai kondisi lingkungan (Kartana et al., 2021; Rahayu et al., 2016; Safitri et al., 2023). Respons positif tanaman cabai terhadap pupuk organik cair telah dilaporkan, meskipun pengaruhnya sangat bergantung pada komposisi bahan baku, konsentrasi, dan metode aplikasi. Kandungan mikroorganisme fungsional berperan dalam meningkatkan mobilisasi hara dan memperkuat ketahanan tanaman terhadap stres abiotik, termasuk cekaman kemasaman tanah (Allouzi et al., 2022; M. Tariq et al., 2022).

Kebutuhan penelitian mengenai interaksi amelioran pH dengan pupuk organik cair sangat relevan untuk lahan sulfat masam. Kombinasi serbuk cangkang telur sebagai bahan yang dapat meningkatkan pH tanah dan POC air leri sebagai stimulan biokimia tanah berpotensi menjadi paket teknologi ameliorasi murah yang dapat mendukung intensifikasi cabai di tanah sulfat masam. Integrasi bahan amelioran berbasis kalsium dan pupuk organik cair yang mengandung N dan K berpotensi menciptakan efek sinergis dalam memperbaiki kondisi kimia dan biologi tanah pada sistem budidaya cabai di tanah sulfat masam. Berbagai studi yang telah dikemukakan menunjukkan bahwa kombinasi bahan organik dengan agen pengapuran alternatif mampu meningkatkan pertumbuhan, fotosintesis, serta produktivitas tanaman secara signifikan. Namun belum ada tinjauan ilmiah mengenai potensi sinergis antara amelioran CaCO_3 alami (cangkang telur) dengan POC dari air leri dan limbah buah dalam meningkatkan pertumbuhan cabai rawit di tanah sulfat masam. Oleh karena itu tujuan penelitian ini untuk menentukan dosis optimum serbuk cangkang telur dan konsentrasi POC air leri yang paling efektif untuk pertumbuhan dan hasil cabai pada tanah sulfat masam.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2024 hingga Mei 2025 di lahan surjan Desa Baulin, Kecamatan Candi Laras Selatan, Kabupaten Tapin. Pengambilan tanah topsoil sebanyak 20 kg untuk penyemaian dilakukan menggunakan sekop, kemudian tanah ditempatkan dalam nampan dan ditaburi arang sekam 500 g dan urea 20 g. Benih cabai hiyung varietas Bara direndam 30 menit sebelum disemai di atas nampan yang berisi tanah. Sembari itu, 10 kg cangkang telur dijemur selama 60 menit, kemudian dibangkit dan dihaluskan menggunakan lesung dan alu, lalu diayak untuk memperoleh butiran halus (Abdillah, 2021). Wadah plastik digunakan untuk menyimpan cangkang telur yang telah siap aplikasikan.

Pembuatan pupuk organik cair (POC) berbahan air leri dilakukan dengan sebanyak 10000 mL dalam ukuran 1000 mL yang dibuat berulang dalam waktu yang sama agar mudah untuk menakar dosis dalam pembuatan POC, botol plastik sebagai wadah fermentasi, serta panci sebagai media pengolahan air leri. Air leri yang digunakan adalah air pertama dari beras yang dicuci. Sisa buah jeruk dan murbei ditimbang menggunakan timbangan jarum, kemudian dipotong dengan pisau sebelum dicampurkan ke dalam air leri (Kusuma et al., 2022). Pengaduk digunakan untuk memastikan homogenitas larutan POC. Meteran berfungsi mengukur tinggi tanaman, sementara gunting digunakan untuk memanen buah cabai rawit. Kertas label

disiapkan untuk penandaan perlakuan. Dokumentasi kegiatan penelitian dilakukan menggunakan kamera ponsel.

Bahan tanam berupa benih cabai rawit varietas Bara, sedangkan tanah sulfat masam digunakan sebagai media utama. Tanah topsoil digunakan untuk penyemaian benih. Cangkang telur berfungsi sebagai bahan amelioran dan beras digunakan dalam pembuatan air leri sebagai bahan utama POC. *Effective Microorganisms* (EM4) ditambahkan untuk mempercepat proses fermentasi bahan organik, sedangkan molase berfungsi sebagai sumber energi mikroorganisme. Sisa buah jeruk digunakan sebagai tambahan asam sitrat yang diperlukan pada proses fermentasi. Fermentasi dilakukan selama 14 hari yang disimpan pada tempat teduh tidak terpapar matahari untuk menjaga stabilitas mikroba.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah dosis serbuk cangkang telur, yaitu 20 g dan 25 g yang dimodifikasi dari Roefaida et al. (2023). Faktor kedua adalah konsentrasi POC berbahan air leri, yaitu 200 mL dan 300 mL berdasarkan modifikasi dari penelitian Wahyuni et al. (2024). Kombinasi kedua faktor menghasilkan empat perlakuan, yaitu:

K: Kontrol (tanpa perlakuan),
C₁P₁: Cangkang telur 20 g + POC 200 mL,
C₁P₂: Cangkang telur 20 g + POC 300 mL,
C₂P₁: Cangkang telur 25 g + POC 200 mL,
C₂P₂: Cangkang telur 25 g + POC 300 mL.

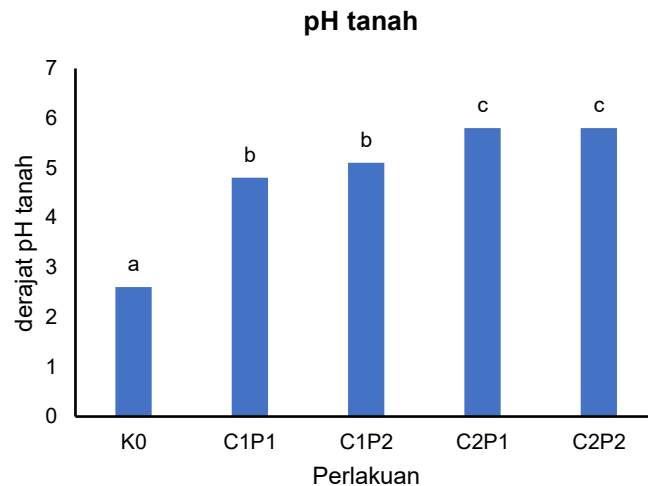
Pengamatan dilakukan terhadap parameter pertumbuhan dan produksi cabai rawit. Tinggi tanaman diukur empat kali pada umur 4 dan 8 minggu setelah pindah tanam. Jumlah bunga diamati sejak awal pembentukan bunga sempurna hingga tanaman mulai berbuah dalam 2 kali panen yang berjarak 30 hari dari panen pertama ke panen kedua. Jumlah buah dihitung sejak tanaman memasuki fase generatif sampai panen dalam 2 kali panen. Bobot buah segar diperoleh dengan menimbang seluruh hasil panen (akumulasi panen pertama dan panen kedua) per tanaman menggunakan timbangan digital.

Pengamatan pH tanah dan P-tersedia dilakukan pada saat tanaman memasuki fase generatif sebagai respons fisiologis tanaman terhadap perlakuan yang diberikan. Semua peubah dianalisis melalui pendekatan statistik inferensial yang mencakup pengujian asumsi normalitas (*Shapiro-Wilk*) dan homogenitas (*Bartlett Test*), diikuti analisis ragam untuk menguji signifikansi perlakuan (ANOVA faktorial) dengan F-hitung, p-value dan signifikansi antar perlakuan yang menentukan ada/ tidaknya perbedaan hasil setelah perlakuan antar masing-masing perlakuan. Ketika ANOVA menunjukkan perbedaan nyata, uji lanjut (BNJ α 5%) dilakukan untuk menentukan kelompok perlakuan yang berbeda secara signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH-tanah

pH tanah terendah terdapat pada K₀, mencerminkan karakteristik asli tanah sulfat masam yang bersifat sangat asam. Kondisi ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi sulfat yang teroksidasi menjadi asam sulfur serta tingginya kelarutan Al dan Fe dalam bentuk toksik. Perlakuan C₁P₁ dan C₁P₂ menunjukkan peningkatan pH yang nyata karena serbuk cangkang telur kaya CaCO₃ yang berfungsi sebagai amelioran. CaCO₃ bereaksi dengan ion H⁺ sehingga menurunkan kemasaman tanah. Pupuk organik cair (POC) juga memberikan kontribusi melalui perbaikan aktivitas mikroba tanah yang menghasilkan bahan organik penyangga pH.

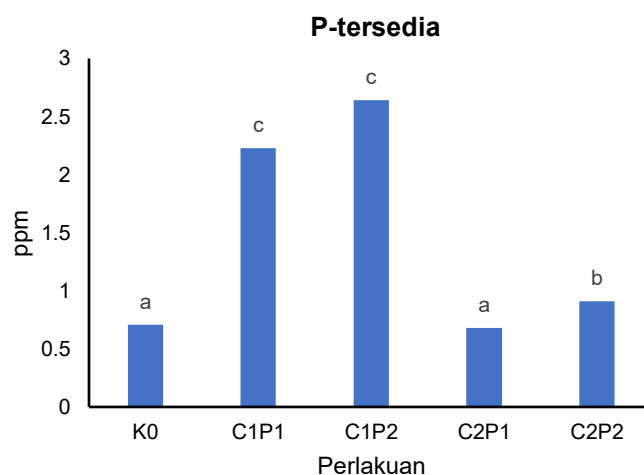


Gambar 1. Derajat pH hasil perlakuan yang diberikan. Huruf yang sama diatas batang pada setiap perlakuan, menunjukkan hasil perlakuan tidak berbeda nyata menurut BNJ 5%.

Perlakuan C₂P₁ dan C₂P₂ menunjukkan pH tertinggi. Dosis serbuk cangkang telur yang lebih tinggi menyediakan lebih banyak CaCO₃ untuk menetralkan ion H⁺, sehingga pH naik lebih besar. Perbaikan pH ini berperan penting dalam mengurangi toksisitas Al dan meningkatkan aktivitas akar (Sharma et al., 2025). Meskipun pH meningkat signifikan, pH yang terlalu tinggi pada C₂P₂ dapat menyebabkan ketersediaan P menurun akibat terbentuknya senyawa Ca-P yang sukar larut di lingkungan perakaran (do Nascimento et al., 2018; Roeselers & Van Loosdrecht, 2010). Hal ini menjelaskan mekanisme produksi tanaman pada perlakuan ini tidak setinggi C₁P₂ meski pH tanah lebih tinggi.

P-tersedia

Nilai P-tersedia paling rendah pada K₀, sejalan dengan pH tanah yang sangat masam. Pada kondisi masam, fosfor banyak terikat dengan Fe dan Al sehingga menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Hal ini menjelaskan rendahnya hasil tinggi tanaman, bunga, buah, dan berat buah. Perlakuan C₁P₁ dan C₁P₂ memberikan peningkatan P-tersedia yang cukup signifikan. Peningkatan pH tanah hingga kategori sedang menyebabkan fosfor yang sebelumnya terikat oleh Al dan Fe menjadi lebih mudah larut (Nierop et al., 2002). POC juga berperan menyediakan P organik yang mudah dimineralisasi oleh mikroba tanah (Mandalini et al., 2022).



Gambar 2. Fosfor tersedia dari hasil perlakuan yang diberikan. Huruf yang sama diatas batang pada setiap perlakuan, menunjukkan hasil perlakuan tidak berbeda nyata menurut BNJ 5%.

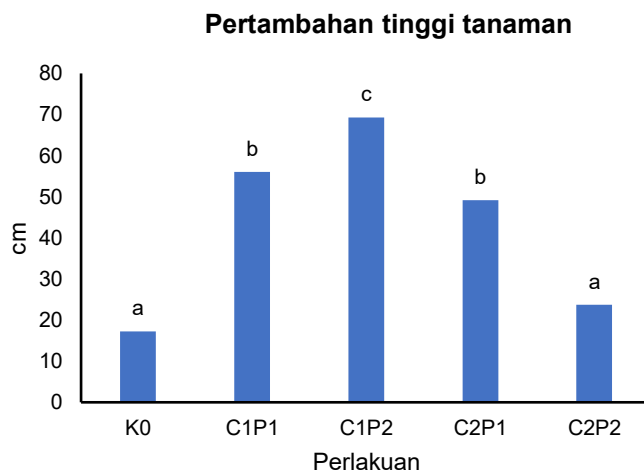
Respons tertinggi pada C₁P₂ menunjukkan bahwa kombinasi antara peningkatan pH yang optimal dan suplai nutrisi cair memberikan efek sinergis terhadap pelepasan P. Kondisi ini sangat mendukung pertumbuhan generatif tanaman, terbukti dari tingginya jumlah bunga, jumlah buah, dan berat buah. Sementara itu, C₂P₂ menunjukkan peningkatan P-tersedia, tetapi tidak setinggi C₁P₂. Hal ini karena dinamika

kation khususnya Ca^{+} di area perakaran yang terlalu tinggi menyebabkan P terikat kembali oleh Ca (El Habbasha & Ibrahim, 2015). Kondisi ini menurunkan efisiensi pemanfaatan P dan menjelaskan mekanisme variabel pertumbuhan dan produksi pada C_2P_2 tidak mencapai hasil tertinggi.

Pertambahan tinggi tanaman

Pertambahan tinggi tanaman menunjukkan respons paling rendah pada perlakuan K_0 , yang hanya mampu tumbuh sekitar 20 cm. Kondisi ini jelas dipengaruhi oleh karakteristik tanah sulfat masam yang memiliki pH rendah serta ketersediaan P yang sangat terbatas. Tanah dengan pH masam menyebabkan mobilitas Al^{3+} meningkat sehingga meracuni akar dan menghambat pemanjangan sel (Hajiboland et al., 2023; Panda et al., 2009). Rendahnya P-tersedia juga menurunkan perkembangan akar sehingga tanaman tidak mampu menyerap hara secara optimal (Conde et al., 2015; Khan et al., 2023).

Perlakuan C_1P_1 dan C_2P_1 meningkatkan pertambahan tinggi secara signifikan dibanding kontrol. Serbuk cangkang telur yang kaya CaCO_3 membantu menetralkan kemasaman tanah (Sebonela et al., 2024), sedangkan POC memperbaiki nutrisi makro-mikro sehingga menunjang metabolisme tanaman (Umadji et al., 2023). Kombinasi ini meningkatkan aktivitas meristem batang yang berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman.



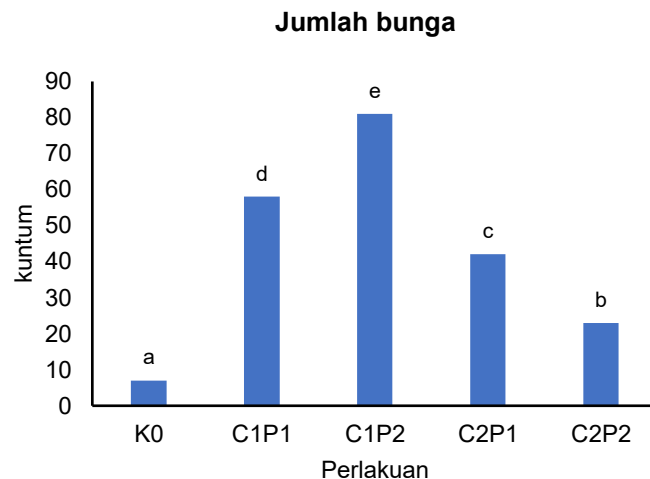
Gambar 3. Pertambahan tinggi tanaman dari hasil perlakuan yang diberikan. Huruf yang sama diatas batang pada setiap perlakuan, menunjukkan hasil perlakuan tidak berbeda nyata menurut BNJ 5%.

Respons tertinggi terdapat pada perlakuan C_1P_2 , yang menghasilkan pertambahan tinggi mendekati 75 cm. Kombinasi dosis serbuk cangkang telur dan POC yang seimbang meningkatkan pH tanah hingga kategori mendekati netral dan meningkatkan P-tersedia secara signifikan. Kondisi tanah yang lebih baik membuat akar mampu mengeksplorasi media tanam secara lebih luas, sehingga penyerapan hara terutama N, P dan K meningkat dan berdampak pada pertumbuhan vegetatif.

Sementara itu C_2P_2 menunjukkan respons pertumbuhan lebih rendah dibanding C_1P_2 meskipun tetap lebih baik dari kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan dosis serbuk cangkang telur dan POC secara berlebihan tidak selalu menghasilkan pertumbuhan maksimal. Pada tanah sulfat masam, kenaikan pH yang terlalu tinggi justru dapat mengurangi kelarutan P, sehingga efektivitas penyerapan menurun. Ini menjelaskan pertumbuhan perlakuan C_2P_2 tidak setinggi C_1P_2 .

Jumlah bunga

Jumlah bunga terendah dijumpai pada perlakuan K_0 , menunjukkan bahwa sifat tanah sulfat masam yang buruk tidak mampu mendukung fase generatif tanaman. pH yang sangat rendah menghambat penyerapan unsur P dan Ca yang berperan penting dalam pembentukan organ generatif, sehingga tanaman tidak cukup kuat untuk membentuk bunga secara optimal (Tóth et al., 2020). Perlakuan C_1P_1 dan C_2P_1 memberikan peningkatan nyata terhadap jumlah bunga dibanding kontrol. Peningkatan pH tanah yang terjadi dapat memperbaiki kondisi fisiologis tanaman (Gentili, 2018) yang diinisiasi akibat aplikasi cangkang telur, sedangkan nutrisi tambahan dari POC meningkatkan fotosintesis sehingga energi untuk pembentukan bunga meningkat. Kombinasi ini membuat bunga yang muncul lebih banyak dan seragam.



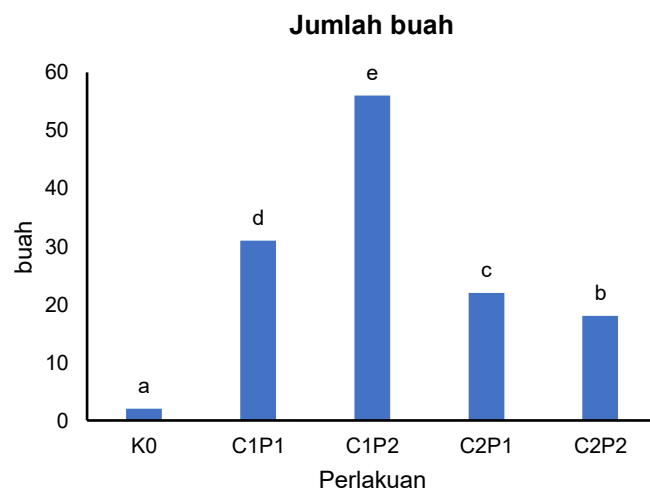
Gambar 4. Jumlah bunga tanaman cabai rawit yang diberi perlakuan. Huruf yang sama diatas batang pada setiap perlakuan, menunjukkan hasil perlakuan tidak berbeda nyata menurut BNJ 5%.

Perlakuan C₁P₂ memberikan jumlah bunga tertinggi, yang menunjukkan bahwa dosis POC yang lebih tinggi meningkatkan suplai nutrisi dan hormon pemacu generatif seperti sitokinin (Lada & Kotouki, 2024). Peningkatan P-tersedia pada perlakuan ini juga mendukung pembentukan bunga karena P merupakan komponen penting dalam transfer energi (ATP) yang diperlukan untuk proses diferensiasi jaringan bunga (Hopkins, 2015; Khan et al., 2023). Pada perlakuan C₂P₂, jumlah bunga masih meningkat dibanding kontrol namun tidak setinggi C₁P₂. Keserupaan pola ini dengan variabel pertumbuhan lain menunjukkan bahwa keseimbangan antara Ca dari cangkang telur dan nutrisi cair dari POC perlu diperhatikan. Dosis yang terlalu tinggi dapat memicu antagonisme hara sehingga efisiensi penyerapan P menurun, yang berdampak langsung pada pembentukan bunga.

Jumlah buah

Jumlah buah terendah terjadi pada K₀, menunjukkan bahwa tanpa ameliorasi (cangkang telur) dan tanpa POC, tanaman tidak mampu melanjutkan fase generatif ke pembentukan buah secara optimal. Secara fisiologis, tanaman yang ditanam pada tanah sulfat masam mengalami hambatan penyerapan P, Ca, dan Mg disebabkan unsur ini tidak tersedia akibat terfiksasi/ dominasi logam berat, pH yang rendah, dan pencucian yang tinggi (Leiva Soto et al., 2023; Walna et al., 1998). Unsur ini yang berperan dalam pembentukan buah sehingga buah yang terbentuk sangat sedikit (Ernst, 2004; Jiaying et al., 2022).

Perlakuan C₁P₁ dan C₂P₁ meningkatkan jumlah buah secara signifikan. Peningkatan pH tanah akibat ameliorasi membantu menekan toksisitas Fe dan Al yang sering menjadi penghambat utama pada tanah sulfat masam. POC yang diberikan turut memasok N, P, K, dan unsur mikro sehingga perkembangan bunga menjadi buah lebih berhasil.



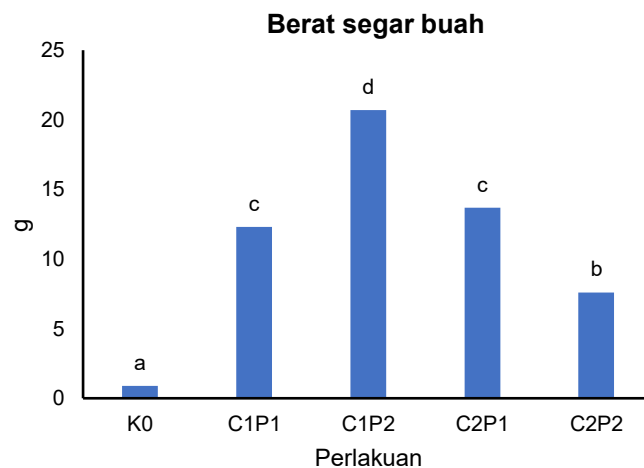
Gambar 5. Jumlah buah tanaman cabai rawit yang diberi perlakuan. Huruf yang sama diatas batang pada setiap perlakuan, menunjukkan hasil perlakuan tidak berbeda nyata menurut BNJ 5%.

Jumlah buah paling banyak terdapat pada C₁P₂, menunjukkan bahwa kombinasi dosis sedang serbuk cangkang telur dengan POC dosis tinggi merupakan formula terbaik untuk mendukung pembentukan buah. Peningkatan pH tanah yang optimal dan peningkatan P-tersedia mendukung proses pembuahan, terutama pada fase penyerbukan dan pembentukan ovarium Interaction Between Macro - and Micro-Nutrients in Plants (Kumar et al., 2009). Sementara itu, C₂P₂ menghasilkan jumlah buah yang lebih rendah dari C₁P₂. Hal ini kembali mengindikasikan bahwa dosis cangkang telur yang terlalu tinggi berpotensi menaikkan pH melebihi kondisi optimal, sehingga P menjadi kurang tersedia. Akibatnya proses pembuahan menjadi kurang efisien dan jumlah buah menurun.

Berat segar buah

Berat buah terendah terdapat pada perlakuan K₀, yang menunjukkan bahwa kondisi tanah sulfat masam menghambat pengisian buah. Ketersediaan hara terbatas, khususnya P dan K, menyebabkan buah tumbuh kecil dan tidak dapat berkembang sempurna. Kondisi pH masam juga berdampak pada aktivitas enzim yang mengatur pembesaran sel pada buah (Kumar et al., 2009).

Perlakuan C₁P₁ dan C₂P₁ meningkatkan berat buah secara signifikan. Peningkatan pH tanah memperbaiki kondisi perakaran sehingga tanaman dapat menyerap air dan hara lebih optimal (Bagayoko et al., 2000). POC membantu memperbaiki metabolisme dan meningkatkan fotosintesis yang kemudian meningkatkan akumulasi karbohidrat pada buah, sehingga berat buah meningkat (Araya et al., 2006; Matsuda et al., 2014).



Gambar 6. Berat segar buah cabai rawit yang diberi perlakuan. Huruf yang sama diatas batang pada setiap perlakuan, menunjukkan hasil perlakuan tidak berbeda nyata menurut BNJ 5%.

Berat buah tertinggi diperoleh pada perlakuan C₁P₂. Pengaruh positif POC dosis tinggi terlihat jelas dalam meningkatkan pengisian buah, khususnya karena unsur P berperan penting dalam pembentukan gula dan energi yang dibutuhkan dalam pembesaran buah (Hanlon et al., 2005; Wu et al., 2021). Ketersediaan P yang meningkat pada perlakuan ini menjadi faktor utama meningkatnya bobot buah. Meskipun C₂P₂ tetap menghasilkan berat buah yang lebih baik dari K₀, hasilnya lebih rendah dibanding C₁P₂. Hal ini menunjukkan bahwa dosis cangkang telur yang terlalu tinggi kemungkinan menyebabkan kejenuhan basa yang berlebih antara P dengan Ca yang berinteraksi negatif (Singh et al., 2024; A. Tariq et al., 2023), mengganggu keseimbangan hara, dan menurunkan efektivitas nutrisi (Fageria, 2001) yang diberikan (POC). Akibatnya pengisian buah tidak seoptimal perlakuan C₁P₂.

KESIMPULAN

Kombinasi perlakuan berpengaruh nyata terhadap pH tanah, P-tersedia, serta parameter pertumbuhan dan produksi. Serbuk cangkang telur yang kaya CaCO₃ mampu menaikkan pH tanah dengan menetralkan pengaruh Al dan Fe yang bersifat toksik. Peningkatan pH memberikan lingkungan perakaran yang lebih baik sehingga pertumbuhan tinggi, jumlah bunga, jumlah buah, dan berat buah meningkat pada kombinasi tertentu, terutama perlakuan C₁P₂. Fluktuasi hasil antarperlakuan terjadi karena efektivitas setiap kombinasi bergantung pada kemampuan tanah melepaskan hara setelah pH naik. Pada dosis serbuk cangkang telur terlalu tinggi, menyebabkan presipitasi P oleh Ca menjadi bentuk Ca-P, sehingga P kurang tersedia meskipun pH meningkat. Peningkatan dosis serbuk cangkang telur sejalan dengan peningkatan pH, namun tidak selalu

berbanding lurus dengan peningkatan P-tersedia. POC air leri memberikan tambahan hara meskipun tidak optimal untuk pertumbuhan dan hasil tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. H. (2021). Memperbaiki Serapan Hara dengan Aplikasi Bahan Organik untuk Meningkatkan Resistensi Tanaman Cabai terhadap Virulensi Kutukebul. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 49(3), 280–287. <https://doi.org/10.24831/jai.v49i3.38254>
- Ajayan, N., K. P. S., A. U., A., & Soman, S. (2020). Quantitative Variation in Calcium Carbonate Content in Shell of Different Chicken and Duck Varieties. *Advances in Zoology and Botany*, 8(1), 1–5. <https://doi.org/10.13189/azb.2020.080101>
- Allouzi, M. M. A., Allouzi, S. M. A., Keng, Z. X., Supramaniam, C. V., Singh, A., & Chong, S. (2022). Liquid biofertilizers as a sustainable solution for agriculture. *Heliyon*, 8(12), e12609. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12609>
- Araya, T., Noguchi, K., & Terashima, I. (2006). Effects of Carbohydrate Accumulation on Photosynthesis Differ between Sink and Source Leaves of Phaseolus vulgaris L. *Plant and Cell Physiology*, 47(5), 644–652. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcj033>
- Bagayoko, M., Alvey, S., Neumann, G., & Buerkert, A. (2000). Root-induced increases in soil pH and nutrient availability to field-grown cereals and legumes on acid sandy soils of Sudano-Sahelian West Africa. *Plant and Soil*, 225(1), 117–127. <https://doi.org/10.1023/A:1026570406777>
- Carvalho, J., Ribeiro, A., Environmental, I., & Agency, P. (2011). AI Adsorption Process Onto An Innovative Eggshell-Derived Low-Cost Adsorbent In Simulated Effluent And Real Industrial Effluents. *WASTES: Solutions, Treatments and Opportunities 1st International Conference, September 2011*, 8.
- Conde, L. D., Chen, Z., Chen, H., & Liao, H. (2015). Effects of Phosphorus Availability on Plant Growth and Soil Nutrient Status in the Rice/Soybean Rotation System on Newly Cultivated Acidic Soils. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 2(6), 309–316. <https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20140206.23>
- Diana, W., Widiati, A., & Hartono, E. (2021). The Strength Behaviour of Eggshell Powder Substitution on Soil-lime. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1144 012089. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1144/1/012089>
- do Nascimento, C. A. C., Pagliari, P. H., Faria, L. de A., & Vitti, G. C. (2018). Phosphorus Mobility and Behavior in Soils Treated with Calcium, Ammonium, and Magnesium Phosphates. *Soil Science Society of America Journal*, 82(3), 622–631. <https://doi.org/10.2136/sssaj2017.06.0211>
- El Habbasha, S. F., & Ibrahim, F. M. (2015). Calcium: Physiological Function, Deficiency and Absorption. *International Journal of ChemTech Research*, 8(12), 196–202.
- Ernst, W. H. O. (2004). Chapter 3 Vegetation, organic matter and soil quality. *Developments in Soil Science*, 29(C), 41–98. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(04\)80007-2](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(04)80007-2)
- Fadillah, R. (2025). Eggshell Fertilizer and Its Impact on Mustard Greens Productivity and Agribusiness Efficiency. *JERAMI: Indonesian Journal of Crop Science*, 8(1), 1–6.
- Fageria, V. D. (2001). Nutrient Interactions In Crop Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 24(8), 1269–1290. <https://doi.org/10.1081/PLN-100106981>
- Fahmi, A., & Wakhid, N. (2018). Karakteristik Lahan Rawa. In *Agroekologi Rawa* (pp. 91–118). PT. RajaGrafindo Persada. <https://www.researchgate.net/publication/328800813>
- Gentili, R. (2018). Effect of Soil pH on the Growth, Reproductive Investment and Pollen Allergenicity of Ambrosia artemisiifolia L. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1335. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01335>
- Hajiboland, R., Panda, C. K., Lastochkina, O., Gavassi, M. A., Habermann, G., & Pereira, J. F. (2023). Aluminum Toxicity in Plants: Present and Future. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42(7), 3967–3999. <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10866-0>
- Hanlon, E. A., Hochmuth, G. J., Obreza, T. A., & Chaplin, M. H. (2005). Phosphorus Nutrition of Vegetable Crops and Fruits. In *Phosphorus: Agriculture and the Environment* (pp. 521–540). <https://doi.org/10.2134/agronmonogr46.c16>
- Hopkins, B. G. (2015). Phosphorus. In *Handbook of Plant Nutrition* (pp. 66–111). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b18458-6>
- Januaresty, D., Sasli, I., & Pramulya, M. (2025). Pengaruh Tepung Cangkang Telur Dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kecipir Pada Media Gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 14(2), 305–312.
- Jiaying, M., Tingting, C., Jie, L., Weimeng, F., Baohua, F., Guangyan, L., Hubo, L., Juncai, L., Zhihai, W., Longxing, T., & Guanfu, F. (2022). Functions of Nitrogen, Phosphorus and Potassium in Energy Status and Their Influences on Rice Growth and Development. *Rice Science*, 29(2), 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2022.01.005>
- Kartana, S. N., Fatmawati, E., & Wawan, W. (2021). Peranan pupuk organik cair (POC) bonggol pisang dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung manis (Zea mays L. Saccharata sturt.). *Piper*, 17(2), 85–91.

- Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M., & Zhao, C. (2023). Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. In *Plants* (Vol. 12, Issue 15, p. 2861). <https://doi.org/10.3390/plants12152861>
- Kumar, S., Kumar, S., & Mohapatra, T. (2009). Interaction Between Macro - and Micro-Nutrients in Plants. *Frontiers in Plant Science*, 151, 262–274. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.665583>
- Kusuma, M. N., Muharamin, A., Wahyu, D., Dharma, S., Syafitri, D., Ardhana, I. M., Shobriyah, H. H., Sholihah, M., At-thayyibi, M. H., Lingkungan, J. T., Teknologi, I., & Tama, A. (2022). Pendayagunaan Limbah Buah sebagai Pupuk Organik Cair Dengan Metode Fermentasi EM4. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 9.
- Lada, Y. G., & Kotouki, N. (2024). Studi Pemanfaatan Limbah Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabe Merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Folium*, 8(2), 70–79.
- Lee, S. S., Lim, J. E., El-Azeem, S. A. M. A., Choi, B., Oh, S.-E., Moon, D. H., & Ok, Y. S. (2013). Heavy metal immobilization in soil near abandoned mines using eggshell waste and rapeseed residue. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(3), 1719–1726. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-1104-9>
- Leiva Soto, A., Culman, S. W., Herms, C., Sprunger, C., & Doohan, D. (2023). Managing soil acidity vs. soil Ca:Mg ratio: What is more important for crop productivity? *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 9(1), e20210. <https://doi.org/10.1002/cft2.20210>
- Luo, W., Ji, Y., Qu, L., Dang, Z., Xie, Y., Yang, C., Tao, X., Zhou, J., & Lu, G. (2018). Effects of Eggshell Addition on Calcium-Deficient Acid Soils Contaminated with Heavy Metals. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 12(3), 1–10. <https://doi.org/10.1007/S11783-018-1026-Y>
- Mandalini, B. E., Sedijani, P., & Raksun, A. (2022). The Effects of Liquid Organic Fertilizer of Vegetable Waste on The Growth of Cayenne Pepper Plants (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4), 1309–1317.
- Manyatshe, A., & Sibali, L. L. (2025). A review on egg waste-based adsorbents for the removal of organic and inorganic contaminants from aqueous solution. *Heliyon*, 11(3), e42278. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42278>
- Matsuda, R., Ozawa, N., & Fujiwara, K. (2014). Leaf photosynthesis, plant growth, and carbohydrate accumulation of tomato under different photoperiods and diurnal temperature differences. *Scientia Horticulturae*, 170(5), 150–158. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.03.014>
- Mega, A., Praptiwi, K., Putri, K. T., Arini, N., Nabillah, D., Kusmiati, A., Zainuddin, A., Produksi, K., Rawit, C., Mega, A., Praptiwi, K., Putri, K. T., Arini, N., & Nabillah, D. (2025). Persebaran dan Keunggulan Produksi Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Indonesia: Analisis Location Quotient (LQ). *Jurnal Agribisnis Wijaya Putra Surabaya*, 4(2), 93–104.
- Nierop, K. G. J. J., Jansen, B., & Verstraten, J. M. (2002). Dissolved organic matter, aluminium and iron interactions: precipitation induced by metal/carbon ratio, pH and competition. *Science of The Total Environment*, 300(1), 201–211. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00254-1](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00254-1)
- Panda, S. K., Baluška, F., & Matsumoto, H. (2009). Aluminum stress signaling in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 4(7), 592–597. <https://doi.org/10.4161/psb.4.7.8903>
- Polii, M. G. M., Sondakh, T. D., Raintung, J. S. M., Doodoh, B., & Titah, T. (2019). Kajian Teknik Budidaya Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L.) Kabupaten Minahasa Tenggara. *Eugenia*, 25(3), 72–77.
- Pusparani, S. (2018). Karakterisasi sifat fisik dan kimia pada tanah sulfat masam di lahan pasang surut. *Jurnal Hexagro*, 2(1), 1–4.
- Rahayu, S., Elfarsina, & Rosdiana. (2016). Respon pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan penambahan pupuk organik cair. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 1(1), 7–18.
- Roefaida, E., Kana, Y. R., Gandut, Y. R. Y., Oematan, S. S., Bunga, W., & Kati, T. U. P. M. (2023). Ameliorasi Limbah Cucian Beras Dan Cangkang Telur Ayam Terhadap Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.). *Agrisa*, 12(2), 125–139.
- Roeselers, G., & Van Loosdrecht, M. C. M. (2010). Microbial phytase-induced calcium-phosphate precipitation — a potential soil stabilization method. *Folia Microbiologica*, 55(6), 621–624. <https://doi.org/10.1007/s12223-010-0099-1>
- Safitri, N., Rosmalinda, R., & Assrorudin, A. (2023). Pengaruh pemberian pupuk organik cair bonggol pisang terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*) pada media gambut. *Journal of Agro Plantation (JAP)*, 2(2), 191–199. <https://doi.org/10.58466/jap.v2i02.1377>
- Saidah, Z., Wulandari, E., & Hapsari, H. (2024). Analisis Sikap dan Persepsi Petani untuk Meningkatkan Produksi Cabai Merah Melalui Penggunaan Benih Unggul. *Agrikultura*, 35(2), 200–212.
- Sarwani, M., Sabiham, S., Maas, A., Las, I., Alimansyah, T., & Purnomo, E. (2014). Pengelolaan Lahan Sulfat Masam Untuk Usaha Pertanian. In *IAARD Press* (Vol. 1, Issue 8). <http://203.190.37.42/publikasi/p3241055.pdf>
- Sebonela, L. K., Elephant, D. E., & Sithole, N. J. (2024). Eggshells Improve Soil pH and P Availability in Sandy Loam and Sandy Clay Loamy Soil. In *Agronomy* (Vol. 14, Issue 11, p. 2539). <https://doi.org/10.3390/agronomy14112539>

- Sharma, U. C., Datta, M., & Sharma, V. (2025). Managing Soil Acidity. In U. C. Sharma, M. Datta, & V. Sharma (Eds.), *Soil Acidity: Management Options for Higher Crop Productivity* (pp. 427–522). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-76357-1_5
- Singh, K., Gupta, S., & Singh, A. P. (2024). Review: Nutrient-nutrient interactions governing underground plant adaptation strategies in a heterogeneous environment. *Plant Science*, 342, 112024. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2024.112024>
- Sopandie, D. (2013). *Fisiologi Adaptasi Tanaman (terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika)*.
- Tariq, A., Zeng, F., Graciano, C., Ullah, A., Sadia, S., Ahmed, Z., Murtaza, G., Ismoilov, K., & Zhang, Z. (2023). Regulation of Metabolites by Nutrients in Plants. In *Plant Ionomics* (pp. 1–18). <https://doi.org/10.1002/9781119803041.ch1>
- Tariq, M., Jameel, F., Ijaz, U., Abdullah, M., & Rashid, K. (2022). Biofertilizer microorganisms accompanying pathogenic attributes: a potential threat. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 28(1), 77–90. <https://doi.org/10.1007/s12298-022-01138-y>
- Tóth, B., Juhász, C., Labuschagne, M., & Moloi, M. J. (2020). The Influence of Soil Acidity on the Physiological Responses of Two Bread Wheat Cultivars. In *Plants* (Vol. 9, Issue 11, p. 1472). <https://doi.org/10.3390/plants9111472>
- Umadji, N. I. R., Badu, R. R., & Rahman, A. (2023). Kandungan unsur hara pupuk organik cair dengan penambahan limbah cangkang telur ayam broiler. *Jambura Edu Biosfer Journal*, 5(2), 43–47.
- Wahyuni, S., Sepriani, Y., Sitanggang, K. D., & Triyanto, Y. (2024). Pengaruh Pemberian POC Air Cucian Beras Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* spp). *Jurnal Pertanian Agros*, 26(1), 5718–5727.
- Walna, B., Drzymala, S., & Siepak, J. (1998). The impact of acid rain on calcium and magnesium status in typical soils of the Wielkopolski National Park. *Science of The Total Environment*, 220(2), 115–120. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(98\)00240-X](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00240-X)
- Wu, S., Li, M., Zhang, C., Tan, Q., Yang, X., Sun, X., Pan, Z., Deng, X., & Hu, C. (2021). Effects of phosphorus on fruit soluble sugar and citric acid accumulations in citrus. *Plant Physiology and Biochemistry*, 160(3), 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.01.015>
- Yonata, D., Aminah, S., & Hersoelistyorini, W. (2017). Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 7(2), 82–93.

HUBUNGAN PENGETAHUAN DAN ASUPAN NATRIUM TERHADAP KEJADIAN HIPERTENSI PADA PRALANSIA (*MIDDLE AGE*) DI KELURAHAN JAYA MUKTI KOTA DUMAI

The Correlation Between Knowledge and Sodium Intake to The Incidence Of Hypertension In Middle Age In Jaya Mukti Village, Dumai City

Zika Nursakinah^{1*}, Yanti Ernalina¹ & Sofya Maya¹

¹ Program Studi Gizi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Sultan Syarif Kasim
JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email korespondensi: nursakinahzika@gmail.com

ABSTRACT

Hypertension is a high blood pressure in the blood flow through the arteries that occurs mostly in middle adulthood. Hypertension can be influenced by several factors, including knowledge and sodium intake. This study aims to analyze the correlation between knowledge and sodium intake with the incidence of hypertension in Jaya Mukti Village, Dumai City. This study used a cross-sectional design with 61 respondents selected through accidental sampling technique. Data were collected through a knowledge questionnaire, Food Frequency Questionnaire Semi-Quantitative (FFQ-SQ) for sodium intake, and blood pressure measurement using a digital sphygmomanometer. Data were analyzed bivariate using the Chi-Square test. The results of this research showed that 59% of respondents had a low level of knowledge, 16,4% had a moderate level of knowledge, and 24.6% had a good level of knowledge. A total of 62.3% of respondents consumed excessive amounts of sodium, while 37.7% consumed adequate amounts of sodium. of the total respondents, 62.3% had hypertension, while 37.7% did not have hypertension. Chi-Square test results showed that there was a correlation between knowledge and the incidence of hypertension, with a p value of 0.000 ($p < 0.1$). In addition, there is a correlation between sodium intake and the incidence of hypertension with a p value of 0.000 ($p < 0.1$) and an OR value of 77.778. The results of this study showed that there was a correlation between knowledge and sodium intake on the occurrence of hypertension on middle age in Jaya Mukti Village, Dumai City.

Keywords: *hypertension, knowledge, middle age, sodium intake*

PENDAHULUAN

Pralansia (*middle age*) merupakan usia pertengahan yang merupakan usia awal memasuki masa tua yang dikenal dengan pralansia sehingga sangat rentan terhadap berbagai penyakit kronis salah satunya hipertensi (Alhuda dkk., 2018). Hipertensi atau penyakit tekanan darah tinggi merupakan keadaan ketika terjadi kenaikan tekanan darah yaitu di atas 140 mmHg untuk tekanan darah sistolik dan 90 mmHg untuk tekanan darah diastolik (Hartono, 2014). Hipertensi merupakan salah satu penyakit tidak menular yang menjadi masalah kesehatan kronik di masyarakat, disebabkan oleh perubahan gaya hidup masyarakat secara global, seperti tingginya konsumsi garam yang terus meningkat memiliki peran besar dalam meningkatkan kejadian hipertensi (Kurnia, 2020). Fenomena tekanan darah tinggi ini terjadi terutama tanpa memandang usia, salah satunya menyerang usia dewasa pertengahan (*middle age*). Hipertensi sering kali disebut sebagai pembunuh gelap (*Silent Killer*), karena termasuk penyakit yang mematikan tanpa disertai dengan gejala terlebih dahulu (Hastuti, 2022).

Menurut data *World Health Organization* (2023), sebanyak 1,28 miliar orang dewasa berusia 30-79 tahun diseluruh dunia menderita hipertensi, sebagian besar (dua pertiga) tinggal di negara berpenghasilan rendah dan menengah. Selain itu diperkirakan terdapat 46% orang dewasa dengan hipertensi tidak menyadari bahwa mereka memiliki kondisi tersebut. Kurang dari setengah orang dewasa (42%) dengan hipertensi didiagnosis dan diobati. Sekitar 1 dan 5 orang dewasa (21%) dengan hipertensi dapat mengontrolnya. Hipertensi merupakan penyebab utama kematian dini di seluruh dunia. Prevalensi hipertensi berdasarkan hasil data Survei Kesehatan Indonesia (2023), pada pasien penduduk ≥ 15 tahun, berdasarkan hasil pengukuran tekanan darah hipertensi pada perempuan yaitu 32,8%, lebih tinggi dibanding dengan laki-laki yaitu 25,6%, begitu juga berdasarkan diagnosis dokter 10,5% (perempuan) dan 5,5% (laki-laki). Prevalensi hipertensi di Indonesia berdasarkan hasil pengukuran 29,2%, diagnosis dokter sebesar 8,0%. Prevalensi hipertensi Provinsi Riau berdasarkan hasil pengukuran sebesar 24,2%, sedangkan diagnosis dokter sebesar 6,8%. Prevalensi hipertensi berdasarkan pengukuran tekanan darah

pada kelompok umur 45-54 tahun peningkatan angka hipertensi sebanyak 39,1%, umur 55-64 tahun sebanyak 49,5%, berdasarkan diagnosis dokter umur 45-54 tahun 11,8%, umur 55-64 tahun 18,7%.

Menurut Riset Kesehatan Dasar Kabupaten/ Kota Dumai sebesar 32,29 % dan menempati posisi ke 2 tertinggi terjadi hipertensi dari kabupaten/kota di Provinsi Riau (Riskesdas, 2018). Dinas Kesehatan Provinsi Riau (2022), pelayanan kesehatan hipertensi di Kota Dumai 18% tahun 2021, meningkat menjadi 46,9% tahun 2022. Berdasarkan data hasil cakupan pelayanan Kesehatan oleh Dinas Kesehatan Kota Dumai 2023, Dumai Timur merupakan kecamatan yang memiliki kasus hipertensi tertinggi nomor 1 di Kota Dumai karena penduduk yang padat, sebesar 15.788 penderita hipertensi, sedangkan yang mendapatkan pelayanan kesehatan sebesar 8.049 (51%) penderita hipertensi usia ≥ 15 tahun. Berdasarkan data Puskesmas Jaya Mukti tahun 2023 prevalensi hipertensi di Kelurahan Jaya Mukti usia ≥ 15 tahun sebanyak 4.396 penderita hipertensi, mendapatkan pelayanan kesehatan sesuai standar sebanyak 2.385 (54,25%) menempati posisi ke 1 tertinggi di antara kelurahan lainnya.

Seseorang yang memiliki tekanan darah tinggi, maka berkemungkinan besar akan menyebabkan terjadinya berbagai penyakit antara lain, yaitu penyakit jantung, gagal jantung kongesif, stroke, gangguan penglihatan, gagal ginjal, gagal jantung, bahkan komplikasi (Tambunan dkk., 2021). Dampak utama hipertensi yaitu terhadap jantung berhubungan dengan peningkatan *afterload*, dimana jantung harus berkontraksi lebih kuat dan akan mempercepat pembentukan aterosklerosis pada arteri *coroner* (Kemenkes, 2021). Faktor risiko hipertensi yang tidak dapat dimodifikasi yaitu hipertensi yang terjadi karena faktor alami dan faktor yang tidak bisa diubah seperti jenis kelamin, usia dan genetik, sedangkan Faktor risiko hipertensi yang dapat dimodifikasi adalah faktor yang dapat dicegah meliputi pendidikan rendah, pengaturan pola makan yang baik, kurangnya aktifitas fisik, stress, obesitas atau peningkatan berat badan, asupan alkohol yang berlebihan, merokok, dan asupan natrium berlebihan (Pikir dkk., 2015).

Pengetahuan lansia dipengaruhi kesehatan lansia seperti pekerjaan, pendidikan, dan tingkat sumber informasi melalui pelatihan dan pendidikan. Pasien hipertensi perlu memiliki pengetahuan yang cukup. Pengetahuan pasien hipertensi dapat membantu menjalankan pencegahan, pengendalian dan penanganan komplikasi lebih lanjut, hal ini untuk menangkal pasien tersebut untuk jatuh dalam komplikasi (Hutagalung, 2021). Pengetahuan merupakan tahap awal timbulnya kemampuan, karena kemampuan merupakan hasil proses belajar yang dimulai dengan adanya alih pengetahuan dari sumber belajar kepada subjek belajar dengan memperoleh informasi kesehatan yang menimbulkan kesadaran akan kesehatan sehingga masyarakat mampu mengetahui tentang penyakit, baik penyakit menular maupun tidak menular, mampu mengatasi masalah masalah kesehatan mereka secara mandiri dan memelihara diri dari ancaman kesehatan (Notoatmodjo, 2014).

Pola makan tinggi natrium dapat meningkatkan tekanan darah. Oleh karena itu, konsumsi natrium sebaiknya tidak berlebihan, karena asupan berlebih secara terus-menerus dapat memicu hipertensi, jika garam dikonsumsi sesuai kebutuhan, kesehatan pembuluh darah, fungsi ginjal, serta proses kimiawi dan faal tubuh akan tetap normal (Hastuti, 2022). Salah satu yang dapat dilakukan adalah melakukan DASH (*Dietary Approach to Stop Hypertension*) atau dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan diet dalam pencegahan hipertensi dengan mengonsumsi makanan yang rendah garam (Savitri dan Romina, 2021).

Menurut Diana dkk. (2018), mengatakan usia pralansia (45-59 tahun) adalah 12,7 kali lebih tinggi untuk mengembangkan hipertensi dari pada orang yang berusia 18-24 tahun, untuk mengidentifikasi yang dapat menimbulkan faktor resiko. Berdasarkan data dari Puskesmas Jaya Mukti, Kecamatan Dumai Timur, Kelurahan Jaya Mukti didapatkan 70% dari jumlah pasien hipertensi itu berusia 45-59 tahun berjumlah 600 jiwa dimana Kelurahan Jaya Mukti menjadi peringkat tertinggi kasus hipertensi dibandingkan dengan kelurahan lain, sehingga peneliti memilih lokasi tersebut sebagai tempat penelitian.

Berdasarkan survei awal yang dilakukan di Kelurahan Jaya Mukti melalui wawancara dengan 10 orang responden didapatkan bahwa 6 orang (60%) kurang mengetahui tentang penyakit hipertensi seperti penyebab hipertensi, gejala klinis hipertensi dan pencegahan penyakit hipertensi. Responden juga sering mengonsumsi makanan yang banyak mengandung natrium seperti ikan laut, ikan asin, sarden kaleng, daging olahan, dikarenakan masyarakat dumai adalah masyarakat kota yang suka mengonsumsi makanan cepat saji seperti mie bakso dan mie ayam yang termasuk makanan tinggi natrium. Data Puskesmas Jaya Mukti Kelurahan Jaya Mukti mengalami peningkatan setiap tahunnya, tahun 2021 penderita hipertensi sebanyak 15,9%, tahun 2022 sebesar 31,3% dan tahun 2023 sebanyak 54,25%. Berdasarkan letak geografis Kelurahan Jaya Mukti terletak berdekatan dengan laut yang merupakan penghasil ikan laut (makanan tinggi natrium), juga berdekatan dengan pasar jual beli ikan laut dan sebagian besar penduduknya bermata pencarian sebagai nelayan atau pencari ikan. Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang Hubungan Pengetahuan dan

Asupan Natrium Terhadap Kejadian Hipertensi pada Pralansia (*middle age*) di Kelurahan Jaya Mukti, Kota Dumai.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Jaya Mukti, Kota Dumai di 9 posyandu yaitu Posyandu Nuri, Posyandu Perkutut, Posyandu Cendrawasih, Posyandu Camar, Posyandu Merpati, Posyandu Kaswari, Posyandu Merak, Posyandu Kutilang, Posyandu Murai. Penelitian juga dilaksanakan di pengajian Mesjid Alhuda dan club senam hipertensi. Studi ini dilaksanakan selama satu bulan sejak akhir bulan Desember 2024 – akhir bulan Januari 2025. Berdasarkan letak geografis Kelurahan Jaya Mukti terletak berdekatan dengan laut merupakan penghasil ikan laut sebagian besar penduduk bermata pencarian sebagai nelayan atau pencari ikan. Pemilihan tempat ini juga berdasarkan karena tingginya prevalensi hipertensi di Kota Dumai yaitu sebesar 32% (Riskesdas, 2018).

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ialah bermetode kuantitatif dan berpendekatan *cross-sectional* saat pengumpulan data. Pada penelitian penulis mengaplikasikan jenis penelitian *survei analitik* dengan menerapkan kuesioner guna instrumen pengumpulan data serta guna mendapatkannya korelasi ataupun keterkaitan diantara variabel independen (pengetahuan dan asupan natrium) dan variabel dependen (kejadian hipertensi) pada Pralansia (*middle age*) di Kelurahan Jaya Mukti, Kota Dumai. Penelitian dilakukan di posyandu yang kebetulan ditemui cocok sebagai sumber data, jika belum terpenuhi jumlah sampel penelitian, peneliti melakukan dengan menemui sampel di club senam hipertensi dan tempat pengajian yang juga kebetulan cocok sebagai sumber data. Sebanyak 61 responden yang diambil di Kelurahan Jaya Mukti. Cara pemilihan sampel penelitian ialah dengan *accidental sampling* termasuknya bagian *Nonprobability Sampling*. Instrumen dengan diaplikasikan ialah kuesioner pengetahuan dengan rancangan kuesioner digunakan untuk mengumpulkan data pengetahuan dan lembar *SQ FFQ* (*Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire*) untuk menghitung asupan natrium setiap responden. Data dengan diaplikasikan pada penelitian berbentuk data primer juga data sekunder. Data primer dalam penelitian yaitu data karakteristik responden, pengukuran pengetahuan hipertensi dengan kuesioner, asupan energi dengan lembar *SQ FFQ* dan data hipertensi terkait tekanan darah. Data sekunder dalam penelitian yaitu pengumpulan data yang diperoleh dengan mengumpulkan data awal yaitu data dari Puskesmas Jaya Mukti prevalensi penderita hipertensi di Kelurahan Jaya Mukti yang berumur 45-59 tahun. Analisis data pada penelitian yakni melaluinya beberapa tahapan yaitu Teknik analisis data dengan diterapkan pada perihal diteliti yakni dengan deskriptif kuantitatif. Analisis data univariat dan bivariat dengan *uji chi-square*.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan SPSS. Analisis pada penelitian ini menggunakan 2 jenis analisis yaitu, analisis univariat dan analisis bivariat. Analisis univariat yaitu untuk mendeskripsikan karakteristik pada variabel independent dan dependent yang meliputi hubungan pengetahuan dan asupan natrium dengan kejadian hipertensi. Kuesioner yang diuji validitas dan uji reliabilitas yaitu pengetahuan hipertensi pada pralansia (*middle age*) terhadap kejadian hipertensi. Uji validitas dan reliabilitas akan dilakukan pada pralansia (*middle age*) berjumlah 30 responden. Uji coba instrumen dilakukan pada 30 orang dengan karakteristik sama seperti responden (usia 45–59 tahun, bersedia mengikuti kegiatan, komunikatif, sehat, tinggal dengan keluarga, dan tidak pikun). Uji validitas menggunakan Microsoft Excel dengan korelasi Pearson pada taraf signifikansi 0,5. Item dinyatakan valid jika $r\text{-hitung} > r\text{-tabel}$ (0,361). Sebanyak 20 item yang diuji seluruhnya valid karena $r\text{-hitung}$ lebih besar dari $r\text{-tabel}$. Setelah itu dilakukan uji reliabilitas menggunakan teknik belah dua (*split-half*) ganjil–genap, dan koefisien reliabilitas keseluruhan dihitung dengan rumus Spearman-Brown. Data hasil uji coba pada 30 responden ditampilkan pada Tabel 1

Tabel 1. Uji validitas

Pertanyaan	r-hitung	r-tabel	Keterangan
Item 1	.717**	0,361	Valid
Item 2	.638**	0,361	Valid
Item 3	.946**	0,361	Valid
Item 4	.619**	0,361	Valid
Item 5	.802**	0,361	Valid
Item 6	.840**	0,361	Valid
Item 7	.948**	0,361	Valid
Item 8	.844**	0,361	Valid
Item 9	.666**	0,361	Valid
Item 10	.946**	0,361	Valid
Item 11	.946**	0,361	Valid
Item 12	.306	0,361	Tidak Valid
Item 13	.287	0,361	Tidak Valid
Item 14	.818**	0,361	Valid
Item 15	.764**	0,361	Valid
Item 16	.862**	0,361	Valid
Item 17	.818**	0,361	Valid
Item 18	.823**	0,361	Valid
Item 19	.286	0,361	Tidak Valid
Item 20	.211	0,361	Tidak Valid

Berdasarkan Tabel 1. hasil uji validitas menggunakan korelasi Pearson pada taraf signifikansi 0,5 menunjukkan bahwa empat item (nomor 12, 13, 19, dan 20) memiliki nilai korelasi di bawah r-tabel (0,361), sehingga dinyatakan gugur. Tanda bintang (* dan **) menunjukkan tingkat signifikansi, masing-masing pada 0,5 dan 0,1. Dengan demikian, dari 20 item pernyataan, sebanyak 16 item dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai instrumen penelitian. Uji reliabilitas dilakukan setelah seluruh item dinyatakan valid. Reliabilitas kuesioner pengetahuan hipertensi pada pralansia dinilai dengan membandingkan nilai Cronbach's alpha dengan r-tabel. Instrumen dinyatakan reliabel apabila Cronbach's alpha $\geq$ 0,60. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Reabilitas

Total Nilai	r-tabel	Kriteria	Keterangan
0,949	0,361	Reliabel	Sangat Tinggi

Berdasarkan Tabel 1. diketahui hasil uji reliabilitas dari kuesioner pengetahuan tentang hipertensi dengan nilai cronbach's alpha sebesar 0,361. Hal ini menunjukkan kuesioner pengetahuan tentang hipertensi termasuk dalam kategori reliabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden dalam penelitian disajikan dalam Tabel 3

Tabel 3. Karkteristik Responden

Jenis Kelamin	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Perempuan	49	80.3
Laki Laki	12	19.7
Usia	Frekuensi (n)	Persentase (%)
45-49	15	24.6
50-54	23	37.7
55-59	23	37.7
Pendidikan	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Dasar	29	47.5
Menengah	20	32.8
Tinggi	12	19.6
Total	61	100%

Berdasarkan tabel 3. rata-rata responden lebih banyak berjenis kelamin perempuan, memiliki usia rentang 50-54 dan 5-59 tahun, dan pendidikan rata-rata responden adalah pendidikan dasar. Gambaran umum pengetahuan mengenai Hipertensi pada pralansia (*middle age*) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Pengetahuan Responden

Pengetahuan	N	%
Rendah	36	59.0
Cukup	10	16.4
Baik	15	24.6
Total	61	100%

Berdasarkan Tabel 4. distribusi frekuensi pengetahuan responden menunjukkan bahwa mayoritas responden, sebanyak 36 orang (59.0%), memiliki pengetahuan yang rendah. Sebanyak 10 orang (16.4%) memiliki pengetahuan yang cukup, dan sebanyak 15 orang (24.6%), memiliki pengetahuan yang baik. Data asupan natrium responden diketahui dengan menggunakan *SQ-FFQ*. Distribusi frekuensi asupan natrium responden disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Asupan Natrium Responden

Asupan Natrium	Jumlah (n)	%
Lebih	38	62.3
Cukup	23	37.7
Total	61	100 %

Berdasarkan Tabel 5, distribusi frekuensi asupan natrium responden menunjukkan bahwa sebagian besar responden, yaitu 38 orang (62.3%), memiliki asupan natrium yang lebih. Sedangkan sebanyak 23 orang (37.7%) memiliki asupan cukup

Data Kejadian Hipertensi responden diketahui dengan menggunakan *Sphygmomanometer digital*, pengukuran paling sedikit 2 kali dalam satu waktu dengan memberi selang waktu sedikitnya 1-2 menit dari satu pengukuran ke pengukuran berikutnya. Distribusi Kejadian Hipertensi Responden disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Distribusi Kejadian Hipertensi Responden

Kejadian Hipertensi	Jumlah (n)	%
Hipertensi	38	62.3
Tidak Hipertensi	23	37.7
Total	61	100%

Berdasarkan Tabel 6. distribusi frekuensi responden yang mengalami Kejadian menunjukkan bahwa 38 orang (62.3%) mengalami hipertensi, sementara 23 orang (37,7%) tidak mengalami hipertensi. Hasil analisis statistik mengenai hubungan pengetahuan terhadap kejadian hipertensi di Kelurahan Jaya Mukti, Kota Dumai dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hubungan Pengetahuan Terhadap Kejadian hipertensi

Pengetahuan	Kejadian Hipertensi						P Value
	Hipertensi		Tidak Hipertensi		Total		
	F	%	F	%	F	%	
Kurang	34	94.4	2	5.6	36	100	0.000
Cukup	4	40.0	6	60.0	10	100	
Baik	0	0.0	15	100	15	100	

Berdasarkan Tabel 7. didapatkan hasil penelitian menunjukkan 61 responden usia dewasa menengah mayoritas memiliki pengetahuan yang rendah dengan tekanan darah tinggi. 34 dari 36 (94.4%) responden yang berpengetahuan rendah memiliki kejadian hipertensi dan 2 (5.6%) lainnya tidak memiliki kejadian hipertensi. Artinya, mayoritas responden yang memiliki pengetahuan rendah adalah mereka yang memiliki kejadian hipertensi. Sementara itu, responden dengan pengetahuan yang cukup sebanyak 10 responden, dengan rincian yang memiliki tekanan darah tinggi sebanyak 4 responden (40.0%), sedangkan responden dengan pengetahuan cukup tidak memiliki kejadian hipertensi sebanyak 6 responden (60.0%) dan responden dengan pengetahuan yang tinggi atau baik tidak memiliki kejadian hipertensi sama sekali. Artinya 15 responden yang memiliki pengetahuan hipertensi, kesemuanya tidak memiliki kejadian hipertensi. Berdasarkan hasil analisis dengan uji *Chi-Square* menunjukkan ada hubungan yang bermakna antara pengetahuan hipertensi terhadap kejadian hipertensi pada pralansia (*middle age*) di Kelurahan Jaya Mukti, Kota Dumai dengan *p-value* sebesar 0,000 ($p < 0,1$) dimana kurang dari batas kritis 0.1 sehingga hipotesis diterima.

Hasil analisis statistik mengenai hubungan asupan natrium terhadap kejadian hipertensi di

Kelurahan Jaya Mukti, Kota Dumai dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hubungan Asupan Natrium Terhadap Kejadian Hipertensi

Asupan Natrium	Kejadian Hipertensi				P Value	Total
	Hipertensi		Tidak Hipertensi			
	F	%	F	%		
Lebih	35	92.1	3	5.6	36	100
Cukup	3	13	20	60	10	100

Berdasarkan Tabel 8. dapat dilihat bahwa 61 responden yang berusia pralansia (*middle age*) mayoritas memiliki asupan natrium lebih, memiliki tekanan darah tinggi atau mengalami kejadian hipertensi. Sementara responden dengan asupan natrium cukup, tidak mengalami kejadian hipertensi. 35 dari 38 responden (92.1%) yang mengonsumsi natrium lebih mengalami hipertensi, sedangkan 3 (7.9%) lainnya tidak mengalami kejadian hipertensi. 20 dari 23 responden (87.0%) yang mengonsumsi natrium cukup tidak mengalami kejadian hipertensi, sedangkan 3 (13.0%) lainnya mengalami kejadian hipertensi. Berdasarkan hasil analisa dengan uji *chi square* menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna antara asupan natrium terhadap kejadian hipertensi pada pralansia (*middle age*) di Kelurahan Jaya Mukti Kota Dumai dengan nilai *p-value* sebesar 0.000 dimana kurang dari batas kritis 0.1 ($0,000 < 0.1$) sehingga hipotesis diterima, sedangkan nilai OR adalah 77.778 artinya bahwa responden yang mengonsumsi natrium lebih memiliki peluang 78 kali lebih tinggi mengalami hipertensi dibandingkan dengan responden yang mengonsumsi natrium cukup

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Kelurahan Jaya Mukti Kota Dumai dengan 61 responden yang mayoritas adalah berjenis kelamin perempuan yaitu sebanyak 49 orang (80.3%) dan laki-laki 12 orang (19.7%). Responden dengan pengetahuan rendah mendominasi, yaitu sebanyak 36 orang (59%), sementara 10 responden (16.4%) memiliki pengetahuan yang cukup, sedangkan responden dengan tingkat pengetahuan yang baik berjumlah 15 orang (24.6%). Sebanyak 38 responden (62.3%) tercatat mengonsumsi natrium dalam jumlah berlebih, sedangkan 23 responden (37.7%) memiliki asupan natrium yang cukup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden dengan tekanan darah tinggi sebanyak 38 responden (62.3%), sedangkan responden dengan kejadian tidak hipertensi sebanyak 23 responden (37.7%). Berdasarkan hasil uji *Chi Square* menunjukkan adanya hubungan pengetahuan terhadap kejadian hipertensi yaitu *p-value* $0,000 < 0.1$ dan ada hubungan antara asupan natrium terhadap kejadian hipertensi yaitu *p-value* $0,000 < 0.1$ dengan nilai OR 77.778.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Posyandu dan masyarakat Jaya Mukti, Kota Dumai yang telah memberikan izin, memfasilitasi, membantu dan bersedia menjadi subjek pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhuda, T. R., S. Prastiwi, dan N. Dewi. 2018. Hubungan Antara Pola Makan dan Gaya Hidup Dengan Tingkatan Hipertensi pada Middle Age 45-59 Tahun di Wilayah Kerja Puskesmas Dinoyo Kota Malang. *Nursing News*, 3(1): 550-562. DOI: <https://doi.org/10.33366/nn.v3i1.827>
- Almatsier, S. 2009. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 348 hal
- Amalina, F., M. B. Ilmi., R. Hayati, dan A. Fauzana. 2022. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Hipertensi pada Pra Lansia di Wilayah Kerja UPT Puskesmas Sungai Karias. *Jurnal Akademika Baiturrahim Jambi*, 11(2):260-267. DOI: <https://doi.org/10.36565/jab.v11i2.533>
- Audina, R. 2019. Hubungan Asupan Natrium, Pengetahuan, Aktivitas Fisik, Stres, Kebiasaan Merokok dengan Kejadian Hipertensi pada Lansia di Wilayah Kerja Puskesmas Sungai Penuh. *Journal of Nutrition College*, 6(2): 84-94. DOI : <https://doi.org/10.14710/jnc.v6i4.1879fara>

- Azrimaidaliza., Resmiati., W. Famelia., I. Purnakarya., Firdaus, dan Y. Khairany. 2020. *Buku Ajar Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat*. LPPM Universitas Andalas. 237 hal
- Chen, J., Y. Tian., Y. Liao., S. S. Yang., L. Zhouting., C. Dia., D. Tung., dan M. Xinying. 2013. Sendok Pembatasan Garam Meningkatkan Asupan Garam di Antara Penduduk di Tiongkok, *Journal Plosone*, 8(11): 1-9. DOI : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078963>
- Diana, R., A. Khomson., N. M. Nurdin., F. Anawar, dan H. Riyadi. 2018. Kebiasaan Merokok, Aktivitas Fisik dan Hipertensi pada Laki laki Usia Pertengahan Dewasa. *Jurnal Media Gizi Indonesia*, 13(1): 57-61. DOI: <https://doi.org/10.20473/mgi.v13i1.57-61>
- Dinas Kesehatan Provinsi Riau. 2022. *Profil Kesehatan Provinsi Riau Tahun 2022*. Dinkes Riau. Riau. 323 hal.
- Ekaningrum, A.Y. Hubungan Asupan Natrium, lemak, gangguan Mental Emosional, dan Gaya Hidup dengan Hipertensi pada Dewasa di DKI Jakarta. *Journal of Nutrition College*, 10(2) :82-92. DOI : <https://doi.org/10.14710/jnc.v10i2.30435>
- Fitri, D. Y., A. D. Puteri, dan Widawati. 2023. Asupan Protein, Serat, Natrium, dan Hipertensi pada Dewasa Pertengahan 45-59 Tahun di Desa Palung Raya, Riau. *Journal Gizi Dietetik*, 2(3): 199-206, DOI: <https://doi.org/10.25182/jigd.2023.2.3.199-206>
- Fitri, Y., Rusmikawati., S. Zulfah, dan Nurbaiti. 2018. Asupan Natrium dan Kalium Sebagai Faktor Penyebab Hipertensi Pada Usia Lanjut. *Aceh Nutrition Journal*, 3(2); 158-163. DOI : 10.30867/action.v3i2.117
- Hardiyanti, D, dan N. Yuliana. 2021. Hubungan Tingkat Pengetahuan dan Pola Konsumsi Natrium dengan Tekanan Darah pada Penderita Hipertensi di Wilayah Kerja Puskesmas Cempaka. *Jurnal Ilmu Kesehatan Insan Sehat*, 9(2): 143-147. DOI : <http://dx.doi.org/10.54004/jikis.v9i2.43>
- Hartono. R. I. W. 2014. *Terapi Gizi Medik untuk Berbagai Penyakit*. Rapha Publishing. Yogyakarta. 144 hal.
- Hasiando, C. N., I. Amar, dan I. Fatmawati. 2019. Hubungan Kebiasaan Konsumsi Natrium, Lemak dan Durasi Tidur dengan Hipertensi pada Lansia di Puskesmas Cimanggis Kota Depok Tahun 2018. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat*, 11(2):214-218, DOI: <https://doi.org/10.52022/jikm.v11i2.27>
- Hastuti, A. P. 2022. *Hipertensi*. Lakeisha. Jawa Tengah. 89 hal
- Hendriyani, H., E. D. Pertiwi., S. N. Mintarsih. 2014. Perilaku Pemilihan Makanan Tinggi Natrium Berpengaruh Terhadap Asupan Natrium Penderita Hipertensi di Kota Semarang. *Jurnal Gizi Indonesia*, 37(1): 41-50. DOI : <https://doi.org/10.36457/gizindo.v37i1.149>
- Hutagalung, S. 2021. *Pengetahuan, Sikap dan Tindakan Stroke dan Tentang Hipertensi Sebagai Faktor Risiko Stroke*. Nusamedia. Jakarta. 103 hal.
- Irwan. 2016. *Epidemiologi Penyakit Tidak Menular*. Deepublish. Yogyakarta. 122 hal. Kemenkes RI.
2013. *Pencantuman Informasi Kandungan Gula, Garam, dan Lemak Serta Pesan Kesehatan untuk Pangan Olahan dan Pangan Siap Saji*. Jakarta. 8 hal.
- _____. 2018. *Laporan Nasional Risesdas 2018*. Badan penelitian dan pengembangan kesehatan. Jakarta. 628 hal.
- _____. 2018. *Laporan Provinsi Riau Risesdas 2018*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta. 482 hal.
- _____. 2021. *Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Hipertensi Dewasa Tahun 2021*. Jakarta. 85 hal.
- _____. 2023. *Survey Kesehatan Indonesia (SKI)*. Jakarta. 926 hal
- Kurnia, A. 2020. *Self Management Hipertensi*. Jakad Media Publishing. Surabaya. 64 hal. Kurnia, A. 2020. *Self Management Hipertensi*. Jakad Media Publishing. Surabaya. 64 hal.
- Kusumo. M. P. 2020. *Buku lansia*. Lembaga penelitian, publikasi dan pengabdian Masyarakat (LP3M) UMY, Yogyakarta. 64 hal
- Limbong, V., A. Rumayar., dan Grace D. Kandou. 2018. Hubungan Pengetahuan dan Sikap dengan Kejadian Hipertensi di Wilayah Kerja Puskesmas Tateli Kabupaten Minahasa. *Jurnal Kesmas*, 7(4) :20-25
- Notoatmodjo, S. 2014. *Promosi Kesehatan dan Perilaku Kesehatan*. Rineka Cipa, Jakarta. 248 hal

- Octarini, D, L., W. Meikawati, dan I. A. Purwanti. 2023. Hubungan kebiasaan konsumsi makanan tinggi natrium dan kalium dengan tekanan darah pada usia lanjut. *Journal Prosiding Seminar Kesehatan Masyarakat*, 1(10): 10-17. DOI: <https://doi.org/10.26714/pskm.v1iSeptember.186>
- Octarini, D, L., W. Meikawati, dan I. A. Purwanti. 2023. Hubungan kebiasaan konsumsi makanan tinggi natrium dan kalium dengan tekanan darah pada usia lanjut. *Journal Prosiding Seminar Kesehatan Masyarakat*, 1(10): 10-17. DOI: <https://doi.org/10.26714/pskm.v1iSeptember.186>
- Patandianan, M., C. Oktafbipian., Mahmudi, dan S. Ndraha. 2023. Hubungan Pengetahuan tentang Hipertensi dengan Pengendalian Tekanan Darah pada Pasien Hipertensi Dewasa. *Jurnal Med Scientiae*, 2(3): 391-400. DOI: <https://doi.org/10.36452/JMedScientiae.v2i3.2896>
- Pikir, B. S., M. Aminuddin., A. Subagjo., B. Baktijasa., I. Gde Rurus, dan J. Nugroho. 2015. *Hipertensi Manajemen Komprehensif*. Airlangga University Press, Surabaya. 303 hal
- Prabaadzmaah, N. F. 2021. Hubungan Tingkat Pengetahuan dan Dukungan Keluarga dengan Tekanan Darah pada Pasien Hipertensi di Kabupaten Malang. *Skripsi*. Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Pradono, J., N. Kusmawardani, dan R. Rachmalina. 2020. *Hipertensi Pembunuh Terselubung di Indonesia*. Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta. 110 hal
- Pramono, B. A., B. B. Tiksanadi., R. Handayani., M. Ardiana., F. F. Abudullah., M. Simanjuntak., dan A. Prabhaswara. 2024. *Resep rendah Garam Ramah Hipertensi*. Ziafatama Jawa. Sidoarjo. 60 hal.
- Prasetyaningrum, Y. I. 2014. *Hipertensi Bukan Ditakuti*. FMedia, Jakarta. 148 hal
- Savitri, E. W, dan F. Romina. 2021. *DASH (Dietary Approach to Stop Hypertension) Upaya Penurunan Tekanan Darah pada Pasien Hipertensi*. Penerbit NEM. Jakarta. 63 hal.
- Suaib, M., Cheristina, dan Dewiyanti. 2019. Hubungan Tingkat Pengetahuan Dengan Kejadian Hipertensi pada Lansia. *Journal Fenomena Kesehatan*, 2(1), 269–275.
- Suiraoka. 2012. *Penyakit Degeneratif (Menenal, Mencegah dan Mengurangi Faktor Risiko 9 Penyakit Degeneratif)*. Medical Book. Yogyakarta. 123 hal
- Tambunan, F. F., Nurmayni., P. R. Rahayu., P. Sari, dan S. I. Sari. 2021. *Hipertensi Si Pemb Sen*. Pusdikra Mitra Jaya. Medan. 31 hal
- Utami, D. S., S. Syafriani, dan L. M. A. Isnaeni. 2021. Hubungan indeks massa tubuh dan asupan natrium dengan kejadian hipertensi di Desa Koto perambahan. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 2(4): 18-25. DOI: <https://doi.org/10.31004/jkt.v2i4.2410>
- Wahyuni, T., L. Widajanti., dan S. F. Pradigdo. 2016. Perbedaan Tingkat Kecukupan Natrium Kalium, Magnesium, dan Kebiasaan Minum Kopi pada Pralansia Wanita Hipertensi dan Normotensi (Studi di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungmundu Kota Semarang Tahun 2016). *Jurnal Kesehatan Masyarakat FKM Undip*, 4(2) : 68-75.
- WHO. 2023. Hypertension <https://www.who.int/health-topics/hypertension>. Diakses tanggal 1 Maret 2024 (14:27).
- Wiranto, E., L. N. Tambunan, dan E. P. Baringbing. 2023. Hubungan pengetahuan dengan kejadian hipertensi di Puskesmas Jekan Raya Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Surya Medika*, 9(1): 226-232. DOI: <https://doi.org/10.33084/jsm.v9i1.5189>
- Wirayudha, G., I. M. B. Ilmi., dan A. Q. Marjan. 2024. Analisis faktor resiko kejadian hipertensi pada pralansia dan lansia di kelurahan kedaung kota depok. *Juornal Amerta Nutrition*

HUBUNGAN PENGETAHUAN ANEMIA DAN DUKUNGAN TEMAN SEBAYA DENGAN KEPATUHAN KONSUMSI TABLET TAMBAH DARAH DI SMK NEGERI PERTANIAN TERPADU PROVINSI RIAU

The Correlation of Knowledge About Anemia and Peer Support with Adherence to Iron Supplementation In Adolescent at Integrated Agricultural State Vocational School Riau Province

Latifa Hanum¹, Novfitri Syuryadi¹, Tahrir Aulawi¹

¹ Program Studi Gizi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Sultan Syarif Kasim Riau.
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia
*E-mail: hnmfa1407@gmail.com

ABSTRACT

Adolescent females are at high risk of anemia and malnutrition. One way to prevent anemia is by consuming iron supplementation. Adolescent female adherence in consuming iron supplementation is still low. It is influenced by internal and external individual factors, such as knowledge and peer support. The study aimed to analyze the correlation of knowledge about anemia and peer support with adherence in consuming iron supplementation in adolescent female at Integrated Agricultural State Vocational School Riau Province. The study used an analytic observational method with a cross-sectional approach. The sampling technique used purposive sampling of 168 respondents and used the chi-square test. The results showed univariate analysis, majority of respondents had a poor level of knowledge (47.0%), a moderate level of peer support (48.8%), and a non-adherence level of iron supplementation consumption (50.0%). There was a correlation between peer support and adherence in consuming iron supplementation in adolescent female at Integrated Agricultural State Vocational School Riau Province with a p-value of 0.005 and there was no correlation between anemia knowledge and adherence in consuming iron supplementation with a p-value of 0.877. In conclusion, there was a correlation between peer support and adherence in consuming iron supplementation and there was no correlation between anemia knowledge and adherence in consuming iron supplementation in adolescent female.

Keywords: anemia, adherence, iron supplementation, knowledge, peer support.

PENDAHULUAN

Masa remaja adalah periode perubahan yang cepat dalam hal pertumbuhan fisik, kognitif dan psikososial. Pada masa ini merupakan masa peralihan dari masa kanak-kanak ke masa dewasa yang ditandai dengan banyak perubahan antara lain bertambahnya massa otot, jaringan lemak tubuh, dan perubahan hormon. Perubahan-perubahan tersebut berpengaruh pada kebutuhan gizi remaja (Hardinsyah dan Supariasa, 2017). Masalah gizi yang sering dihadapi pada saat ini yaitu obesitas, kurang energi kronis (KEK), stunting dan anemia. Anemia adalah suatu kondisi jumlah sel darah merah atau kadar hemoglobin dalam darah lebih rendah dari normal (Permanasari dkk, 2021). Remaja putri dikategorikan anemia jika kadar hemoglobin di dalam tubuhnya kurang dari 12 g/dL (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Kejadian anemia di Indonesia berdasarkan data Riskesdas 2018 sebesar 23,7% dan prevalensi anemia pada remaja berusia 15-24 tahun sebesar 32% (Kementerian Kesehatan RI, 2019). Hal ini menunjukkan 3-4 orang dari 10 orang remaja mengalami anemia. Nilai prevalensi anemia di Indonesia termasuk dalam kategori masalah masyarakat pada tingkat sedang yaitu rentang 20,0 – 39,9% (WHO, 2008).

Remaja putri memiliki risiko tinggi untuk anemia dan kekurangan gizi. Kebutuhan zat besi pada remaja putri meningkat karena mengalami pertumbuhan pesat pada masa pubertas. Anemia pada remaja putri dapat menurunkan daya tahan tubuh, kebugaran, prestasi belajar dan pengaruh pada jangka panjang yaitu kehamilan nantinya. Remaja putri merupakan calon ibu yang dapat meningkatkan risiko Pertumbuhan Janin Terhambat (PJT), prematur, BBLR, stunting dan gangguan neurokognitif (Dinkes Pemprov Riau, 2019). Faktor

yang menyebabkan tingginya angka kejadian anemia pada remaja diantaranya rendahnya asupan zat besi dan zat gizi lainnya, yaitu vitamin A, vitamin C, folat, riboflavin, B12, dan kesalahan konsumsi zat besi misalnya konsumsi zat besi bersamaan dengan zat lain yang dapat mengganggu penyerapan zat besi (Julaecha, 2020).

Program pencegahan dan penanggulangan anemia pada remaja putri oleh Kementerian Kesehatan dimasukkan ke dalam Rencana Strategis (Renstra) 2015-2019 dengan target pemberian TTD pada remaja putri sebesar 30% (Dinkes Pemprov Riau, 2019). Cakupan pemberian TTD pada remaja putri di Indonesia pada tahun 2021 adalah 31,3%. Pada provinsi Riau presentase cakupan pemberian TTD pada remaja putri yaitu 5,4 % urutan ke-5 dari presentase yang terendah (Kementerian Kesehatan RI, 2022).

Data dari Dinas Kesehatan Provinsi Riau tahun 2019 presentase remaja putri yang mendapatkan TTD adalah 52,64% yaitu 279.815 remaja putri menjadi sasaran dan yang mendapatkan TTD setiap bulannya 147.309 remaja putri. Berdasarkan data Analisis Capaian Kinerja (ACK) Provinsi Riau, presentase remaja putri yang mendapatkan TTD di Kota Pekanbaru mencapai 71,40%, untuk cakupan tertinggi di Provinsi Riau adalah di Kabupaten Kampar yaitu 74,17%. Sasaran pemberian TTD pada Kota Pekanbaru sebesar 45.998 remaja putri, namun hanya 32.842,75 remaja putri yang mendapatkan TTD dan banyak yang tidak mengonsumsi sesuai anjuran. Data tersebut memberitahu sebatas mendapatkan TTD, belum tentu mengonsumsi TTD (Dinkes Pemprov Riau, 2019).

Pemberian TTD pada remaja putri masih mengalami permasalahan. Banyak faktor yang mempengaruhi TTD tidak dikonsumsi dengan baik oleh remaja putri seperti sebagian remaja putri tidak bersedia mengonsumsi TTD karena memiliki efek samping seperti mual, pusing, lemas, dan berbau amis (Yudina dan Fayasari, 2020), remaja putri suka merasa lupa membawa TTD sesuai jadwal, sering lupa membawa TTD sedang berpergian, adanya persepsi bahwa jika badan sedang sehat TTD tidak perlu dikonsumsi (Yulianti dkk, 2023).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kepatuhan yaitu kurangnya pengetahuan dan dukungan teman sebaya. Semakin tinggi pengetahuan seseorang, semakin besar kemungkinannya untuk mematuhi aturan yang berlaku, karena pemahaman yang baik dapat mendorong kesadaran akan pentingnya kepatuhan. Langkah pertama untuk membentuk perilaku kepatuhan yang dibutuhkan adalah pengetahuan (Boyoh dkk, 2015).

Pengetahuan seseorang berpengaruh pada persepsi dan perilaku individu, semakin tinggi pengetahuan seseorang, semakin baik dalam menafsirkan sesuatu. Memperoleh informasi yang memadai tentang kesehatan memungkinkan remaja untuk mengetahui langkah-langkah yang harus diambil dan yang sebaiknya dihindari. Pemahaman yang baik tentang kesehatan pada remaja, dapat mencegah beberapa masalah yang sering dialami remaja putri (Ariani, 2014).

Berdasarkan penelitian Mutmainnah dkk (2023) terdapat hubungan antara pengetahuan dengan kepatuhan mengonsumsi TTD pada remaja putri di Pondok Pesantren Al-Fatah tahun 2022. Penelitian Nusrina dkk (2021) terdapat hubungan antara pengetahuan dengan kepatuhan konsumsi tablet tambah darah SMPN 26 Kota Bekasi. Penelitian Wahyuningsih dan Rohmawati (2020) menunjukkan ada hubungan antara pengetahuan tentang anemia dengan kepatuhan konsumsi tablet tambah darah di SMP N 1 Karangnongko.

Dukungan teman sebaya merupakan dukungan sosial yang diberikan langsung oleh teman seusianya. Pada masa remaja pengaruh kelompok sebaya sangat besar dikarenakan remaja cenderung menghabiskan waktu di luar rumah bersama dengan temannya, hal ini dapat mempengaruhi pola pikir remaja dalam wawasan sosial mereka terkait penyesuaian diri pada situasi sosial (Jahja, 2013).

Peran teman sebaya untuk mendukung dan mengingatkan remaja putri lainnya untuk teratur mengonsumsi TTD sangat penting. Peningkatan pengetahuan serta informasi terkait anemia dan TTD pada remaja putri dapat membagikan pengetahuan tersebut kepada teman sebayanya, sehingga akan lebih banyak remaja putri yang teratur dalam mengonsumsi TTD karena termotivasi oleh kebiasaan teman sebayanya (Utomo dkk, 2020).

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan di atas maka penelitian tertarik melakukan penelitian dengan judul Hubungan Pengetahuan Anemia dan Dukungan Teman Sebaya dengan Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah pada Remaja di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau, dilaksanakan pada Bulan Agustus sampai dengan September 2024.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode *observasional analitik* dengan pendekatan *cross sectional*. Penentuan jumlah sampel diambil dengan rumus Lemeshow (1997) dengan taraf signifikansi 5% sehingga diperoleh jumlah sampel sebesar 168 sampel. Teknik pengambilan sampel pada penelitian menggunakan *Purposive Sampling*.

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner pengetahuan, kuesioner dukungan teman sebaya dan kuesioner kepatuhan. Data tingkat pengetahuan diperoleh dari hasil wawancara yang dilakukan dengan memberikan kuesioner pengetahuan anemia. Responden diminta memilih benar atau salah dari pertanyaan tersebut, bila jawaban benar atau sesuai dengan kunci jawaban maka diberi nilai 1, sedangkan bila jawaban salah atau tidak sesuai dengan kunci jawaban diberi nilai 0, skor maksimal yang didapatkan adalah "15". Menurut Khomsan (2021) penilaian tingkat pengetahuan anemia dinyatakan dengan:

$$\frac{\text{Total nilai didapat} \times 100}{\text{Total nilai maksimal}}$$

Hasil skor kemudian dikategorikan menjadi: a) Pengetahuan baik, jika nilainya >80%. b) Pengetahuan cukup, jika nilainya 60-80%. c) Pengetahuan kurang, jika nilainya <60%.

Data dukungan teman sebaya diperoleh dari hasil pengisian kuesioner dukungan teman sebaya. Kuesioner dukungan teman sebaya terdiri dalam dua macam kategori yaitu pernyataan positif (*favorable*) dan negatif (*unfavorable*). Skor untuk pernyataan positif (*favorable*) apabila jawaban responden sangat setuju (SS) skor 4; setuju (S) negatif (*unfavorable*) apabila responden sangat setuju (SS) skor 1; setuju (S) skor 2; tidak setuju (TS) skor 3; sangat tidak setuju (STS) skor 4. Nilai dijumlahkan sehingga didapat perolehan skor tiap responden. Hasil setiap responden kemudian diinterpretasikan ke dalam 3 kategori yaitu, responden mendapat dukungan yang baik jika memiliki skor $\geq 76\%$, dukungan yang cukup 56-75%, dan dukungan kurang jika mendapatkan skor $\leq 55\%$ (Riyanto dan Putera, 2022).

Data kepatuhan konsumsi TTD pada remaja putri diperoleh dari pernyataan siswi mengenai jumlah konsumsi TTD dalam sebulan terakhir. Jika siswi mengonsumsi TTD 1 kali setiap minggu dalam sebulan maka siswi dianggap patuh sementara siswi dianggap tidak patuh jika siswi kurang mengonsumsi TTD 1 kali setiap minggu dalam sebulan. Jika dalam sebulan siswi tidak mengonsumsi TTD artinya siswi tidak konsumsi sama sekali (Kemenkes RI, 2018).

Analisa Data

Analisis data dalam penelitian menggunakan analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat dilakukan terhadap semua variabel penelitian yaitu, pengetahuan anemia, dukungan teman sebaya dan kepatuhan konsumsi tablet tambah darah. Analisis bivariat menggunakan uji *Chi-Square*. Hubungan antara variabel independen dengan dependen ditentukan dengan nilai (α) = 0,05. Apabila nilai $p < 0,05$ maka ada hubungan yang signifikan antara variabel independent dan dependen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Responden dalam penelitian ini adalah siswi kelas X dan XI SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau yang berjumlah 168 orang. Pengumpulan data karakteristik responden dilakukan dengan membagikan lembar permohonan menjadi responden, lembar persetujuan responden dan lembar identitas bersamaan dan kuesioner penelitian. Hasil penelitian berdasarkan data karakteristik responden dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin dan Usia

Karakteristik Responden	n	%
Jenis Kelamin		
Perempuan	168	100
Usia		
14 tahun	3	1,8
15 tahun	72	42,9
16 tahun	74	44,0
17 tahun	19	11,3
Total	168	100

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat diketahui dari 168 responden, karakteristik berdasarkan jenis kelamin yaitu perempuan berjumlah 168 orang (100%). Berdasarkan karakteristik usia terbanyak berasal dari kelompok usia 16 tahun yaitu 74 orang (44,0%), usia 14 tahun sebanyak 3 orang (1,8%), usia 15 sebanyak 72 orang (42,9%), dan usia 17 tahun sebanyak 19 orang (11,3%). Menurut data Riskesdas (2018) prevalensi anemia di Indonesia sebesar 23,7% dan pada perempuan sebesar 27,2 % (Kementerian Kesehatan RI, 2019). Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa sebagian besar responden yaitu remaja berusia 16 Tahun. Masa remaja yaitu masa peralihan dari masa anak-anak menjadi dewasa. Pada masa ini remaja mengalami perubahan dan pertumbuhan yang dapat mempengaruhi kesehatan dan status gizinya (Ariani, 2017). Kebutuhan gizi akan meningkat seiring dengan bertambahnya usia. Adapun faktor risiko anemia pada remaja putri diakibatkan oleh peningkatan kebutuhan zat besi pada saat remaja putri mengalami menstruasi, hal ini membuat banyaknya kebutuhan zat besi yang harus dipenuhi sehingga memberikan beban ganda pada remaja putri (Dieniyah dkk, 2019).

Pengetahuan Anemia

Pengetahuan anemia diukur dan dikategorikan menjadi kurang, cukup dan baik. Pengetahuan baik jika jawaban benar >80%, pengetahuan cukup jika jawaban benar 60-80% dan pengetahuan kurang jika jawaban benar <60% (Khomsan, 2021). Distribusi frekuensi pengetahuan anemia remaja putri SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Pengetahuan Anemia

Tingkat Pengetahuan	n	%
Baik	12	7,1

Cukup	77	45,8
Kurang	79	47,0
Total	168	100

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa tingkat pengetahuan remaja putri berkisar pada kategori kurang (47,0%) dan cukup (45,8%). Hanya sebagian kecil responden (7,1%) yang memiliki pengetahuan baik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Mularsih (2017) yang menunjukkan bahwa mayoritas remaja putri kelas X dan XI di Kota Semarang memiliki tingkat pengetahuan yang kurang tentang anemia sebesar 65,6%. Hal ini didukung oleh Laksmi dan Yenie (2018) yang menunjukkan bahwa sebagian besar remaja putri memiliki pengetahuan tentang anemia yang kurang sebesar 53,1%.

Dukungan Teman Sebaya

Dukungan teman sebaya diukur dan dikategorikan menjadi baik, cukup dan kurang. Baik jika menjawab $\geq 76\%$ pertanyaan, cukup jika menjawab 56%-75% pertanyaan, dan kurang jika menjawab $\leq 55\%$ pertanyaan (Riyanto dan Putera, 2022). Distribusi frekuensi dukungan teman sebaya remaja putri SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Dukungan Teman Sebaya

Dukungan Teman Sebaya	n	%
Baik	71	42,3
Cukup	82	48,8
Kurang	15	8,9
Total	168	100

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa hampir sebagian remaja putri memiliki dukungan teman sebaya dengan kategori cukup (48,8%) dan baik (42,3%). Hanya sebagian kecil remaja putri yang memiliki dukungan teman sebaya dengan kategori kurang (8,9%). Penelitian serupa yang dilakukan oleh Mukharomah and Budiono (2024) yang menunjukkan dukungan teman sebaya pada remaja putri yang terdapat di kelas XI IPA dan XI IPS SMAN 6 Semarang diperoleh sebanyak 78,3% yang kurang mendapatkan dukungan teman sebaya. Penelitian lainnya yang dilakukan Susanti dkk (2024) menyatakan bahwa 54,7% tidak mendapatkan dukungan dari teman sebaya sedangkan 45,3% mendapatkan dukungan dari teman sebaya untuk mengonsumsi TTD. Hal ini dikarenakan peran teman sebaya dalam mendukung dan mengingatkan remaja putri lainnya untuk secara teratur mengonsumsi TTD sangatlah penting. Dengan adanya dukungan ini, remaja putri dapat berbagi pengetahuan yang mereka miliki kepada teman-teman mereka, sehingga semakin banyak remaja putri yang termotivasi untuk rutin mengonsumsi TTD karena terinspirasi oleh kebiasaan positif dari teman sebaya mereka.

Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah

Kepatuhan konsumsi TTD diukur dan dikategorikan menjadi patuh jika mengonsumsi 4 tablet per bulan atau 1 kali setiap minggu dalam sebulan, kurang patuh jika mengonsumsi 1-3 tablet per bulan dan tidak patuh jika tidak sama sekali mengonsumsi TTD (Kemenkes RI, 2018). Distribusi frekuensi kepatuhan konsumsi TTD remaja putri SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah

Kepatuhan konsumsi TTD	n	%
Patuh	29	17,3
Kurang patuh	55	32,7

Tidak patuh	84	50,0
Total	168	100

Berdasarkan Tabel 4 mayoritas remaja putri memiliki tingkat kepatuhan konsumsi TTD tidak patuh sebanyak 84 orang (50,0%) selain kepatuhan konsumsi TTD tidak patuh juga terdapat tingkat kepatuhan konsumsi TTD kurang patuh dan patuh. Remaja putri dengan tingkat kepatuhan konsumsi TTD tidak patuh sebanyak 55 orang (32,7 %), dan sisanya memiliki tingkat kepatuhan konsumsi TTD kurang patuh sebanyak 29 orang (17,3%).

Hasil penelitian ini sejalan dengan Syah dkk (2022) yang dilakukan di SMK Kota Bekasi, diketahui bahwa sebagian besar remaja putri tidak patuh mengonsumsi TTD (74%), sedangkan remaja putri yang patuh mengonsumsi rutin TTD hanya 26%. Hasil penelitian ini sejalan dengan Nasir dkk (2024) yang dilakukan di Wilayah Kerja Puskesmas Turikale, diketahui bahwa sebagian besar remaja putri tidak patuh mengonsumsi TTD (63%), sedangkan remaja putri yang patuh mengonsumsi TTD hanya 37%.

Hubungan Pengetahuan Anemia dengan Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah

Hasil hubungan pengetahuan anemia dengan kepatuhan konsumsi TTD yang dianalisis dengan uji *Chi-Square* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hubungan Pengetahuan Anemia dengan Kepatuhan Konsumsi TTD
pada Remaja di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau.

Pengetahuan Tentang Anemia	Tingkat Kepatuhan Konsumsi TTD				Total		P - Value
	Patuh		Tidak Patuh				
	N	%	N	%	N	%	
Baik	45	50,6	44	49,4	89	100,0	0,877
Kurang	39	49,4	40	50,6	79	100,0	
Total	84	50,0	84	50,0	168	100,0	

Berdasarkan Tabel 5 di atas setelah dilakukan uji *Chi-Square* menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara pengetahuan anemia dengan kepatuhan konsumsi TTD pada remaja di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau dengan nilai *p-value* sebesar 0,877 yang berarti $p > 0,05$ sehingga hipotesis ditolak.

Hubungan Dukungan Teman Sebaya dengan Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah

Hasil hubungan dukungan teman sebaya dengan kepatuhan konsumsi TTD yang dianalisis dengan uji *Chi-Square* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hubungan Dukungan Teman Sebaya dengan Kepatuhan Konsumsi TTD pada
Remaja di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau.

Dukungan Teman Sebaya	Tingkat Kepatuhan Konsumsi TTD				Total		P-Value	OR
	Patuh		Tidak Patuh					
	N	%	N	%	N	%		
Baik	82	53,2	72	46,8	154	100	0,005	6,833
Kurang	2	14,3	12	85,7	14	100		
Total	84	50,0	84	50,0	168	100		

Berdasarkan Tabel 4.14 di atas setelah dilakukan uji *Chi-Square* menunjukkan ada hubungan yang bermakna antara dukungan teman sebaya dengan kepatuhan konsumsi TTD pada remaja di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau dengan nilai *p-value* sebesar 0,005 yang berarti $p < 0,05$ sehingga hipotesis diterima. Hasil uji *statistic odds ratio* didapatkan nilai OR yaitu 6,833 ($OR > 1$). Hal tersebut menunjukkan siswi yang mempunyai dukungan teman sebaya yang baik mempunyai peluang 6,8 kali lebih patuh dibandingkan dengan remaja putri yang kurang dukungan teman sebaya.

Hubungan Pengetahuan Anemia dengan Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah

Hasil analisa dengan uji *Chi-Square* menunjukkan tidak ada hubungan yang bermakna antara pengetahuan anemia dengan kepatuhan konsumsi TTD pada remaja di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau dengan nilai *p-value* sebesar 0,877 yang berarti $p > 0,05$ sehingga hipotesis ditolak. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Ningtyas dkk (2021) yang mana hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara pengetahuan tentang anemia terhadap kepatuhan konsumsi tablet tambah darah pada remaja putri di SMPN 01 Brondong Lamongan (nilai *p-value* 0,414). Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Lismiana dan Indarjo (2021) menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara pengetahuan anemia terhadap kepatuhan konsumsi tablet tambah darah (nilai *p-value* 0,93).

Pada penelitian ini, sebagian besar remaja putri memiliki pengetahuan yang kurang mengenai anemia, termasuk penyebab, gejala, dan dampak jangka panjangnya terhadap kesehatan. Pengetahuan tersebut belum cukup mendorong remaja putri untuk rutin mengonsumsi TTD, karena banyak yang tidak menyadari pentingnya pencegahan anemia, terutama kaitannya dengan konsentrasi belajar, produktivitas, dan kesehatan reproduksi di masa depan. Beberapa faktor, seperti kurangnya edukasi yang diberikan oleh tenaga kesehatan, turut menyebabkan ketidakpatuhan tersebut. Lingkungan sekitar juga berpengaruh, sehingga motivasi atau keinginan remaja putri untuk mengonsumsi TTD menjadi rendah (Lindawati, 2022).

Penyediaan informasi melalui edukasi, nasihat, saran, atau umpan balik mengenai tindakan yang sebaiknya diambil oleh remaja sangat dibutuhkan. Penelitian menunjukkan bahwa pendidikan tentang anemia dan TTD yang disampaikan melalui media seperti leaflet dan video dapat meningkatkan pemahaman remaja mengenai anemia dan pentingnya suplemen TTD (Puspikawati dkk, 2021). Selain itu, metode edukasi yang interaktif dan berbasis teman sebaya juga dapat meningkatkan tingkat kepatuhan remaja dalam mengonsumsi TTD, karena remaja lebih cenderung mendengarkan dan mengikuti informasi yang diberikan oleh teman sebaya mereka. Penyampaian informasi yang tepat, relevan, dan mudah dipahami akan membantu remaja untuk lebih menyadari pentingnya kesehatan mereka dan mendukung kebiasaan yang sehat, seperti rutin mengonsumsi TTD untuk mencegah anemia.

Hubungan Dukungan Teman Sebaya dengan Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah

Hasil analisa dengan uji *Chi-Square* menunjukkan ada hubungan yang bermakna antara dukungan teman sebaya dengan kepatuhan konsumsi TTD pada remaja di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau dengan nilai *p-value* sebesar 0,005 yang berarti $p < 0,05$ sehingga hipotesis diterima. Hasil uji *statistic odds ratio* didapatkan nilai OR yaitu 6,833 ($OR > 1$). Hal tersebut menunjukkan siswi yang mempunyai dukungan teman sebaya yang baik mempunyai peluang 6,8 kali lebih patuh dibandingkan dengan remaja putri yang kurang dukungan teman sebaya. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Murdani dkk (2024) dimana berdasarkan uji statistik *Chi-square* diperoleh nilai *p-value* $0,000 < 0,05$ maka artinya menunjukkan ada hubungan dukungan teman sebaya dengan kepatuhan konsumsi TTD pada siswi SMA Negeri 1 Bangli serta penelitian Ilham dkk (2023) dimana berdasarkan uji statistik *Chi-square* diperoleh nilai *p-value* $0,001 < 0,05$ maka artinya ada hubungan antara dukungan teman sebaya dengan konsumsi TTD pada remaja putri SMP Negeri 1 Mamuju.

Menurut teori perubahan perilaku oleh Lawrence Green (Notoatmodjo, 2010), perilaku kesehatan seseorang dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu *predisposing* (pendahuluan), *enabling* (pendukung), dan *reinforcing* (penguat). Pada penelitian ini, faktor penguat yang mempengaruhi remaja putri untuk

mengonsumsi Tablet Tambah Darah (TTD) melibatkan dukungan dari lingkungan sekitar, termasuk teman sebaya. Dukungan dari teman sebaya memainkan peran penting dalam membantu remaja putri mengatasi tantangan dan masalah yang dihadapinya, terutama selama masa remaja, ketika terjadi banyak perubahan fisik, psikologis, dan sosial (Aryanti dkk, 2023).

Dukungan dari teman sebaya memiliki pengaruh besar terhadap perilaku remaja putri. Remaja biasanya ingin diterima oleh teman-temannya, sehingga mereka lebih cenderung mengikuti saran atau pendapat teman (Andriyani dkk, 2023). Hal ini juga berlaku dalam konsumsi TTD. Ketika teman sebaya memberikan dorongan positif, seperti memotivasi, mengingatkan, atau mengajak untuk rutin mengonsumsi TTD, remaja putri lebih mudah mengikuti saran tersebut. Ini karena mereka merasa bahwa dengan melakukan hal yang sama seperti teman-temannya, mereka akan lebih merasa diterima dan hubungan mereka menjadi lebih kuat. Penelitian menunjukkan bahwa dukungan sosial dari teman sebaya dapat meningkatkan kepercayaan diri dan mendorong perilaku sehat. Remaja yang merasa didukung oleh teman-temannya lebih terbuka untuk mengadopsi kebiasaan baik, termasuk menjaga asupan zat gizi yang diperlukan untuk kesehatan, seperti mengonsumsi tablet tambah darah untuk mencegah anemia. Dengan demikian, interaksi positif dalam kelompok teman sebaya tidak hanya membangun kepercayaan diri tetapi juga mendorong remaja putri untuk membuat pilihan makanan yang lebih sehat untuk diri mereka.

KESIMPULAN

Responden siswi kelas X dan XI SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau dengan jumlah responden sebanyak 168 orang. Sebagian besar responden memiliki tingkat pengetahuan kurang sebanyak 79 orang (47,0%), tingkat dukungan teman sebaya cukup sebanyak 82 orang (48,8%) dan tingkat kepatuhan konsumsi TTD tidak patuh sebanyak 84 orang (50,0%). Berdasarkan hasil analisis uji *Chi-Square* diketahui pengetahuan memiliki nilai *p-value* sebesar 0,877 ($p > 0,05$) yang artinya menunjukkan tidak terdapat hubungan yang bermakna antara pengetahuan anemia dengan kepatuhan konsumsi TTD pada remaja di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau dan dukungan teman sebaya memiliki nilai *p-value* sebesar 0,005 ($p < 0,05$) yang artinya terdapat hubungan yang bermakna antara dukungan teman sebaya dengan kepatuhan konsumsi TTD pada remaja di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala sekolah SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau beserta Staf jajarannya yang telah mengizinkan penulis melaksanakan penelitian di SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau. Siswi kelas X dan XI SMK Negeri Pertanian Terpadu Provinsi Riau yang telah berpartisipasi dalam penelitian, serta enumerator yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, P., A. Sutja, dan F. Sarman. 2023. Pengaruh Interaksi Teman Sebaya terhadap Kepercayaan Diri Siswa di MTsN 2 Kota Jambi. *Journal Of Social Science Research*. 3(3): 10258-10268.
- Ariani, A. P. 2014. *Aplikasi Metodologi Penelitian Kebidanan dan Kesehatan Reproduksi*. Yogyakarta: Nuha Medika
- Ariani, A.P. 2017. *Ilmu Gizi*. Nuha Medika. Yogyakarta. 360 hal.
- Aryanti, R., D. Hermawan, dan D. E. Yanti. 2023. Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Kepatuhan Konsumsi Tablet Fe pada Remaja Putri. *Holistik Jurnal Kesehatan*. 17(8): 762-775. DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i8.13480>.
- Boyoh, M. E., A. Kaawoan., dan H. Bidjuni. 2015. Hubungan Pengetahuan dengan Kepatuhan Minum Obat Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe di Poliklinik Endokrin Rumah Sakit Prof. Dr. R. Kandou Manado. *Jurnal Keperawatan*, 3(3): 1-6.

- Dieniyah, P., M. M. Sari, dan I. Avianti. 2019. Hubungan Tingkat Pengetahuan Tentang Anemia pada Remaja Putri di SMK Analisis Kimia Nusa Bangsa Kota Bogor Tahun 2018. *Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*. 2(2): 151-158.
- Dinas Kesehatan Provinsi Riau. 2019. *Laporan Kinerja Bidang Kesehatan Masyarakat Program Pembinaan Kesehatan Masyarakat*. Dinas Kesehatan Provinsi Riau. Pekanbaru.
- Hardinsyah dan I.D.N. Supariasa. 2017. *Ilmu Gizi Teori dan Aplikasi*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 621 hal.
- Ilham, A. F. T. A., Yusriani, dan N. Bur. 2023. Dukungan Teman Sebaya Berhubungan dengan Konsumsi Tablet Tambah Darah pada Remaja Putri. *Window of Public Health Journal*. 4(2): 267-273.
- Jahja, Y. 2013. *Psikologi Perkembangan*. Kencana Prenadamedia Group. Jakarta. 490 hal.
- Julaecha. 2020. Upaya Pencegahan Anemia pada Remaja Putri. *Jurnal Abdimas Kesehatan (JAK)*. 2(2): 109-112.
- Kementerian Kesehatan RI. 2018. *Pedoman Pencegahan dan Penanggulangan Anemia Pada Remaja Putri dan Wanita Usia Subur (WUS)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 59 hal.
- Kementerian Kesehatan RI. 2019. *Laporan Nasional RISKESDAS 2018*. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 628 hal.
- Kementerian Kesehatan RI. 2022. *Profil Kesehatan Indonesia 2021*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. 289 hal.
- Khomsan A. 2021. *Teknik Pengukuran Pengetahuan Gizi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 74 hal.
- Laksmi, S., dan H. Yenie. 2018. Hubungan Pengetahuan Remaja Putri tentang Anemia dengan Kejadian Anemia di Kabupaten. *Jurnal Keperawatan*. 14(1): 104-07.
- Lindawati, R. 2022. Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Kepatuhan Konsumsi Tablet Fe pada Remaja Putri di SMA Negeri 3 Kota Serang Provinsi Banten tahun 2022. *Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan*. 1(1): 239-255.
- Lismiana, H dan S. Indarjo. 2021. Pengetahuan dan Persepsi Remaja Putri Terhadap Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*. 1(1): 22-30.
- Mukharomah, U and I. Budiono. 2024. Determinants of Compliance Behavior in Consumsing Blood Supplement Tablets in Adolescent Girls. *Jurnal Kesehatan*. 17(1): 12-24. DOI: <https://doi.org/10.23917/jk.v17i1.2527>.
- Mularsi, S. 2017. Hubungan Pengetahuan Remaja Putri tentang Anemia dengan Perilaku Pencegahan Anemia pada Saat Menstruasi di SMK Nusa Bhakti Kota Semarang. *Jurnal Kebidanan*, 6(2): 80-85.
- Mutmainnah, S., R. Zuraida, dan Suharmanto. 2023. Pengetahuan dan Sikap Berhubungan dengan Kepatuhan Mengonsumsi Tablet Tambah Darah pada Remaja Putri. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*. 5(3): 1321-1328.
- Nasir, Y., S. Masithah., K. Yusuf, dan I. D. Nurcahyani. 2024. Hubungan Pengetahuan Tentang Anemia dengan Kepatuhan Mengonsumsi Tablet Tambah Darah pada Remaja Putri di Wilayah Kerja Puskesmas Turikale. *Jurnal Gizi dan Kesehatan*. 8(1): 93-100. DOI: <https://doi.org/10.22487/ghidza.v8i1.1158>.
- Ningtyas, O. I., E. Ulfiana, dan Ngadiyono. 2021. Hubungan Pengetahuan Tentang Anemia dan Dukungan Keluarga Terhadap Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah pada Remaja Putri di SMPN 01 Brondong Lamongan. *Indonesiam Journal of Midwifery (IJM)*. 4(2): 128-139.
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta. 174 hal.
- Permanasari, I., R. Mianna, dan Y. S. Wati. 2021. *Remaja Bebas Anemia Melalui Peran Sebaya*. Gosyen Publishing. Yogyakarta. 170 hal.
- Puspikawati, S. I., S. K. Sebayang, D. M. S. K. Dewi, R. I. Fadzilah, A. Alfayad, D. A. H. Wardoyo, R. Pertiwi, A. B. A. Adnin, S. I. Devi, T. R. Manggali, M. Septiani, D. Yunita. 2021. Pendidikan Gizi tentang Anemia pada Remaja di Kecamatan Banyuwangi Jawa Timur. *Media Gizi Kesmas*. 10(2): 278-283. DOI: <https://doi.org/10.20473/mgk.v10i2.2021.278-283>.
- Riyanto, S dan A. R. Putera. 2022. *Metode Penelitian Kesehatan dan Sains*. Deepublish Publisher. Sleman. 239 hal.
- Susanti, S., H. Novriyanti P, dan H. Novrinda. 2024. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Konsumsi Tablet Tambah Darah pada Remaja Putri. *Jurnal Gizi Kerja dan Produktivitas*. 5(1). 13-18: DOI: <http://dx.doi.org/10.62870/jgkp.v5i1.25150>.
- Syah, M. N. H., H. Novianti., A. F. Asna, dan S. M. Perdana. 2022. Studi Kepatuhan Konsumsi Tablet Tambah Darah (TTD) dan Asupan Zat Gizi terkait Anemia pada Siswa Perempuan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Kota Bekasi, Indonesia. *Jurnal Media Gizi Mikro Indonesia*. 13(2): 105-116. DOI: <https://doi.org/10.22435/mgmi.v13i2.5156>.
- Utomo, E. T. R., N. Rohmawati, dan S. Sulistiyani. 2020. Pengetahuan, Dukungan Keluarga, dan Teman Sebaya Berhubungan dengan Konsumsi Tablet Tambah Darah pada Remaja Putri. *Ilmu Gizi Indonesia*. 4(1): 1-10.

- Wahyuningsih, A. dan A.U. Qoyyimah. 2019. Hubungan Pengetahuan tentang Anemia dengan Kepatuhan Mengonsumsi Tablet Tambah Darah Remaja Putri Di SMA Negeri 1 Karanganyar. *INVOLUSI: Jurnal Ilmu Kebidanan*. 9(1): 1-12.
- WHO [World Health Organization]. 2008. Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005 WHO Global Database on Anaemia. Geneva: World Health Organization. Switzerland. 40 hal.
- Yulianti, F., D. Herdhinata, dan S. Ediyono. 2023. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kepatuhan Remaja Putri dalam Mengonsumsi Tablet Tambah Darah di Kota Bandung. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 19(4): 282-287. DOI: <https://doi.org/10.19184/ikesma.v19i4.43850>.

SUPLEMENTASI CAMPURAN ASAM JAWA DAN KUNYIT-GINSENG DALAM PAKAN TERHADAP PERFORMA AYAM BROILER

Supplementation Of Tamarind And Turmeric _Ginseng Mixture In Ration On Broiler Performance

FX Suwarta* , Lukman Amien, Sri Hartati Candra Dewi dan Niken Astuti

Program Studi Peternakan, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
JI Wates KM 10 Yogyakarta. HP. 082221462651

*email: suwarta@mercubuana-yogya.ac.id

ABSTRACT

The use of herbal ingredients as feed additives to increase poultry productivity has been developed in Indonesia. The study aimed to examine the effect of tamarind (AJ) and turmeric (K)-ginseng (G) supplementation on broiler chicken performance. The study was designed with a completely randomized design with 5 treatments. Each treatment was replicated three times, with 10 Cobb strain chicks. The treatments consisted of T1: Control (basal ration without AJ, K-G mixture), T2 (AJ 0g + 3 g K + 3 g G), T3 (AJ 0g + 6 g K + 6 g G); T4 (AJ 6g + 3 g K + 3 g G) and T5 (AJ 6 g + K 6 g + G 6 g). The variables measured included feed consumption, body weight gain, feed conversion, protein utilization efficiency, performance index and carcass weight. The data were analyzed using SPSS. The results showed that supplementation of tamarind, turmeric, and ginseng (T4 and T5) resulted in significant ($P<0.05$) feed consumption, body weight gain, and carcass weight compared to the control ration (T1) and T2 and T3. . Treatment T2 resulted in better feed conversion, protein utilization efficiency, and performance index compared to the control (T1). Supplementation with tamarind, turmeric, and ginseng (T4 and T5) significantly improved feed conversion, protein utilization efficiency, performance index, and carcass weight. . It was concluded that supplementation with tamarind at a dose of 6 g/kg and turmeric-ginseng at a dose of 6 g/kg (T5) resulted in the best performance of broiler chickens.

Keywords: broiler, carcass, ginseng, performance, tamarind-turmeric

PENDAHULUAN

Di Indonesia ayam broiler merupakan unggas penyedia daging terbesar dibanding ternak lainnya. Populasi ayam broiler di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 3,1 miliar. Ayam broiler telah berkembang menjadi industri biologis dan mampu menyumbang penyediaan pangan hewani asal ternak sebanyak 66 %. (DPJH, 2024). Untuk menjaga kesehatan dan produktivitas ayam broiler umumnya banyak digunakan feed additive yaitu merupakan bahan non nutrisi yang disuplementasikan kedalam pakan untuk memperbaiki pertumbuhan, memperbaiki efisiensi pakan dan menjaga kesehatan ternak. Penggunaan antibiotik menimbulkan resiko residu pada produk yang dapat membahayakan konsumen, serta menimbulkan efek kekebalan pada beberapa bakteri. Untuk itu pada saat ini dikembangkan produk herbal sebagai antibiotik alami (fitobiotik) pada unggas. Penggunaan bahan herbal untuk memperbaiki performan ternak dinilai lebih aman karena mempunyai toksisitas rendah, bebas residu, berharga murah dan mampu memperbaiki produktivitas ternak.

Penggunaan fitobiotik pada ternak memberikan pengaruh yang positif karena mengandung antioksidan, memperbaiki pencernaan, menekan bakteri yang merugikan, dapat meningkatkan kekebalan, memperbaiki pertumbuhan dan konversi pakan. Penggunaan bahan herbal juga menurunkan trigliserida dan kolesterol (Houshmand et al. 2012); Penggunaan bahan herbal secara campuran pada umumnya memberikan efek yang lebih baik dibanding pemberian secara tunggal. Suplementasi beberapa bahan herbal berupa extract artemisia, thyme, oregano dan rosemary dapat meningkatkan pertumbuhan dan memperbaiki kinerja unggas. Herbal yang banyak dikenal di Indonesia diantaranya adalah asam jawa, kunyit dan ginseng jawa. Asam jawa (*Tamarindus indica* L), mengandung asam organik yang merupakan senyawa alami dalam berbagai bentuk dan sering digunakan dalam pengasaman pakan dan dimaksudkan mempengaruhi metabolime, mencegah penyakit dan bersifat sebagai anti bakteri, anti jamur dan anti mikroba. Asam jawa merupakan salah satu spesies tanaman polong-polongan utama dari famili *Fabaceae*. Hampir setiap bagian tanaman ini memiliki beberapa kegunaan dalam konteks pengobatan, gizi, ekonomi, atau lingkungan. Oleh karena itu, tanaman ini dianggap sebagai pohon serbaguna. Berbagai varietas asam jawa dibedakan menjadi dua jenis yaitu varietas asam dan varietas asam manis. Asam mengandung asam organik seperti asam fumarate, asam format, asam laktat, asam sitrat dan dapat digunakan untuk memperbaiki performan dan Kesehatan unggas. Asam laktat

merupakan pembawa energi potensial yang tidak meninggalkan residu, cepat diabsorpsi, dan berperan dalam metabolisme (Yang et al., 2018). Penggunaan asam organik baik secara tunggal dan campuran mempunyai sifat sebagai antibakteri dan nilai lebih aman tidak meninggalkan residu. Asam organik efektif, tidak hanya sebagai stimulator pertumbuhan, tetapi juga sebagai alat pengendali untuk semua bakteri baik yang bersifat patogen maupun nonpatogen. Acidifier akan mengubah pH digesta, meningkatkan sekresi pancreas, memiliki efek trofik pada mukosa saluran gastrointestinal, dan bersifat anti bakteri (Dibner JJ and Buttin, P. 2002). Datta, R and Henry, M. (2010) zat fitokimia yang terkandung dalam rimpang kunyit dan buah asam jawa adalah flavonoid, fenol, tanin, terpenoid dan vitamin C. Buah asam jawa (*Tamarindus indica L.*) mempunyai aktivitas antibakteri, antijamur, hipoglikemik, hipokolesterolemik, antiinflamasi, hipolipemik dan antioksidan.

Kunyit (*Curcuma longa*) merupakan tanaman rempah perenial yang banyak tumbuh di kawasan India, Cina dan Asia Tenggara dan biasa digunakan sebagai bahan obat tradisional dan penyedap makanan. Kunyit mengandung senyawa bioaktif diantaranya kurkuminoide, asam lemak volatil dan polisakarida dan mempunyai aktivitas hipokolesterolemik dan hepato protective. Kunyit mengandung kurkumin yang merupakan senyawa antibakteria dan menurunkan kebutuhan antibiotik (Akbarian et al., 2016). Kunyit dapat memperbaiki pertumbuhan, efisiensi pakan, menurunkan kebutuhan berbagai bakteri (Kim et al., 2013). Kurkumin mempunyai sifat antiinflamasi dalam saluran cerna dan memperbaiki kesehatan saluran cerna, mempunyai aktivitas sebagai kekebalan, memperbaiki sistem kekebalan (Akbarian et al., 2016). Sayed (2023) menemukan penggunaan kunyit menurunkan kasus nekrosis enteritis pada broiler. Kunyit dalam ransum ayam broiler memperbaiki pertumbuhan, konversi pakan dan berat karkas (Wang et al, 2015). Suplementasi tepung kunyit dalam pakan dapat memperbaiki performan (Zhang, et al, 2018).

Abd Elhack et al (2020) menyatakan suplementasi tepung kunyit dalam ransum ayam broiler dapat memperbaiki konsumsi pakan, kenaikan berat badan dan konversi pakan. Suplementasi kurkumin mampu mengatur metabolisme lemak sehingga kandungan lemak abdominal menurun (Xie et al. 2019). Kunyit memberikan pengaruh yang positif terhadap performan ayam broiler, karena dapat memperbaiki absorpsi dan pemanfaatan nutrisi, memperbaiki fungsi imun dan menurunkan stress oksidatif. Kunyit dapat memperbaiki aktivitas enzim saluran cerna sehingga akan memperbaiki absorpsi dan penggunaan nutrisi. Kurkumin juga mempunyai aktivitas sebagai imunomodulator, sehingga memperbaiki sistem kekebalan dan mencegah infeksi pada broiler. Kunyit juga mempunyai aktivitas sebagai antioksidan, sehingga menurunkan stress oksidatif dan memperbaiki kesehatan unggas (Scazzocchio et al., 2020). Sebagai feed aditif kunyit dapat memperbaiki performan ayam broiler, memperbaiki pertumbuhan, konversi pakan dan berat karkas, memperbaiki absorpsi, memperbaiki fungsi kekebalan dan menurunkan stress oksidatif (Abou-Elbakhir, 2014). Kurkumin dalam kunyit mempunyai aktivitas sebagai anti inflamasi, antioksidan dan antikanker. Suplementasi kunyit sebagai feed aditif pada ayam petelur dapat memperbaiki produktivitas dan kesehatan (Samantaray, et al., 2022). Penggunaan kunyit yang dikombinasikan dengan bawang hitam dapat memperbaiki produksi telur, kualitas telur pada ayam petelur, tebal kerabang dan meningkatkan aktivitas antioksidan. (Singh et al., 2019). Kosti et al (2020) menyatakan suplementasi kunyit akan memperbaiki komposisi mikroba saluran cerna akan meningkatkan *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* dan menurunkan bakteri yang merugikan diantaranya *Escherichia coli* dan *Salmonella*. Suplementasi kunyit pada dosis 30 dan 50 mg/kg dapat menurunkan peroksidasi dan memperbaiki aktivitas antioksidan pada ayam petelur. Suplementasi kunyit pada level 1% dan 5%, secara nyata akan memperbaiki konsumsi pakan dan menurunkan kolesterol pada ayam petelur (Galli, et al, 2020). Kurkumin mempunyai aktivitas antibakteri dengan menghambat perkembangan beberapa bakteri diantaranya adalah *Salmonella* dan *E. Coli* pada unggas. Hafez et al. (2022) menyatakan suplementasi curcumin pada dosis 100 mg/kg secara nyata menurunkan perkembangan *Salmonella enteritis* pada broiler.

Ginseng jawa (*Talinum paniculatum*) memiliki akar mirip ginseng walaupun keduanya berasal dari familia berbeda. Ginseng jawa banyak digunakan sebagai afrodisiak, banyak digunakan sebagai obat tradisional dan sebagai tonik reproduksi dan sebagai senyawa estrogenik. Ekstrak *Talinum paniculatum* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *B. Subtilis* (Hastuti et al., 2016), *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* dan jamur *Candida albicans*. *T. Paniculatum* mengandung saponin, minyak atsiri, resin, tanin, flavonoid, glikosida dan sterol (Silalahi, 2022). Flavonoid memiliki aktivitas mempunyai aktivitas antijamur *C. Albicans*. Ekstrak ginseng menghambat pertumbuhan mikroba dalam saluran cerna. *Talinum paniculatum* mengandung antioksidan yang dapat mencegah stress oksidatif dan memperbaiki kerusakan sel-sel tubuh akibat paparan radikal bebas (Oh et al, 2013). Tanaman ginseng dan ekstraknya adalah stimulan pertumbuhan alami yang dapat menggantikan antibiotik dan telah digunakan di negara-negara Asia, seperti Korea, Jepang, dan Cina, selama lebih dari dua milenium. Ginseng dan ekstraknya memiliki sifat anti alergi, anti inflamasi, anti kanker, anti kelelahan, anti stres, dan imunomodulator. Dalam minyak atsiri, ginseng mengandung ginsenosida alkohol poliasetilenik, saponin, peptida, polisakarida, dan vitamin, kandungan bahan aktifnya tergantung pada cara budidayanya. Ginseng mengandung senyawa bioaktif yang meliputi saponin ginseng (GS), lignan, peptida, poliasetilen, dan alkaloid, menjadikannya sumber obat tradisional yang ampuh selama berabad-abad di Asia Timur karena kemampuannya meningkatkan kekebalan dan energi yang beragam dengan kapasitas antioksidan dan antiinflamasi (Peng et al., 2023).

Aktivitas antioksidan dan antiinflamasi ini penting untuk kesehatan sel dan dapat berkontribusi pada efek antipenuaan yang dilaporkan dari ginseng, dan telah terbukti meningkatkan kinerja (Su et al., 2023; Tajudeen et al., 2023). Dengan demikian, berfungsi sebagai alternatif antibiotik yang layak. Suplementasi Ginseng dapat meningkatkan *Lactobacillus* dan menurunkan *E. Coli* dalam ekskreta dan memperbaiki produksi telur, konversi pakan, Kualitas telur (Tajudeen et al., 2023).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di kandang percobaan Teaching Farm Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Desa Kalurang, Argomulyo, Bantul, Yogyakarta, dilaksanakan pada tanggal 4 Mei sampai 10 Juli 2025

Materi Penelitian

Penelitian menggunakan bahan utama daging buah asam jawa, tepung kunyit, tepung ginseng jawa dan ransum. Ransum penelitian disusun dari beberapa bahan pakan yaitu jagung, bekatul, tepung ikan, bungkil kedelai dan tepung tulang disusun secara isonutrien. Anak ayam broiler sebanyak 150 ekor strain Cobb. Sebelum penelitian anak ayam diberi ransum komersial BR-1. Perlakuan dimulai pada saat ayam berumur 1 minggu diakhiri pada umur 5 minggu. Tepung Ginseng Jawa dibuat dari bonggol ginseng dan tepung kunyit dibuat dari rimpang kunyit. Asam jawa, rimpang kunyit dan Ginseng jawa dibeli dari pasar lokal di Yogyakarta.

Metode Penelitian

Penelitian dimulai dari pembuatan tepung kunyit dan tepung ginseng. Rimpang kunyit, dicuci bersih, kemudian diiris melintang setebal 2 mm, dan dikeringkan dengan sinar matahari hingga kering dan digiling menjadi tepung, selanjutnya diayak dengan saringan 25 mesh. Metode yang sama juga dilakukan pada pembuatan tepung bonggol ginseng. Asam jawa disuplementasikan dengan cara dilarutkan dengan air dengan perbandingan asam jawa: air dengan perbandingan 1:1. Penelitian dirancang dengan rancangan acak lengkap pola searah dengan menggunakan 5 perlakuan, dan setiap perlakuan diulang tiga kali. Setiap ulangan menggunakan 10 ekor anak ayam broiler. Penelitian menggunakan 5 ransum perlakuan yaitu T1 (Ransum basal tanpa campuran asam jawa, kunyit dan ginseng), T2 (Ransum basal tanpa asam jawa + disuplementasi campuran kunyit 3g/kg + ginseng 3 g/kg); T3 (Ransum basal tanpa asam jawa + campuran kunyit 6 g/kg + Ginseng Jawa 6 g/kg); T4 (Ransum basal + asam jawa 6 g/kg + Campuran kunyit 3 g/kg dan Ginseng 3 g/kg) dan T5 (Ransum basal + Asam Jawa 6 g/kg + Campuran Kunyit 6 g/kg + Ginseng 6 g/kg). Ransum basal disusun dari beberapa bahan pakan yaitu jagung, bekatul, bungkil kedelai, tepung ikan, tepung tulang. Ransum disusun iso energi dan protein dengan kandungan energi 2950 kkal/kg dan protein 21,30 %. Ransum perlakuan diberikan mulai umur 1 minggu sampai dengan 5 minggu, diberikan secara *ad libitum*. Susunan dan kandungan nutrisi ransum perlakuan tertera pada Tabel 1. Analisis data dilakukan dengan analisis variansi menggunakan SPSS versi 22.

Variabel yang Diamati

Variabel penelitian yang diambil selama penelitian meliputi konsumsi pakan, kenaikan berat badan, konversi pakan, efisiensi penggunaan protein untuk pertumbuhan dan indeks performan.

Konsumsi pakan

Konsumsi pakan mingguan diukur setiap minggu sekali dengan cara mengurangi jumlah pakan yang disediakan pada awal minggu (g/ekor/minggu) dengan sisa pakan pada akhir minggu (g/ekor/minggu). Rata-rata konsumsi pakan (g/ekor/hari) dihitung berdasarkan konsumsi pakan kumulatif mingguan dibagi dengan lama hari penelitian.

Kenaikan Berat Badan

Kenaikan berat badan mingguan diukur dengan mengurangi berat badan pada akhir minggu (g/ekor) dengan berat badan pada minggu sebelumnya (g/ekor). Rata-rata berat badan (g/ekor/hari) pada setiap ulangan dihitung berdasarkan kenaikan berat badan kumulatif dibagi lama hari penelitian.

Konversi Pakan

Konversi pakan dihitung pada setiap ulangan, dengan membagi jumlah konsumsi pakan (g/ekor) dibagi dengan kenaikan berat (g/ekor) badan selama penelitian.

Efisiensi Penggunaan Protein

Efisiensi penggunaan protein untuk pertumbuhan dihitung berdasarkan kenaikan berat badan dibagi dengan konsumsi protein dikalikan 100 %

Indeks Performan (IP)

Indeks Performan OFC diukur dengan (cara rata-rata berat badan (kg) x livability) dibagi dengan (konversi pakan x umur panen)

Berat Karkas

Berat karkas diukur dengan menimbang karkas ayam dari setiap ulangan. Karkas diperoleh dari berat ayam hidup dikurangi darah, bulu, kepala, shank , organ dalam kecuali ginjal dan paru.

Tabel 1. Susunan dan kandungan nutrisi ransum perlakuan

Bahan Pakan (kg)	Perlakuan				
	T1	T2	T3	T4	T5
Jagung	50	50	50	50	50
Bekatul	19	19	19	19	19
Tepung ikan	6	6	6	6	6
Bungkil Kedele	23	23	23	23	23
Tepung Tulang	2	2	2	2	2
Jumlah (kg)	100	100	100	100	100
Asam jawa	0	0	0	6	6
Tepung Kunyit (g/kg)	0	3	6	3	6
Tepung Ginseng (g/kg)	0	3	6	3	6
Filler (g/kg)	18	12	6	3	0
Kandungan Nutrien					
Protein (%)	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3
ME (Kcal/kg)	2950,7	2950,7	2950,7	2950,7	2950,7
Serat Kasar (%)	4,98	4,98	4,98	4,98	4,98
Ca (%)	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
P (%)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengaruh suplementasi asam jawa dan campuran kunyit - ginseng jawa pada berbagai level terhadap konsumsi pakan, kenaikan berat badan, konversi pakan ,effisiensi penggunaan protein untuk pertumbuhan dan indeks performan tertera pada Tabel 2. Hasil analisis variansi menunjukkan suplementasi tepung kunyit dan ginseng jawa (TKG) sebesar 3 g (T3) dalam ransum, akan memperbaiki konsumsi pakan secara nyata ($P < 0,05$). Demikian juga mampu merangsang sekresi enzim pencernaan dan ginseng . Asam jawa mengandung asam fumarate , asam format, asam laktat , asam sitrat yang mempunyai peran untuk mengendalikan bakteri,. Asam jawa mampu mengubah pH digesta, meningkatkan sekresi dengan mensuplementasikan asam jawa dan kunyit-ginseng sebesar 6 g/kg (T4 dan T5) secara nyata semakin meningkatkan konsumsi pakan. Kenaikan konsumsi pakan ini disebabkan suplementasi kunyit dan ginseng pada aras 6 g/kg akan mengakibatkan peningkatan sekresi enzim pencernaan dalam saluran cerna.

Peningkatan konsumsi pakan Pada T4 dan T5 menunjukan adanya peran sinergis dari tiga bahan herbal yaitu asam jawa, kunyit dan ginseng. Asam jawa diduga mampu memperkuat peran kunyit dan ginseng, yaitu memperbaiki beberapa bakteri seperti asam laktat, sedang kunyit mengandung kurkumin yang pankreas , dan merangsang mukosa usus. Demikian juga kunyit juga mengandung kurkumin yang mampu meningkatkan sekresi enzim saluran cerna .Kunyit dapat memperbaiki aktivitas enzim saluran cerna sehingga akan memperbaiki absorpsi dan penggunaan nutrisi. Kurkumin juga mempunyai aktivitas sebagai imunomodolity , sehingga memperbaiki sistem kekebalan sehingga mencegah infeksi pada broiler. Kunyit juga mempunyai aktivitas sebagai antioksidan, sehingga menurunkan stress oksidatif dan memperbaiki kesehatan unggas (Scazzochio et al., 2020).

Tabel 2. Pengaruh campuran asam jawa dan tepung kunyit-ginseng terhadap kinerja ayam broiler

Kinerja	Perlakuan				
	T1	T2	T3	T4	T5
Konsumsi pakan (g/ekor/hari)	73,46±1,24 ^a	68,85±6,0 3 ^a	78,24±2,94 ^{ab}	79,36±1,79 ^b	74,40±4,87 ^b
Kenaikan Berat Badan (g/ekor/hari)	48,10±1,75 ^a	54,05±2,60 ^b	48,86±2,53 ^a	58,11±3,77 ^{bc}	61,89±1,76 ^c
Konversi Pakan	1,52±0,08 ^a	1,31±0,08 ^c	1,48±0,08 ^{ab}	1,35±0,10 ^{b c}	1,28±0,04 ^c
Efisiensi Protein (%)	322,3±0,16 ^a	369,0±0,43 ^a	334,0±0,18 ^{ab}	366,0±0,25 ^b	386,3±0,15 ^b
Indeks Performa	315,7±26,1 ^a	413,7±41,50 ^b	311±33,25 ^a	433±54,29 ^b	485±30,62 ^b
Berat Karkas (g)	1301,7±9,0 ^a	1349,0±63,5 ^{ab}	1396±32,9 ^{abc}	1453,3±8,5 ^{bc}	1463±106,2 ^c

Keterangan: ^{a, b} pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata P<0,05)

Suplementasi kunyit-ginseng saja menghasilkan kenaikan berat badan tertinggi pada T2 (dosis 3 g/kg) yaitu 54,05±2,60 g/ek/hari, tetapi pada T3 (KG level 6) menghasilkan berat badan tidak berbeda dengan kontrol. Hal ini menunjukkan level optimal campuran KG optimal pada level 3 g. Pada level yang lebih tinggi walaupun konsumsi pakannya meningkat, akan menghasilkan kenaikan berat badan yang hampir sama dengan ransum kontrol. Penggunaan campuran, tiga bahan herbal yaitu asam jawa, Kunyit - Ginseng secara nyata akan meningkatkan kenaikan berat badan dibanding kontrol maupun TKG. Kenaikan berat badan tertinggi diperoleh pada suplementasi TKG 6 g/kg (T5). Hal tersebut menunjukkan penambahan asam jawa mempunyai peran yang penting untuk memperbaiki komposisi mikroba dalam saluran cerna, yang bersinergi dengan Kunyit-Ginseng jawa. Asam laktat merupakan pembawa energi potensial yang tidak meninggalkan residu, cepat diabsorpsi, dan berperan dalam metabolisme (Yang et al., 2018).

Penggunaan asam organik baik secara tunggal dan campuran mempunyai sifat sebagai antibakteri dan nilai lebih aman tidak meninggalkan residu. Asam organik efektif, tidak hanya sebagai stimulator pertumbuhan, tetapi juga sebagai alat pengendali untuk semua bakteri baik yang bersifat patogen maupun nonpatogen (Naidu, AS. 1989). Acidifier akan mengubah pH digesta, meningkatkan sekresi pancreas, memiliki efek trofik pada mukosa saluran gastrointestinal, dan bersifat anti bakteri (Dibner and Buttin, 2002). Penelitian oleh Datta and Henry (2010) menyatakan zat fitokimia yang terkandung dalam rimpang kunyit dan buah asam jawa adalah flavonoid, fenol, tanin, terpenoid dan vitamin C. Buah asam jawa (*Tamarindus indica* L.) mempunyai aktivitas antibakteri, antijamur, hipoglikemik, hipokolesterolemik, antiinflamasi, hipolipemik dan antioksidan. Kunyit dapat memperbaiki pertumbuhan, efisiensi pakan, memperbaiki komposisi bakteri dalam saluran cerna (Kim et al., 2013).

Kurkumin mempunyai sifat antiinflamasi dalam saluran cerna dan memperbaiki kesehatan saluran cerna, mempunyai aktivitas sebagai kekebalan, memperbaiki sistem kekebalan (Akbarian et al., 2016). Sayed (2023) menemukan penggunaan kunyit menurunkan kasus nekrosis enteritis pada broiler. Kunyit dalam ransum ayam broiler memperbaiki pertumbuhan, konversi pakan dan berat karkas (Wang et al, 2015). Suplementasi tepung kunyit dalam pakan dapat memperbaiki performan (Zhang, et al, 2018). Abd Elhack et al (2020) menyatakan suplementasi tepung kunyit dalam ransum ayam broiler dapat memperbaiki konsumsi pakan, kenaikan berat badan dan konversi pakan. Suplementasi kurkumin mampu mengatur metabolisme lemak sehingga kandungan lemak abdominal menurun (Xie et al. 2019). Kunyit memberikan pengaruh yang positif terhadap performan ayam broiler, karena dapat memperbaiki absorpsi dan pemanfaatan nutrisi, memperbaiki fungsi imun dan menurunkan stress oksidatif. Kunyit dapat memperbaiki aktivitas enzim saluran cerna sehingga akan memperbaiki absorpsi dan penggunaan nutrisi. Kurkumin juga mempunyai aktivitas sebagai imunomodulator, sehingga memperbaiki sistem kekebalan sehingga mencegah infeksi pada broiler. Kunyit juga mempunyai aktivitas sebagai antioksidan, sehingga menurunkan stress oksidatif dan memperbaiki kesehatan unggas (Scazzochio et al., 2020). Ginseng mengandung senyawa bioaktif yang meliputi saponin ginseng (GS), lignan, peptida, poliasetilena, dan alkaloid, menjadikannya sumber obat tradisional karena kemampuannya meningkatkan kekebalan dan energi yang beragam dengan kapasitas antioksidan dan antiinflamasi (Peng et al., 2023). Aktivitas antioksidan dan antiinflamasi ini penting untuk kesehatan sel dan dapat berkontribusi pada efek antipenuaan yang dilaporkan dari ginseng, dan telah terbukti meningkatkan kinerja (Su et al., 2023; Tajudeen et al., 2023).

Suplementasi TKG sampai level 3 g (T2) dan 6 g(T3) menghasilkan konversi pakan lebih baik dibanding ransum kontrol, Konversi pakan ransum yang disuplementasi kunyit dan ginseng paling baik pada

pada level 3 g/kg (T2). Hal ini sesuai dengan konsumsi pakannya dan kenaikan berat badannya, dalam hal ini pada T2 konsumsi pakannya lebih sedikit dan kenaikan berat badannya lebih tinggi. Kunyit dapat memperbaiki absorpsi dan meningkatkan pemanfaatan nutrisi serta menurunkan stress oksidatif. Demikian juga ginseng mengandung senyawa biokatif dan mempunyai kemampuan meningkatkan kekebalan, menekan bakteri yang merugikan, sebagai senyawa antiinflamasi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi KG pada masing masing pada 3 g/kg dan 3 g/kg dapat memperbaiki efisiensi penggunaan pakan. Hal ini membuktikan bahwa suplementasi KG akan meningkatkan efisiensi pakan untuk pertumbuhan. Kunyit mengandung curcumi yang berperan meningkatkan nafsu makan, memperbaiki pencernaan, menjaga mikroflora yang menguntungkan dan meningkatkan absorpsi nutrisi. Sedangkan ginseng mengandung minyak atsiri yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan, antimikrobia dan hepatoprotektif.

Suplementasi tiga bahan herbal asam jawa, ginseng dan kunyit (AKG) memberikan konversi pakan lebih baik dari pada ransum kontrol, maupun hanya mensuplementasikan dua bahan saja yaitu kunyit - ginseng. Suplementasi tiga herbal asam jawa, kunyit dan ginseng mempunyai efek saling melengkapi sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pakan. Asam jawa berperan menjaga PH digesta, meningkatkan sekresi pankreas, memberikan efek trofik terhadap mukosa dan mempunyai aktivitas sebagai anti bakteri. Kunyit memiliki peran memperbaiki pencernaan dan absorpsi nutrisi, memperbaiki sistem kekebalan, dan menurunkan stress. Demikian juga ginseng mengandung senyawa bioaktif saponin, lignan, peptida, poliasetilena dan alkaloid, mempunyai kemampuan meningkatkan kekebalan sebagai antiinflamasi dan antioksidan. Konversi pakan T5 menghasilkan konversi pakan lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan suplementasi asam jawa pada dosis 6 g/kg yang dikombinasikan dengan tepung kunyit dan ginseng jawa pada dosis 6 g memberikan konversi pakan paling baik. Ginseng mengandung minyak atsiri yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan, antimikrobia dan hepatoprotektif. Dengan mensuplementasikan Asam jawa, Kunyit dan Ginseng mampu memperbaiki konversi pakan dibanding kontrol dan ransum disuplementasi KG. Konversi pakan T5 (campuran AKG) menghasilkan konversi pakan terbaik yaitu 1,28. Rendahnya konversi pakan tersebut menunjukkan kombinasi tiga bahan yaitu asam jawa, kunyit dan ginseng memberikan efek saling melengkapi. Asam jawa mengandung asam organik yang mampu memperbaiki mikrobia dan menekan bakteri yang merugikan dalam saluran cerna. Kunyit mengandung kurkumin yang berperan merangsang enzim pencernaan, sehingga memperbaiki pencernaan, memperbaiki kekebalan dan sebagai antioksidan. Ginseng mengandung mengandung minyak atsiri yang berperan sebagai antioksidan, antimikrobia dan hepatoprotektif. Perbaikan konversi pakan tersebut juga sesuai dengan meningkatnya efisiensi penggunaan protein untuk pertumbuhan ($P < 0,05$). Suplementasi KG mampu meningkatkan efisiensi penggunaan protein untuk pertumbuhan dibanding ransum kontrol. Efisiensi penggunaan protein untuk pertumbuhan paling tinggi diperoleh dengan mengkombinasikan AKG pada level 6 g (T5). engkombinasikan Pada perlakuan T4 dan T5, setiap konsumsi satu gram protein akan menghasilkan pertumbuhan 3,86 g (366%) dan 3,86 g (386%), sedang pada perlakuan T1 akan menghasilkan pertumbuhan 3,22 g (322%) dan T2 3,69 g (369%) dan T3 3,34 g (334%).

Penggunaan kombinasi kunyit dan ginseng saja pada level 3 g/kg (T2) menghasilkan indeks performan dibanding kontrol (T1) maupun T3 (dosis 6 g/kg). Penggunaan kombinasi KG pada dosis yang lebih tinggi T5 (dosis 6 g/kg) akan menurunkan indeks performan. Hal tersebut disebabkan pada dosis tersebut akan menghasilkan konversi pakan yang tinggi dan pertumbuhan yang lebih rendah. Penggunaan suplementasi tiga bahan kunyit, ginseng dan asam jawa secara keseluruhan baik pada T4 (dosis 3 g/kg) maupun T5 (dosis 6 g/kg) akan memperbaiki indeks performa. Indeks performa paling tinggi diperoleh pada T5 yaitu sebesar 485. Hal tersebut membuktikan bahwa asam jawa, kunyit dan ginseng memberikan efek saling melengkapi peranannya dalam mengoptimalkan kinerja. Berat karkas tertinggi diperoleh pada T5 yaitu ransum yang disuplementasi dengan 6 g/kg asam jawa dikombinasikan dengan 6 g/kg kunyit ginseng. Hal tersebut sesuai dengan berat hidupnya, dan tergambarkan dalam kenaikan berat badan. Hal tersebut menunjukkan kombinasi ketiga bahan yaitu asam jawa, kunyit dan ginseng mengandung senyawa bioaktif yang saling melengkapi sehingga menghasilkan berat badan dan berat karkas yang paling tinggi.

KESIMPULAN

Dari penelitian disimpulkan bahwa suplementasi asam jawa, kunyit -ginseng masing-masing pada level 6 g/kg (R5) memberikan efek terbaik terhadap kenaikan berat badan, konversi pakan, efisiensi penggunaan protein, indeks performan dan berat karkas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada LPPM Universitas Mercu Buana Yogyakarta atas biaya pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada seluruh tenaga kependidikan Laboratorium Prodi Peternakan dan mahasiswa yang telah membantu penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Hack Mohamed, E., T. Mohamed, M. E. S. El-Saadony, Y. A.Q. Shaza, E. B. Gaber, F. K. Asmaa, E. A. Abdel-Moneim, and A. Mahmoud. 2020. Probiotics in poultry feed: a comprehensive review. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)* 104:1835–1850. doi:10.1111/jpn.13454
- Abou-Elkhair, R., H. A. Ahmed, and S. Selim. 2014. Effects of black pepper (*piper nigrum*), turmeric powder (*curcuma longa*) and coriander seeds (*coriandrum sativum*) and their combinations as feed additives on growth performance, carcass traits, some blood parameters and humoral immune response of broiler. Downloaded from <https://academic.oup.com/tas/article/7/1/txad133/7456262> by guest on 10 September 2025 An alternative to antibiotics in poultry nutrition5 chickens. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 27:847–854. doi: 10.5713/ajas.2013.13644
- Akbarian, A., J. Michiels, J. Degroote, M. Majdeddin, A. Golian, and S. De Smet. 2016. Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 7:1–14. doi: 10.1186/s40104-016-0097-5
- Datta R and Henry M. 2010. “Lactic acid: recent advances in products, processes and technologies — a review”. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 81 (2010): 1119-11
- Dibner JJ and Buttin P. 2002. “Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism”. *Journal of Applied Poultry Research* 11.4 (2002): 453-463.
- DPJH. 2023. *Buku Statistik Peternakan*. Jakarta
- Galli, G. M., R. R. Gerbet, L. G. Griss, B. F. Fortuoso, T. G. Petrolli, M. M. Boiago, C. F. Souza, D. Matheus, M. D. Baldissera, J. Mesadri, et al. 2020. Combination of herbal components (curcumin, carvacrol, thymol, cinnamaldehyde) in broiler chicken feed Impacts on response parameters, performance, fatty acid profiles, meat quality and control of coccidia and bacteria. *Microb. Pathog.* 139:103916 .doi: 10.1016/j.micpath.2019.103916
- Hafez, M. H., S. E. El-Kazaz, B. Alharthi, H. I. Ghamry, M. A. Alshehri, S. Sayed, M. Shukry, and Y. S. El-Sayed. 2022. The impact of curcumin on growth performance, growth-related gene expression, oxidative stress, and immunological biomarkers in broiler chickens at different stocking densities. *Animals (Basel)*. 12:958. doi: 10.3390/ani12080958
- Hastuti US, I Rahmawati, LMK Mastika, PM Al Asna & S Sundari. 2016. Daya antibakteri metabolit kapang endofit dari tanaman obat gingseng jawa (*Talinum paniculatum* (Jacq). geartn) terhadap *E. coli* dan *B. subtilis*. *Seminar Nasional Pendidikan Dan Saintek*, 127–130.
- Houshmand, M. , K. Azhar , I. Zulkifli , M.H. Bejo , A. Kamya. 2012. Effects of Non-Antibiotic Feed Additives on Performance, Immunity and Intestinal Morphology of Broilers Fed Different Level . *Journal of Applied Poultry Research*. Volume 20, Issue 2, 1 July 2012, Pages 121-128
- Kim Duk, K., S. L. Hyun, H. L. Sung, I. J. Seung, P. L. Erik, and B. David. 2013. Dietary Curcuma longa enhances resistance against *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella* infections in chickens. *Poult. Sci.* 92:2635–2643. doi: 10.3382/ps.2013-03095
- Kosti, D., D. S. Dahiya, R. Dalal, B. S. Tewatia, and K. Vijayalakshmy. 2020. Role of turmeric supplementation on production, physical and biochemical parameters in laying hens. *World's Poult. Sci. J.* 76:625–637. doi: 10.1080/00439339.2020.1764460
- Naidu AS. “Natural food antimicrobial systems”. CRC PressUSA. (2000): 431-462.
- Oh JY, JH Kim, GS Lee, YH Zhang & HB Pyo. 2013. Antioxidative and Anti-aging Effects of Extract from *Talinum paniculatum*. *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea* 39(4):313-322. Widodo, Wahyu et al. 2019. “The Effectiveness of Curcuma (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb.) Addition in the Feed toward Super Kampong Chicken Performances.” *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: Part B* 56(4): 39–46.
- Samantaray, L., and Y. Nayak. 2022. The influences of black pepper, turmeric and fennel essential oils supplementation in feed on egg quality characteristics of layers. *J. Anim. Health Prod.* 10:522–528. doi: 10.17582/journal.jahp/2022/10.4.522.528
- Sayed, M. A., M. A. Shahta, N. M. Ali, M. H. Kotob, U. T. Mahmoud, M. A. Mahmoud, and O. A. Amen. 2023. Evaluate the effect of some probiotics on the control of necrotic enteritis in broilers chicken. *Assiut Vet. Med. J.* 89:89–104. https://avm.journals.ekb.eg/article_295518_a2226_63bf5dfeedeaba1ad756bd1952.pdf.
- Scazzocchio, B., L. Minghetti, and M. D’Archivio. 2020. Interaction between gut microbiota and curcumin: a new key of understanding for the health effects of curcumin. *Nutrients*. 12. 2499–2509. doi:10.3390/nu1209249

- Silalahi M, Sunarto, TM Munthe & D. Pardosi. 2021. Keanekaragaman tumbuhan bahan pangan di pasar Tradisional Kranggan Mas, Bekasi, Jawa Barat. Laporan Hasil Penelitian, Prodi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.
- Singh, P. K., A. Kumar, and D. P. Tiwari. 2019. Effects of dietary supplementation of black cumin, garlic, and turmeric on the production performance and egg quality of White Leghorn hens. *Anim. Nutr. Feed Technol.* 19:361–370. doi: 10.5958/0974-181x.2019.00034.9
- Su, J., Q. Su, S. Hu, X. Ruan, and S. Ouyang. 2023. Research progress on the anti-aging potential of the active components of ginseng. *Nutrients* 15:3286
- Su, J., Q. Su, S. Hu, X. Ruan, and S. Ouyang. 2023. Research progress on the anti-aging potential of the active components of ginseng. *Nutrients* 15:3286
- Tajudeen, H., J. Mun, S. Ha, A. Hosseindoust, S. Lee, and J. Kim. 2023. Effect of wild ginseng on the laying performance, egg quality, cytokine expression, ginsenoside concentration, and microflora quantity of laying hens. *JAST* 65:35
- Wang, D., H. Huang, L. Zhou, W. Li, H. Zhou, G. Hou, and L. Hu. 2015. Effects of dietary supplementation with turmeric rhizome extract on growth performance, carcass characteristics, antioxidant capability, and meat quality of Wenchang broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.* 14:3870. doi: 10.4081/ijas.2015.3870
- Widodo, Wahyu, Imbang Dwi Rahayu, Adi Sutanto, Roy Hendroko Setyobudi, Maizirwan. 2019. "The Effectiveness of Curcuma (Curcuma Xanthorrhiza Roxb.) Addition in the Feed toward Super Kampung Chicken Performances." *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: Part B* 56(4): 39–46.
- Xie, Z., G. Shen, Y. Wang, and C. Wu. 2019. Curcumin supplementation regulates lipid metabolism in broiler chickens. *Poult. Sci.* 98:422–429. doi: 10.3
- Yang Xin, Hongliang Xin, Chengbo Yang, Xiaojun Yang. 2018. "Impact of essential oils and organic acids on the growth performance, digestive functions and immunity of broiler chickens". *Animal Nutrition* 4.4 (2018): 388-393. 4
- Zhang, J., K. W. Bai, J. He, Y. Niu, Y. Lu, L. Zhang, and T. Wang. 2018. Curcumin attenuates hepatic mitochondrial dysfunction through the maintenance of thiol pool, inhibition of mtDNA damage, and stimulation of the mitochondrial thioredoxin system in heat-stressed broilers. *J. Anim. Sci.* 96:867–879. doi: 10.1093/jas/sky009382/ps/pey31

STUDI PENGARUH *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* TERHADAP PENINGKATAN ASAM HUMAT DAN PH PADA KOMPOS LIMBAH KERTAS

Study of the Effect of Pseudomonas aeruginosa on Increasing Humic Acid and pH in Paper Waste Compost

Anita Dwy Fitria^{1*}, Leny Yuliyani² & Noor Febryani¹

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi

² Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi

JL. Tamansari, Mugarsari, Tamansari, Tasikmalaya, Jawa Barat

*Email korespondensi: anitadfitria@unsil.ac.id

ABSTRACT

Paper waste is an organic material that can be used as compost. Paper compost may contain humic acid. Composting paper waste, along with the addition of Pseudomonas aeruginosa at various doses, can increase the availability of humic acid and pH. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments with different concentrations of Pseudomonas aeruginosa bacteria at 10%, 15%, 20%, and 25%. This study incubated paper compost with Pseudomonas aeruginosa bacteria for 3 weeks. The parameters in this study were humic acid, water content, organic C, Total N, C:N ratio, and pH H₂O. The results showed that the KK2 concentration treatment was significantly different ($p < 0.05$) from the other treatments. Likewise, the pH of H₂O was significantly different ($p < 0.05$) in the KK3 concentration treatment. Increasing the concentration of Pseudomonas aeruginosa increased the pH value of H₂O ($r = 0.75$). Meanwhile, the results of non-linear regression ($R^2=0.6966$) showed that increasing the concentration of Pseudomonas aeruginosa reduced the availability of humic acid in paper compost.

Keywords: Humic acid, paper waste, *Pseudomonas aeruginosa*

PENDAHULUAN

Limbah kertas merupakan limbah yang banyak dihasilkan oleh kawasan perkantoran ataupun universitas. Jumlah sampah kertas di Indonesia mencapai 9% dari total sampah di Indonesia (Safitri & Sari, 2021). Sedangkan, menurut Setiawan & Datupalinge (2023) komposisi sampah kertas di Indonesia berjumlah 10% dari keseluruhan total sampah. Kertas terdiri dari komposisi bahan organik yang berasal dari kayu berupa serat selulosa yang dilepaskan melalui pengolahan kimia mekanis. Selulosa berada di dinding sel tanaman, terdapat variasi jumlah dan komposisi dinding sel diantara spesies tanaman yang berbeda, sehingga memengaruhi karakteristik pulp akhir. Rata-rata, bahan baku berserat lignoselulosa seperti kayu mengandung sekitar 45% selulosa, 20-28% lignin, 5-10% ekstraktif, dan 5-10% bahan anorganik (Larasati et al., 2023; Sharma et al., 2020). Sehingga dapat dikatakan bahwa limbah kertas termasuk kedalam bahan organik.

Asam humat merupakan molekul organik yang berperan penting untuk meningkatkan kesuburan dan pertumbuhan tanaman. Sumber asam humat dapat berasal dari bahan organik, lignit, tanah, dan batubara. Asam humat dapat memberikan pengaruh positif terhadap perbaikan karakteristik fisik, kimia, dan biologi tanah (Ampong et al., 2022). Pemberian asam humat dapat meningkatkan stabilitas agregat dan memperbaiki kelembaban tanah. Aplikasi pemberian asam humat meningkatkan nilai carbon organik dan N Total sebesar 4% secara signifikan (Gümüş & Şeker, 2015). Penelitian lain menyebutkan bahwa pemberian asam humat meningkatkan nilai pH antara 7-8 beserta keseimbangan Kapasitas Tukar Kation (KTK) (Ali & Mindari, 2016).

Derajat kemasaman tanah (pH) merupakan indikator sifat kimia tanah yang dapat menjadi salah satu indikator kesuburan tanah dalam penyediaan unsur hara pada tanah ataupun pupuk. pH mempengaruhi pembentukan ion, adsorpsi dan mobilitas sebagian besar hara tanaman. Ketersediaan unsur hara makro dan mikro sangat berpengaruh terhadap ketersediaan pH (Hartemink & Barrow, 2023). pH mempengaruhi aktivitas mikrobiologi tanah dan mengendalikan jumlah mikrobiologi, sehingga pH memiliki hubungan erat dengan dekomposisi bahan organik karena dekomposisi bahan organik menghasilkan aktivitas enzimatis yang berasal dari mikrobiologi (Wang & Kuzyakov, 2024).

Pseudomonas aeruginosa merupakan bakteri yang banyak ditemukan di lingkungan diantaranya pada air, tanah, dan tanaman (Lu et al., 2025). *P. aeruginosa* merupakan salah satu inokulan yang dapat digunakan sebagai biodegradasi selama proses pengomposan. Pada beberapa penelitian *P. aeruginosa* dapat meningkatkan akumulasi nutrisi pada tanah sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman (Al-budairy & Al-Taweel, 2025). Pengomposan merupakan penyelesaian pengelolaan sampah organik dengan memanfaatkan kembali sampah organik untuk mengurangi sampah dan di tempat pembuangan akhir (TPA) (Lu et al., 2025).

Permasalahan pada pengomposan kertas adalah rendahnya kandungan hara pada kompos apabila tidak dilakukan penambahan inokulan mikroorganisme. Penambahan inokulan mikroorganisme seperti *P. aeruginosa* dilakukan untuk meningkatkan kualitas kompos dan mempercepat waktu pengomposan (Pratiwi et al., 2021). Hal ini dikarenakan rasio C:N yang terlalu tinggi pada bahan kompos kertas, perlu diturunkan untuk meningkatkan unsur hara lainnya.

Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan untuk meneliti pemanfaatan bakteri *P. aeruginosa* untuk meningkatkan kualitas kompos kertas khususnya pada pH H₂O dan asam humat. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi volume sampah kertas sehingga meningkatkan keberlanjutan lingkungan dan mencari alternatif pemupukan ramah lingkungan dalam manajemen kesuburan tanah dan pemupukan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian dengan membuat kompos kertas terlebih dahulu. Dilanjutkan dengan perbanyakan *Pseudomonas aeruginosa* di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi. Masa inkubasi dan uji pupuk kertas dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Juni-Desember 2024.

Metode Penelitian

- a. Penelitian ini menerapkan rancangan acak lengkap (RAL) berupa konsentrasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Adapun konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perlakuan penelitian

C	Kontrol, Kompos kertas tanpa <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
KK1	Kompos kertas + <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 10%
KK2	Kompos kertas + <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 15%
KK3	Kompos kertas + <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 20%
KK4	Kompos kertas + <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 25%

- b. Pembuatan kompos

Penelitian ini dimulai dengan membuat kompos kertas dari limbah kertas perkantoran di Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi. Kompos kertas dibuat dengan mencacahan kertas menjadi bagian terkecil dan merendam dengan air beserta M-bio dan molase selama 2 minggu. Setelahnya hasil campuran duhaluskan untuk kemudian dicampur dengan kompos bahan dasar sisa tanaman dengan perbandingan 2:1 dan setelahnya dilakukan pengomposan menggunakan ember komposter selama empat minggu.

- c. Perbanyakan *Pseudomonas aeruginosa*

Perbanyakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dilakukan menggunakan metode baku dengan memanfaatkan media Nutrient Agar (NA) dan Nutrient Broth (NB). Proses inokulasi dilakukan baik pada media padat maupun media cair. Pada media padat, inokulasi dilakukan menggunakan teknik gores (streaking). Kultur bakteri kemudian diperbanyak hingga mencapai konsentrasi yang sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan.

- d. Aplikasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* diaplikasikan pada kompos kertas dengan konsentrasi yang telah ditentukan sebelumnya. Setelahnya dilakukan inkubasi selama tiga minggu, untuk melihat pengaruh peningkatan kualitas kompos akibat kombinasi *Pseudomonas aeruginosa* dengan kompos kertas.

- e. Analisis kandungan hara kompos

Sampel kompos kertas yang telah di inkubasi selama tiga minggu selanjutnya dianalisis untuk mengetahui peningkatan ketersediaan unsur hara, meliputi kadar air, pH H₂O, C Organik, N Total, C/N, dan asam humat. Pengukuran N-total dilakukan menggunakan metode Kjeldahl, sedangkan C organik dianalisis dengan metode Walkley and Black. Pengukuran pH H₂O dilakukan mengikuti prosedur SNI 7763:2018. Sementara itu, pengukuran kadar air dan asam humat menggunakan metode gravimetri.

Analisis data

Analisis ragam (ANOVA) dilakukan pada taraf 5% dipenelitian ini, data yang berpengaruh nyata kemudian di uji lanjut dengan Duncan antar perlakuan. Penelitian ini menguji korelasi antar parameter penelitian. Kemudian dilakukan analisis regresi untuk melihat pengaruh penambahan dosis terhadap parameter penelitian. Analisis data statistik pada penelitian ini menggunakan *software* microsoft excel dan RStudio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh penambahan *P. aeruginosa* terhadap ketersediaan unsur hara pada kompos kertas

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa data pada Tabel 2 penambahan *P. aeruginosa* memberikan pengaruh berbeda terhadap karakteristik kimia kompos kertas. Secara umum, perlakuan *P. aeruginosa* cenderung menurunkan kadar air dibanding kontrol, meskipun perbedaannya tidak terlalu besar. Penurunan kadar air ini menunjukkan bahwa aktivitas mikroba mampu mempercepat dekomposisi sehingga menurunkan kelembaban akhir kompos. Hal ini sesuai dengan penelitian bahwa penambahan *P. aeruginosa* pada kompos secara signifikan ($p < 0.05$) menurunkan kadar air antara 31-41% (Ahmad et al., 2024). Kadar air secara signifikan ($p < 0.05$) berkorelasi ($r = 0.53$) dengan peningkatan C organik pada kompos, kadar air merupakan faktor kendali utama pada aktivitas mikroba selama pengomposan. Kadar air yang sesuai meningkatkan mobilitas enzim dan substrat, menjaga kondisi seluler optimal mikroorganisme, serta meningkatkan laju dekomposisi lignoselulosa yang secara langsung mempengaruhi akumulasi dan transformasi karbon organik dalam produk kompos (Ghanney et al., 2023; Tang et al., 2023). Pada penelitian ini penambahan *P. aeruginosa* pada kompos kertas meningkatkan kelembaban optimal sehingga diduga bakteri dapat menghasilkan enzim hidrolitik lebih efektif untuk mempercepat pelepasan fraksi larut yang mudah di humifikasi sehingga meningkatkan C organik pada kompos (Lu et al., 2025; Rastogi et al., 2020).

Parameter penelitian berupa pH H_2O (Tabel 2), terlihat bahwa semua perlakuan *P. aeruginosa* menghasilkan pH lebih tinggi dibanding kontrol (pH 7,67), hal ini menunjukkan bahwa penambahan *P. aeruginosa* berbeda nyata ($p < 0.05$). Peningkatan pH H_2O menunjukkan adanya proses mineralisasi bahan organik yang menghasilkan senyawa bersifat basa, terutama dari pelepasan ion amonium serta aktivitas enzimatik bakteri selama dekomposisi (Ortega-Torres et al., 2021; Tusar et al., 2025). Perlakuan KK3 menunjukkan pH tertinggi (8,02), mengindikasikan laju dekomposisi dan transformasi bahan organik paling intensif. Hal ini disebabkan oleh semakin matangnya kompos sehingga pH H_2O meningkat (Ahmad et al., 2024).

Kadar C organik umumnya menurun pada perlakuan bakteri dibanding kontrol (Tabel 2). Kontrol memiliki nilai tertinggi (9,19%), sedangkan perlakuan KK3 dan KK4 memiliki kadar lebih rendah. Penurunan C organik menggambarkan terdegradasinya fraksi karbon melalui respirasi mikroba menjadi CO_2 , yang menandakan terjadinya proses dekomposisi yang lebih aktif. Meski penurunan C organik tidak signifikan ($p > 0.05$) tetapi penurunan C organik akibat penambahan *P. aeruginosa* terjadi hampir pada seluruh perlakuan. Hal ini dapat disebabkan kompos kertas masih mengalami proses dekomposisi yang artinya merombak komponen kompleks menjadi lebih sederhana sehingga C terlepas menjadi CO_2 dan H_2O (Cotrufo et al., 2000). Melalui perombakan bahan organik, unsur hara, termasuk karbon, dilepaskan ke dalam kompos dalam bentuk yang lebih tersedia. Karbon dilepaskan sebagian besar sebagai CO_2 selama respirasi mikroba, sehingga kadar C organik dalam kompos matang akan menurun dibandingkan dengan bahan awal (Bernal et al., 1998).

Sebaliknya, kandungan N total meski tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) (Tabel 2) menunjukkan kecenderungan meningkat pada perlakuan KK3 (0,21%) dibanding kontrol (0,16%). Hal ini mengindikasikan peranan *P. aeruginosa* dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen melalui proses amonifikasi dan fiksasi N non-simbiotik (Wei et al., 2021). Peningkatan N total menyebabkan penurunan rasio C/N secara signifikan $p < 0.01$ dengan nilai korelasi ($r = -0.65$) (Gambar 1). Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan N total selama komposting sejalan dengan menurunnya C/N rasio, karena penurunan karbon dan peningkatan nitrogen total sebagai hasil metabolisme mikroba (Sharma & Yadav, 2017). Namun, studi ini perlu dilakukan lebih lanjut khususnya pada perbedaan waktu dan lingkungan yang berbeda. Korelasi bernilai negatif ini menunjukkan bahwa mikroorganisme selama proses pengomposan memanfaatkan karbon sebagai sumber energi (dilepaskan sebagai CO_2) sementara N diakumulasi dalam biomassa mikroba atau tersimpan dalam senyawa anorganik (amonium/nitrat) digunakan pada proses mineralisasi N sehingga memperkuat ketersediaan N total pada kompos (Cao et al., 2024). Dalam banyak studi pembuatan kompos, penurunan rasio C/N sepanjang waktu diamati sebagai indikator kematangan kompos karena karbon terdegradasi lebih cepat dibanding nitrogen. Rasio C/N menjadi paling rendah pada perlakuan KK3 (41,7), rasio C/N rendah merupakan indikator kompos matang dan memiliki kualitas nutrisi lebih baik untuk tanaman. Hal ini menunjukkan proses dekomposisi masih berlangsung bahkan hingga lebih dari 40 hari sehingga menurunkan nisbah C/N (Sulistyaningsih et al., 2007). Dalam hal ini jenis lignin, selulosa mempengaruhi proses dekomposisi dan mineralisasi hara C maupun N (Jesmin et al., 2021).

Kadar asam humat meningkat pada perlakuan dengan pemberian *P. aeruginosa*, khususnya pada KK2 dan KK3 yang masing-masing mencapai 3,65% dan 2,58% (Tabel 2). Kenaikan asam humat menunjukkan peningkatan pembentukan senyawa humik selama proses pengomposan akibat aktivitas mikroba, yang berpengaruh dalam memperbaiki kualitas kesuburan tanah (Sootahar et al., 2020). Pembentukan senyawa humik diawali dengan, protein dihidrolisis menjadi zat antara yang mengandung N, yang dengan cepat berpolimerisasi dengan fenol dari biomaterial tanah humus untuk menghasilkan asam humat. Selain itu, lignin terurai menjadi fenolik dan kuinon, yang dapat berpolimerisasi dengan turunan

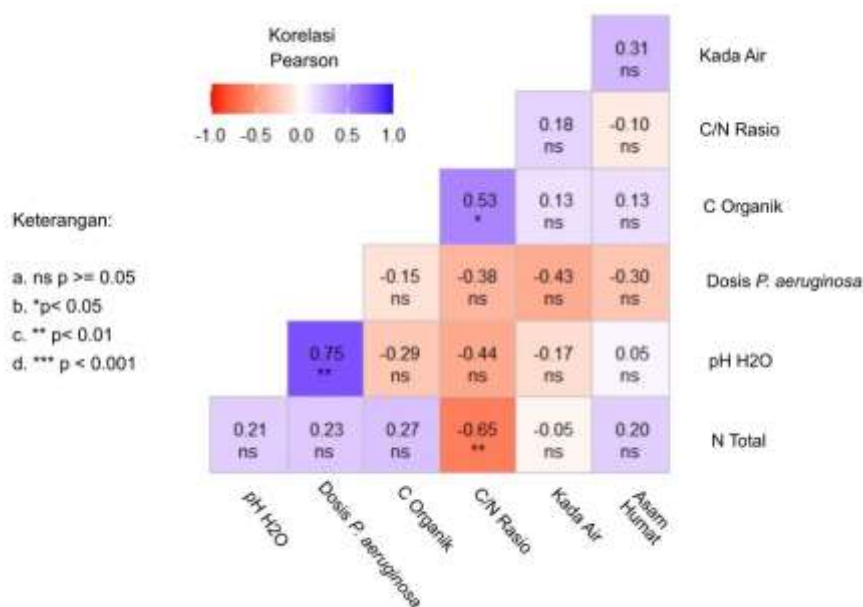
protein, yang selanjutnya berkontribusi pada pembentukan asam humat selama tahap tengah dan akhir pengomposan (Du et al., 2025). Namun perlakuan tertinggi bakteri (KK4) menghasilkan nilai asam humat jauh lebih rendah (1,18%), yang mengindikasikan bahwa dosis berlebih justru menghambat pembentukan senyawa humik. Diketahui bahwa penambahan *exogenous microorganism* seperti *P.aeruginosa* secara efektif dapat mempercepat kematangan kompos sehingga merangsang mikroorganisme fungsional untuk meningkatkan degradasi lignoselulosa dan pembentukan asam humat (Lu et al., 2024). Menurut Shamia et al. (2017) menerangkan bahwa rata-rata kompos mengandung asam humat 5-25% bergantung pada jenis kompos. Namun, meski nilainya dibawah 5% tetapi berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hartatik & Saramah, (2013) penggunaan pupuk kompos seperti kotoran ayam dan pupuk hijau menghasilkan nilai asam humat <1% namun secara signifikan ($p < 0,05$) dapat meningkatkan hasil kembang kol.

Tabel 2. Hasil analisis pengaruh *P. aeruginosa* terhadap unsur hara

Perlakuan	Kada Air (%)	pH H ₂ O	C Organik (%)	N Total (%)	C/N	Asam Humat (%)
C	9,01 ± 0,05	7,67 ± 0,04 ^c	9,19 ± 1,41	0,16 ± 0,04	63,9 ± 21,7	2,28 ± 0,09 ^b
KK1	8,87 ± 0,16	7,86 ± 0,10 ^b	9,46 ± 1,02	0,14 ± 0,01	66,2 ± 10,4	2,94 ± 0,60 ^{ab}
KK2	8,77 ± 0,30	7,84 ± 0,01 ^b	9,21 ± 2,17	0,18 ± 0,03	49,5 ± 3,9	3,65 ± 0,43 ^a
KK3	8,88 ± 0,05	8,02 ± 0,07 ^a	8,68 ± 1,94	0,21 ± 0,04	41,7 ± 4,5	2,58 ± 0,13 ^b
KK4	8,74 ± 0,05	7,91 ± 0,04 ^{ab}	8,59 ± 0,81	0,15 ± 0,02	56,4 ± 5,6	1,18 ± 0,51 ^c

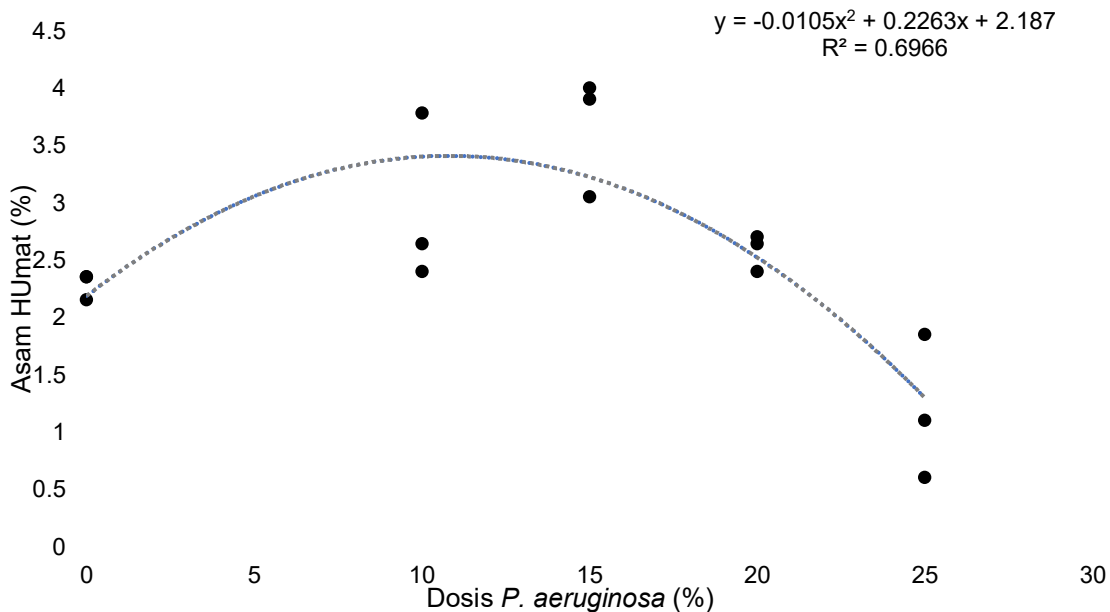
Hubungan dosis *P. aeruginosa* terhadap ketersediaan unsur hara pada kompos kertas

Hasil penelitian menunjukkan hubungan yang sangat signifikan ($p < 0,01$) dengan nilai korelasi ($r = 0.75$) antara peningkatan dosis *P.aeruginosa* dengan peningkatan pH H₂O pada kompos (Gambar 1), pada hubungan ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis *P.aeruginosa* diikuti dengan peningkatan pH H₂O pada kompos kertas. Inokulan mikroba dapat mempercepat degradasi bahan organik dan memodifikasi proses mineralisasi, misalnya dengan meningkatkan amonifikasi dan reaksi yang menaikkan pH H₂O pada fase tertentu. Sehingga kompos yang diinokulasi sering menunjukkan kandungan pH berbeda dibanding dengan kontrol (tanpa inokulasi (Yang et al., 2023). Beberapa studi menerangkan bahwa strain *Pseudomonas* (sebagai agen pemecah bahan organik atau penghasil enzim) mampu mempengaruhi parameter fisikokimia kompos termasuk pH melalui mekanisme seperti pelepasan senyawa basa (amonium), perubahan laju mineralisasi, dan interaksi dengan fraksi organik humik (Mohapatra et al., 2024; de Mendonça et al., 2021).



Gambar 3. Hubungan dosis *P. aeruginosa* terhadap parameter unsur hara

Sementara itu, pada penelitian ini diteliti lebih lanjut hubungan kuadratik antara dosis *P. aeruginosa* dengan kadar asam humat, dimana sebesar 69% (Gambar 2) peningkatan dosis *P. aeruginosa* mempengaruhi ketersediaan asam humat. Hubungan peningkatan dosis *P. aeruginosa* menunjukkan adanya keadaan optimal (Gambar 2) di mana proses humifikasi paling efektif terjadi pada dosis KK2 (15%) lalu menurun bila dosis yang diberikan lebih besar lagi.



Gambar 4. Hubungan peningkatan dosis *P. aeruginosa* terhadap asam humat

Diduga terjadi konsep saturasi aktivitas mikroba dan perubahan keseimbangan substrat/oksigen pada dosis lebih dari 15 % *P. aeruginosa* (Gambar 2). Fenomena peningkatan asam humat pada rentang dosis rendah sampai menengah disebabkan oleh peningkatan aktivitas enzimatik karena terjadi degradasi lignoselulosa. Beberapa studi pengkomposan menyebutkan terjadi percepatan fase termofilik pada mikroba akibat kenaikan aktivitas enzimatik dan peningkatan persentase asam humik setelah penambahan mikroba dibanding dengan perlakuan kontrol (Zhu et al., 2023). Penurunan asam humat pada dosis yang lebih tinggi kemungkinan disebabkan oleh kompetisi intraspesifik, kejenuhan substrat, penurunan aerasi lokal (hipoksia mikro) atau pergeseran aktivitas mikroba ke mineralisasi non-humifikasi (Liu et al., 2018; Gao et al., 2024) .

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *P. aeruginosa* berpengaruh terhadap karakteristik kimia kompos limbah kertas. Aplikasi bakteri mampu meningkatkan pH H₂O secara signifikan dengan korelasi sangat kuat ($r = 0,75$), serta meningkatkan pembentukan asam humat pada dosis optimum. Selain itu, terdapat kecenderungan peningkatan N total yang diikuti penurunan rasio C/N, mengindikasikan berlangsungnya proses dekomposisi dan pematangan kompos. Secara keseluruhan, penggunaan *P. aeruginosa* mampu memperbaiki kualitas kimia kompos kertas melalui mineralisasi bahan organik dan peningkatan fraksi humifikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas hibah pendanaan penelitian oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Siliwangi dengan skema “Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Zafar, U., Haq, T., & Ul Qader, S. A. (2024). Physicochemical and Biological Changes of Compost Inoculated with *Pseudomonas Aeruginosa* AAC1 and Rock Phosphate: Implications for P Availability. *Geomicrobiology Journal*, 41(8), 844–855. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01490451.2024.2395356>
- Al-budairy, Z. J., & Al-Taweel, L. S. (2025). Impact of *Pseudomonas aeruginosa*, white fungus waste, and nano fertilizer on pyrophosphatase activity, growth characteristics, and yield of stevia plant. *Scientia Agropecuaria*, 16(3), 359–373. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2025.027>
- Ali, M., & Mindari, W. (2016). Effect of humic acid on soil chemical and physical characteristics of embankment.

- In *MATEC Web of Conferences: EDP Sciences.*, 58, 6.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1051/mateconf/20165801028>
- Ampong, K., Thilakarathna, M. S., & Gorim, L. Y. (2022). Understanding the role of humic acids on crop performance and soil health. *Frontiers in Agronomy*, 4, 848621.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fagro.2022.848621>
- Bernal, M. P., Sanchez-Monedero, M. A., Paredes, C., & Roig, A. (1998). Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 69(3), 175–189. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00106-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00106-6)
- Cao, R., Huang, Y., Li, R., Li, K., Ren, Z., & Wu, J. (2024). Regulation of nitrogen transformation and microbial community by inoculation during livestock manure composting. *Environmental Microbiology Reports*, 16(2), 13256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1758-2229.13256>
- Cotrufo, M. M. & B. Z. (2000). Litter Decomposition: Carbon and Nitrogen Cycling in European Forest Ecosystems. In *Carbon and Nitrogen Cycling in European Forest Ecosystems* (pp. 276–296). https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-57219-7_13
- Du, Z., Fu, Q., Liu, J., Chai, X., & Wu, B. (2025). Molecular Humification Mechanisms of Dissolved Organic Matter during Maize Straw Composting Enhanced by Humus Soil Biomaterial: Paired-Molecule Mass Difference Reactomics Analysis Based on FT-ICR MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 73(34). <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5c05559>
- Gao, Y., Liu, S., Wang, N., & Wang, Y. Z. (2024). Humic acid biosynthesis and bacterial community evolution during aerobic composting of rice straw. *Humic Acid Biosynthesis and Bacterial Community Evolution during Aerobic Composting of Rice Straw*, 108(1), 177. <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12994-3>
- Ghanney, P., Yeboah, S., Anning, D. K., Yang, H., Wang, Y., & Qiu, H. (2023). Moisture-induced effects on lignocellulosic and humification fractions in aerobically composted straw and manure. *Fermentation*, 9(6), 551. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/fermentation9060551>
- Gümüş, İ., & Şeker, C. (2015). Influence of humic acid applications on soil physicochemical properties. *Solid Earth*, 7, 2481–5000.
- Hartatik, W. & S. (2013). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik pada Kadar Asam Humat dan Asam Fulvat Tanah di Lahan Pertanian Organik. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 37(2), 79–86.
- Hartemink, A. E., & Barrow, N. J. (2023). Soil pH-nutrient relationships: the diagram. *Plant and Soil*, 486(1), 209–215. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11104-022-05861-z>
- Jesmin, T., Mitchell, D. T., & Mulvaney, R. L. (2021). Short-Term Effect of Nitrogen Fertilization on Carbon Mineralization during Corn Residue Decomposition in Soil. *Nitrogen*, 2(4), 444–460. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nitrogen2040030>
- Larasati, E. D., Dewi, R. D. T., Zahirah, A., Rahmatullah, O. N., & Herawati, N. (2023). SELULOSA DAN GLUKOSA. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/icaj.v6i1.31844>
- Liu, J., Gao, G., Wang, S., Jiao, L., Wu, X., & Fu, B. (2018). The effects of vegetation on runoff and soil loss: Multidimensional structure analysis and scale characteristics. *Journal of Geographical Sciences*, 28(1), 59–78. <https://doi.org/10.1007/s11442-018-1459-z>
- Lu, M., Lin, B., Zhang, Y., Hao, Y., Li, K., Huang, Z., & Li, J. (2024). Insight into the molecular transformation pathways of humic acid in the co-composting of bagasse and cow manure after adding compound microorganisms. *Process Biochemistry*, 143, 23–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procbio.2024.04.029>
- Lu, Y., Yan, J., Peng, X., Fu, Q., Yuan, J., Jiang, J., & Tang, L. (2025). Dynamics of organic matter and bacterial community during the composting process of food waste rich in oil with the amendment of *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Cleaner Production*, 506, 145456. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145456>
- Mendonça d.C., L. A., Damaceno, F. M., Chiarello, M., Bofinger, J., & Gazzola, W. (2021). Bioaugmentation as a strategy to improve the compost quality in the composting process of agro-industrial wastes. *Environmental Technology & Innovation*, 22, 101478.
- Mohapatra, M., Sahoo, R. K., & Tuteja, N. (2024). Phosphate solubilizing bacteria, *Pseudomonas aeruginosa*, improve the growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 30(7), 1099–1111. <https://doi.org/10.1007/s12298-024-01478-x>
- Ortega-Torres, A. E., Rico-Garcia, E., Guzman-Cruz, R., Torres-Pacheco, I., Tovar-Perez, E. G., & Guevara-Gonzalez, R. (2021). Addition of Phosphatases and Phytases to Mature Compost to Increase Available Phosphorus: A Short Study. *Agronomy*, 11(12), 2555. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy11122555>
- Pratiwi, V., Oktarina, H., & Sriwati, R. (2021). The potential of *Trichoderma* spp. and *Pseudomonas auregenosa* as patchouli waste decomposer. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 667(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/667/1/012019>
- Rastogi, M., Nandal, M., & Khosla, B. (2020). Microbes as vital additives for solid waste composting. *Heliyon*,

- 6(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03343>
- Safitri, H. F. D., & Sari, Y. P. (2021). Studi Komparasi Metode 3R (Reduce, Reuse, Recycle) Pada Pengolahan Sampah Di Indonesia. *The 13 Th University Research Colloquium 2021 In Prosiding University Research Colloquium*, 552–558. [https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=3030430&val=27441&title=Studi Komparasi Metode 3R Reduce Reuse Recycle Pada Pengolahan Sampah Di Indonesia](https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=3030430&val=27441&title=Studi%20Komparasi%20Metode%203R%20Reduce%20Reuse%20Recycle%20Pada%20Pengolahan%20Sampah%20Di%20Indonesia)
- Setiawan, I., & Datupalinge, B. A. (2023). Inovasi Pengurangan Sampah Perkotaan Dalam Mewujudkan Sustainable Development Goals Di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Administrasi Pemerintahan Daerah*, 15(2), 165–180. <https://doi.org/https://doi.org/10.33701/jiapd.v15i2.3822>
- Shamia, I. S., Halabi, M. N., & El-Ashgar, N. M. (2017). Humic acid determination in some compost and fertilizer samples. *UG Journal of Natural Studies*, 25(2), 42–50.
- Sharma, D., & Yadav, K. D. (2017). Bioconversion of flowers waste: Composing using dry leaves as bulking agent. *Environmental Engineering Research*, 22(3), 237–244. <https://doi.org/https://doi.org/10.4491/eer.2016.126>
- Sharma, N., Bhawana, Godiyal, R. D., & Thapliyal, B. P. (2020). A Review on Pulping, Bleaching and Papermaking Processes. *Journal of Graphic Era University*, 8(2), 95–112.
- Sootahar, M.K.; Zeng, X.; Wang, Y.; Su, S.; Soothar, P.; Bai, L.; Kumar, M.; Zhang, Y.; Mustafa, A.; Ye, N. (2020). The Short-Term Effects of Mineral-and Plant-Derived Fulvic Acids on Some Selected Soil Properties: Improvement in the Growth, Yield, and Mineral Nutritional Status of Wheat (*Triticum aestivum* L.) under Soils of Contrasting Textures. *Plants*, 9, 205.
- Sulistyaningsih, N., Wahyuni, W., & Mudjiharjati, A. (2007). Potensi *Pseudomonas aeruginosa* Dalam Ekstrak Pupuk Kompos Limbah Sayuran Sebagai Biofertilizer Tembakau Cerutu. *Jurnal Pertanian Mapeta*, 10(1), 42–50.
- Tang, Ruolan, Yan Liu, Ruonan Ma, Lanxia Zhang, Yanming Li, Guoxue Li, Dingmei Wang, Jiacong Lin, Qinfen Li, and J. Y. (2023). Effect of moisture content, aeration rate, and C/N on maturity and gaseous emissions during kitchen waste rapid composting. *Journal of Environmental Management*, 326, 116662. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116662>
- Tusar, H. M., Tusar, H. M., Mia, S., Kasim, S., Wahid, S., Sairi, N., & Komariah, K. (2025). Oxidized Acidic Biochar and *Pseudomonas aeruginosa* Enhanced Phosphorus Availability and Growth Performance of Transplanted Maize in Acid Soil. *Nature Environment and Pollution Technology*, 24(3), 1729. <https://doi.org/https://doi.org/10.46488/nept.2025.v24i03.d1729>
- Wang, C., & Kuzyakov, Y. (2024). Soil organic matter priming: The pH effects. *Global Change Biology*, 30(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gcb.17349>
- Wei, R., Hui, C., Zhang, Y., Jiang, H., Zhao, Y., & Du, L.-N. (2021). Nitrogen removal characteristics and predicted conversion pathways of a heterotrophic nitrification–aerobic denitrification bacterium, *Pseudomonas aeruginosa* P-1. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(6), 7503–7514. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/S11356-020-11066-7>
- Yang, Q., Zhang, S., Li, X., Rong, K., Li, J., & Jiang, L. (2023). Effects of microbial inoculant and additives on pile composting of cow manure. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1084171. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1084171>
- Zhu, L., Zhao, Y., Yao, X., Zhou, M., Li, W., Liu, Z., & Hu, B. (2023). Inoculation enhances directional humification by increasing microbial interaction intensity in food waste composting. *Chemosphere*, 322, 138191. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138191>

KEANEKARAGAMAN SERANGGA PADA TANAMAN AKASIA (*Acacia crassicarpa*) DI PEMBIBITAN DAN AREA PRODUKSI HTI

Insect Diversity on Acacia (Acacia crassicarpa)

Arfianis^{1,2}, Hasmiandy Hamid^{1*}

¹Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan Riau, Pekanbaru, Indonesia

²Program Studi Magister Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat

³Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat

*E-mail: hasmiandyhamid@agr.unand.ac.id

ABSTRACT

Acacia crassicarpa is a tree species that is very important in the development of Industrial Plantation Forests (HTI), especially for pulp and paper production. *A. crassicarpa* is able to grow quickly and adapt to marginal land such as peatlands. The development of HTI in Indonesia, including in Riau, has been rapid in the past two decades. However, monoculture ecosystems like this tend to be vulnerable to insect pests, especially subterranean termites and leaf insect pests, which can reduce productivity and crop quality. This study aims to assess the diversity of insects in *A. crassicarpa* plants in nurseries and HTI production areas on peatlands in Siak Regency, Riau. Sampling was conducted in April 2025 using a purposive sampling survey method. Insect samples were collected from nurseries and three plots of plants in the production area aged 5, 6, and 9 months. Insects were collected using three types of traps: swing nets, pitfall traps, and yellow cup traps. A total of 397 individual insects from 9 orders, 35 families, and 44 morphospecies were successfully identified. The analysis results showed that the highest Shannon-Wiener diversity index was found in 9-month-old plants ($H'=2.43$), while the lowest value was found in 5-month-old plants ($H'=1.62$). Community evenness decreased in the 5–6-month phase due to the dominance of ants (Formicidae), although the overall diversity and structure of the insect community were moderate to high. The presence of predatory insects, pollinators, decomposers, and parasitoids reflects a functional peatland ecosystem and supports the cultivation of *A. crassicarpa*. This research provides a basis for insect-based ecosystem management in sustainable industrial timber plantation systems.

Keywords: *Acacia crassicarpa*, Industrial Plantation Forest, monoculture, insects, peatland

PENDAHULUAN

Hutan Tanaman Industri (HTI) adalah kawasan hutan yang ditanam dan dikelola secara intensif dengan spesies tanaman hutan penghasil serat sebagai tanaman pokok. Tujuan utama pengelolaan HTI adalah untuk menyediakan bahan baku kayu secara berkelanjutan, khususnya untuk industri pulp dan kertas. Salah satu spesies tanaman yang banyak digunakan dalam kegiatan HTI adalah *Acacia crassicarpa*. Tanaman ini memiliki karakter pertumbuhan yang cepat, daya adaptasi yang luas, serta kualitas kayu yang sesuai dengan standar industri pulp dan kertas (Haneda et al., 2017). Menurut Martinus et al. (2017) *A. crassicarpa* mampu tumbuh baik di lahan marginal, kondisi basah, termasuk tanah gambut dan tanah dengan pH rendah. *A. crassicarpa* menjadi alternatif utama pengganti *A. mangium* untuk bahan baku pulp karena produktivitas dan kualitas pulpanya yang tinggi. Kandungan holoselulosa dan selulosa alfa pada *A. crassicarpa* lebih baik dan kadar ligninnya lebih rendah. Tanaman umur 5 tahun menghasilkan kayu dengan *pulp kraft* putih terbaik dan memenuhi standar industri.

Perkembangan HTI di Indonesia, termasuk di Provinsi Riau sangat pesat dalam dua dekade terakhir karena keunggulan biologis dan ekologis *A. crassicarpa*. Pengelolaan HTI dilakukan dengan menerapkan teknik silvikultur intensif dan pengaturan lingkungan, termasuk pengelolaan tata air di lahan gambut untuk menjaga pertumbuhan optimal tanaman (Sugesty et al., 2015). Namun, sistem monokultur seperti ini cenderung rentan terhadap gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT), terutama serangga hama pada daun dan rayap di bawah tanah. OPT dapat menurunkan produktivitas dan kualitas hasil panen (Haneda et al., 2017; Dharma, 2024).

Proses produksi kayu akasia dalam skala HTI dimulai dari perbanyakan bibit di *nursery* (pembibitan), kemudian bibit ditanam di area produksi dan dipelihara sampai waktu penumbangan. Di pembibitan, perawatan dilakukan secara terorganisir melalui kegiatan penyiraman, pemupukan dan penyemprotan pestisida secara rutin untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman (Kencana, 2024). Proses

perbanyak bibit dimulai dari area *mother plant* (pohon induk) yang merupakan kebun pangkas sebagai sumber perbanyak bibit. Bibit yang sudah tumbuh akan dipelihara di *open area* yang merupakan area terbuka dan terkena cahaya matahari langsung. Sementara itu, area produksi HTI di lahan gambut memiliki karakteristik ekosistem rawa dengan tanah yang terbentuk dari tumpukan bahan organik yang selalu tergenang. Pengelolaan air dilakukan melalui sistem kanalisasi untuk mengatur tinggi muka air tanah. Perubahan sifat fisik tanah gambut, seperti peningkatan *bulk density* dan penurunan porositas akibat drainase intensif, dapat memengaruhi aktivitas dekomposisi bahan organik dan keberadaan serangga tanah (Lisnawati et al., 2014).

Faktor abiotik seperti suhu, kelembaban, dan teknik irigasi berperan langsung maupun tidak langsung terhadap keberadaan serangga pada tanaman *A. crassicaarpa* di pembibitan maupun di area produksi HTI (Martinus et al., 2017). Pemahaman mengenai interaksi faktor lingkungan dan komunitas serangga di kedua fase tersebut menjadi dasar dalam mengembangkan strategi mitigasi hama berbasis ekosistem yang ramah lingkungan, sekaligus menjaga produktivitas jangka panjang.

Penelitian sebelumnya mengidentifikasi kelompok *Acari* sebagai bioindikator kematangan tanah gambut, dengan kelimpahan tertinggi pada tegakan berumur dua tahun. Namun, pengaruh faktor abiotik seperti fluktuasi suhu, kelembaban udara, dan kondisi tanah terhadap dinamika serangga, khususnya serangga hama di HTI, belum terpetakan secara komprehensif. Pengetahuan tentang keanekaragaman serangga ini penting untuk dikaji lebih lanjut guna mendukung pengelolaan HTI yang berkelanjutan (Lisnawati et al., 2014).

Keanekaragaman serangga di area konsesi HTI tidak hanya mencerminkan kesehatan ekosistem, tetapi juga menjadi indikator stabilitas dan keberlanjutan produksi. Oleh karena itu, survei keanekaragaman serangga di area HTI *A. crassicaarpa* menjadi penting untuk memahami komposisi komunitas, potensi ancaman hama, serta peluang penerapan pengelolaan hama terpadu yang mendukung prinsip keberlanjutan (Dharma, 2024). Keanekaragaman serangga sangat dipengaruhi oleh heterogenitas vegetasi dan umur tegakan akasia (Chahyadi E, Fahri F, Rahayu, Arini, 2022). Variasi tutupan tanah, kepadatan pohon, dan kondisi mikrohabitat memengaruhi komposisi dan kelimpahan serangga (Chahyadi E, Fahri F, Rahayu, Arini, 2022).

Lima spesies rayap bawah tanah telah diidentifikasi pada tanaman *A. crassicaarpa* yaitu *Coptotermes curvignathus*, *C. gestroi*, *Schedorhinotermes javanicus*, *Longipeditermes longipes*, dan *Pericapritermes mohri*. Genus *Coptotermes* paling dominan ditemukan (Haneda et al., 2017). *Euwallacea similis* dan *E. perbrevis* adalah spesies paling melimpah yang menyerang *A. crassicaarpa* dan berasosiasi dengan jamur *Fusarium* (Lynn et al., 2020). *Spodoptera exigua* dan *S. litura*, dua spesies ulat pemakan daun, telah dilaporkan menyerang *A. crassicaarpa* di Sumatra (Sulistiyono et al., 2020). Selain itu, beberapa kumbang daun dari genus *Altica*, *Aulacophora*, dan *Aulonogria* juga tercatat sebagai hama pada akasia (Tavares et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman dan komposisi spesies serangga yang terdapat di area konsesi HTI *A. crassicaarpa*. Identifikasi juga mencakup jenis serangga hama, predator, parasitoid, polinator, dan dekomposer, sehingga memberikan gambaran utuh tentang struktur dan fungsi ekosistem serangga di area HTI. Analisis keanekaragaman menggunakan indeks Shannon-Wiener, kemerataan (Evenness) dan dominansi memperlihatkan dinamika komunitas antar umur tegakan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di pembibitan dan area produksi HTI *A. Crassicaarpa* di areal HTI milik salah satu perusahaan di Kabupaten Siak, Riau. Identifikasi serangga dilakukan di laboratorium Entomologi Balai Karantina Hewan Ikan dan Tumbuhan Riau. Penelitian dilakukan pada bulan April tahun 2025.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *jaring ayun serangga*, perangkap lubang, mangkuk kuning, botol vial, kuas kecil, mikroskop, pinset. Bahan yang digunakan adalah serangga yang dikoleksi dari area HTI akasia, alkohol 70%, deterjen, lebel dan plastik.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode survei secara purposif sampling. Kriteria pemilihan lokasi sampel adalah tanaman akasia dengan umur dibawah satu tahun. Sampel serangga dikoleksi dari dua lokasi yaitu pembibitan dan area produksi. Pada masing-masing lokasi, sampel serangga diambil dengan tiga metode yaitu teknik jaring ayun untuk serangga yang aktif terbang, perangkap lubang untuk serangga yang hidup di atas permukaan tanah, dan mangkuk kuning untuk serangga yang tertarik pada warna kuning. Serangga yang diambil sebagai sampel adalah serangga pada tingkat imago (dewasa). Sampel yang

diperoleh diidentifikasi karakter morfologinya, kemudian dihitung jumlah individu, ordo dan genusnya, kemudian data disajikan dalam bentuk tabel.

Pengambilan sampel di pembibitan

Pengambilan sampel di pembibitan dilakukan di dua area yaitu area *mother plant* dan *open area*. Metode sampling di mother plant dilakukan dengan menggunakan jaring ayun dan perangkap lubang. Sedangkan di open area sampel diambil dengan menggunakan jaring ayun saja. Dari keseluruhan area mother plant dan open area diambil tiga bedeng pengamatan. Setiap bedeng pengamatan dipasang masing-masing satu perangkap lubang. Untuk metode jaring ayun dilakukan seratus kali ayunan ganda sambil berjalan mengikuti alur bedeng di kedua area pengamatan.

Pengambilan sampel di area produksi

Penelitian dilakukan pada tegakan *A. Crassica* sebanyak tiga petakan dan tiap petakan diambil satu plot pengamatan. Umur tanaman masing-masing plot adalah sembilan, enam, dan lima bulan. Pemilihan plot pada tanaman dilakukan secara acak pada beberapa blok pertanaman. Plot pengamatan berupa persegi panjang mengikuti jalur penanaman sebanyak empat jalur dan enam baris tanaman. Sehingga satu plot terdiri dari dua puluh empat pohon akasia. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan jaring serangga, perangkap lubang, dan perangkap mangkuk kuning.

Metode Jaring Serangga

Pengambilan sampel serangga dengan jaring ayun dilakukan dengan mengayunkan jaring serangga sebanyak seratus kali ayunan ganda sambil berjalan mengikuti alur pohon dalam plot pengamatan atau alur bedengan di pembibitan. Satu kali ayunan ganda adalah mengayunkan jaring serangga satu kali ke kiri dan satu kali ke kanan. Jaring serangga yang digunakan berdiameter 40 cm dengan panjang tongkat 100 cm, dan jaring tersebut terbuat dari kain jaring halus. Serangga yang terjaring dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam botol vial yang sudah berisi alkohol 70% dan diberi kode sampel.

Metode Perangkap Lubang

Perangkap lubang berupa gelas plastik bening dengan volume ± 500 ml, berdiameter 15 cm dan tinggi wadah 15 cm. Perangkap lubang dipasang dengan cara gelas plastik dimasukan kedalam tanah yang telah dilubangi sehingga permukaannya sejajar dengan permukaan tanah plot serta diberikan naungan agar tidak masuk air Ketika hujan. Perangkap lubang diisi dengan larutan deterjen sebanyak seperempat dari tinggi wadah. Setiap plot dipasang lima perangkap yaitu pada tiap sisi persegi dan titik tengah plot. Peletakan perangkap dilakukan pada pukul 09.00 WIB dan dibiarkan selama 1 x 24 jam. Serangga yang terperangkap dikumpulkan dan dimasukan kedalam botol vial dan diberi kode sampel.

Metode Perangkap Mangkuk Kuning.

Perangkap mangkuk kuning digunakan untuk memerangkap serangga yang tertarik pada warna kuning. Perangkap merupakan mangkuk plastik berwarna kuning dengan diameter bagian atas 20 cm dan tinggi 7 cm. Mangkuk kuning diletakkan di atas permukaan tanah yang terbuka agar mudah dilihat oleh serangga. Larutan deterjen dimasukan sebanyak setengah dari tinggi mangkuk. Larutan deterjen digunakan untuk mengurangi tegangan permukaan air sehingga serangga akan tenggelam dan akhirnya mati. Pada setiap plot dipasang empat perangkap pada setiap sudut petakan plot. Perangkap mangkuk kuning dipasang pada pukul 09.00 WIB dan dibiarkan selama 1 x 24 jam. Serangga yang terperangkap dikumpulkan dan dimasukan kedalam botol vial dan diberi kode sampel.

Analisis data

Data hasil identifikasi serangga dirapikan menggunakan program Pivot excel kemudian indeks keanekaragaman dihitung menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), dengan rumus berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln(p_i)$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman

P_i = Proporsi nilai penting (n/N)

n = Jumlah individu jenis ke- i

N = Jumlah individu seluruh jenis yang di temukan

$\ln$ = Logaritma natural jenis yang ditemukan

Indek Simpson dihitung dengan rumus: $1-D = 1 - \sum (p_i)^2$

Indek kemerataan **Pielou, J’)**

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

S = jumlah spesies yang ada

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian didapatkan spesies total 397 ekor dengan 9 ordo, 35 famili, dan 44 morfospesies (Tabel 1). Keanekaragaman serangga pada tanaman *A. crassicaarpa* di lahan gambut menunjukkan struktur komunitas yang kompleks dan fungsional. Hasil survei memperlihatkan bahwa di tiga plot utama ditemukan berbagai kelompok serangga dengan peran ekologi yang berbeda, seperti predator, polinator, hama, pengurai, dan parasitoid. Tanaman umur sembilan bulan menampilkan tingkat keanekaragaman dan kelimpahan serangga tertinggi, diikuti oleh umur enam dan lima bulan, yang menandakan bahwa habitat di plot tersebut lebih mendukung keanekaragaman serangga. Sementara itu di pembibitan hanya ditemukan sebanyak 9 ekor serangga dengan 4 ordo, 7 famili, dan 7 morfospesies (Tabel 1).

Berdasarkan analisis data pada Tabel 2. Dapat dilihat bahwa keanekaragaman serangga pada tanaman akasia mengalami perubahan seiring pertumbuhan tanaman. Indeks Shannon-Wiener menunjukkan peningkatan keanekaragaman dari fase pembibitan ($H'=1.74$) hingga tanaman berumur sembilan bulan ($H'=2.43$), meskipun terdapat penurunan pada umur lima bulan ($H'=1.62$). Pola ini mengindikasikan bahwa tanaman yang lebih tua menyediakan habitat yang lebih kompleks dan sumber daya yang beragam, sehingga mampu menunjang lebih banyak spesies serangga. Namun, tingginya dominansi semut (Formicidae) pada umur 5-6 bulan, yang mencapai 89-98 individu, menyebabkan penurunan nilai kemerataan ($J'=0.60-0.65$). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun jumlah individu tinggi, komunitas serangga pada fase tersebut didominasi oleh satu spesies, sehingga mengurangi kesetimbangan komunitas.

Dominasi kelompok predator, terutama Formicidae (semut), di seluruh plot menjadi indikator adanya kontrol alami terhadap populasi hama, sementara keberadaan polinator seperti Scarabaeidae dan Apidae sangat penting untuk proses penyerbukan tanaman. Selain itu, kelompok pengurai berperan dalam mempercepat dekomposisi bahan organik sehingga mendukung siklus nutrisi di lahan gambut. Indeks keanekaragaman Shannon yang tergolong sedang hingga tinggi menunjukkan bahwa komunitas serangga tidak didominasi oleh satu kelompok saja, sehingga memberikan ketahanan ekosistem terhadap gangguan eksternal, seperti ledakan populasi hama. Secara keseluruhan, keanekaragaman fungsional dan struktur komunitas serangga yang seimbang mencerminkan ekosistem lahan gambut yang relatif sehat dan mendukung keberlanjutan pengelolaan tanaman Acacia.

Keanekaragaman serangga pada tanaman *A. crassicaarpa* di HTI lahan gambut menunjukkan struktur komunitas yang kompleks dan fungsional, terdiri dari 9 ordo, 35 famili, dan 44 morfospesies serangga dengan berbagai peran ekologis, termasuk predator, hama, polinator, pengurai, dan parasitoid. **Nilai keanekaragaman (H') tertinggi terdapat pada tanaman umur 9 bulan ($H'=2,43$)**, menunjukkan bahwa tanaman yang lebih tua menyediakan habitat yang lebih kompleks dan sumber

Tabel 1. Serangga yang ditemui pada tanaman *Acacia crassicaarpa*

Ordo	Family	Pembibitan	Umur 9 bulan	Umur 6 bulan	Umur 5 bulan
Coleoptera	Cicindelidae	0	0	0	2
	Elateridae	0	1	1	1
	Coccinellidae	1	0	0	0
	Scarabaeidae	0	10	1	4
	Carabiidae	0	3	1	0
	Lampyridae	0	0	1	0
	Anthicidae	0	1	2	0
	Dolichophididae	0	6	14	29
Diptera	Stratiomyidae	1	0	0	0
	Muscidae	1	0	3	5
	Limoniidae	3	0	0	0
	Cecidomyiidae	1	0	0	0
	Tabanidae	0	0	1	0
	Calliphoridae	0	0	0	1
Hemiptera	Coreidae	1	0	0	0

	Reduviidae	0	0	4	1
	Cicadellidae	0	0	1	1
	Aphididae	0	0	1	0
	Micronectidae	0	0	23	0
Hymenoptera	Formicidae	1	31	89	98
	Evanidae	0	1	1	0
	Apidae	0	1	3	1
	Crabronidae	0	1	0	0
	Vespidae	0	1	0	0
	Braconidae	0	2	1	0
	Ichneumonidae	0	2	0	0
	Bethylidae	0	0	1	0
	Pompilidae	0	0	0	2
Isoptera	Termitidae	0	1	0	0
Lepidoptera	Erebidae	0	0	1	0
	Limacodidae	0	0	0	1
Mantodea	Hymenopodidae	0	0	0	1
Neuroptera	Chrysopidae	0	0	0	1
Orthoptera	Grillidae	0	4	8	11
	Acrididae	0	1	2	4
Total		9	66	159	163

daya yang lebih beragam bagi serangga. **Pada umur 5 dan 6 bulan, keanekaragaman serangga cenderung menurun karena dominasi individu dari famili Formicidae (semut), yang menyebabkan ketidakseimbangan komunitas dan menurunkan nilai kemerataan (J'). Kelompok serangga predator, terutama Formicidae, memiliki peran penting dalam kontrol alami terhadap populasi hama, sedangkan kehadiran polinator dan pengurai membantu dalam proses penyerbukan dan siklus hara di lahan gambut. Indeks keanekaragaman Shannon yang sedang hingga tinggi menunjukkan bahwa komunitas**

Tabel 2. Keanekaragaman serangga pada pertanaman *Acacia crassica*

Umur	Total Individu (N)	Shannon-Wiener (H')	Simpson (1-D)	Kemerataan (Pielou, J')
Pembibitan	9	1.74	0.78	0.84
Umur 5 bulan	163	1.62	0.68	0.60
Umur 6 bulan	159	1.89	0.76	0.65
Umur 9 bulan	66	2.43	0.87	0.82

serangga relatif stabil dan tidak terdominasi oleh satu kelompok saja, sehingga memberikan ketahanan ekosistem terhadap gangguan eksternal seperti peledakan populasi hama. Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya mempertimbangkan keanekaragaman serangga dalam strategi pengelolaan HTI yang berkelanjutan, serta perlunya pendekatan berbasis ekosistem dalam mitigasi hama dan konservasi keanekaragaman hayati di lahan gambut.

KESIMPULAN

Serangga pada tanaman akasia ditemukan spesies total 397 ekor dengan 9 ordo, 35 famili, dan 44 morfospesies. Penelitian ini menunjukkan bahwa komunitas serangga pada tanaman *Acacia crassica* di lahan gambut memiliki keanekaragaman sedang hingga tinggi dengan nilai indeks Shannon-Wiener berkisar 1,48–1,97. Keanekaragaman tertinggi terdapat pada pembibitan, sedangkan dominansi tertinggi muncul pada tanaman umur 6 bulan akibat melimpahnya famili Formicidae. Nilai kemerataan yang menurun pada fase pertumbuhan menengah menunjukkan ketimpangan populasi antar taksa, namun pada umur 9 bulan komunitas mulai kembali seimbang. Secara keseluruhan, keberadaan berbagai kelompok fungsional serangga mencerminkan ekosistem lahan gambut yang masih fungsional dan mendukung pengelolaan HTI *A. crassica* secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chahyadi E, Fahri F, Rahayu, Arini. (2022). Kumbang Cerambycid (Coleoptera) Pada Tipe Lahan Berbeda Di Kabupaten Siak. *BIO-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 218–227. <https://doi.org/DOI:10.31849/bl.v9i2.11546>
- Dharma, T. A. (2024). Insect Pest Problem in Industrial Forest Plantation and Their Management. *Pro-Life Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 78–95.
- Haneda, N. F., Retmadhona, I. Y., & Nandika, D. (2017). Biodiversity of subterranean termites on the Acacia crassicaarpa plantation. *Biodiversitas*, 18(4), 1657–1662. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180446>
- Kencana, S. (2024). Analisis Koefisien Keseragaman Penyiraman Akasia (Acacia crassicaarpa) pada Tiga Fase Nursery. (Skripsi) *Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim*.
- Lisnawati, Y., Suprijo, H., Poedjirahajoe, E., Gunung, J., No, B., Kehutanan, F., Mada, U. G., & Agro, J. (2014). Hubungan Kedekatan Ekologis Antara Fauna Tanah dengan Karakteristik Tanah Gambut Yanga Didrainase untuk HTI Acacia crassicaarpa. *Manusia Dan Lingkungan*, 21(2), 170–178.
- Lynn, K. M. T., Wingfield, M. J., Durán, A., & Oliveira, L. S. S. (2020). Novel Fusarium mutualists of two Euwallacea species infesting Acacia crassicaarpa in Indonesia. *Antonie van Leeuwenhoek*, 113, 803–823. <https://doi.org/10.1007/s10482-020-01392-8>
- Martinus, A., Studi, P., Lingkungan, P., Pascasarjana, P., & Sriwijaya, U. (2017). *Pertumbuhan Bibit Acacia crassicaarpa dengan Pemberian Bokashi dari Beberapa Bahan Utama*. 6(2), 185–191.
- Sugesty, S., Kardiansyah, T., & Pratiwi, W. (2015). *Potensi Acacia crassicaarpa sebagai Bahan Baku Pulp Kertas untuk Hutan Tanaman Industri*. 21–32.
- Sulistiyono, E., Kkadan, S. K., Maretha, M. V., Souza Tavares, W. De, Sirait, B. A., Hanjelina Br Sinulingga, N. G., Tarigan, M., & Duran, A. (2020). First report, morphological and molecular identification of spodoptera species (Lepidoptera, Noctuidae) on Acacia crassicaarpa (Fabaceae) in Sumatra, Indonesia. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 74(3), 176–182. <https://doi.org/10.18473/lepi.74i3.a4>
- Tavares, W. De, Ginting Suka, D. C., Hardi, D., Adriya, R., Hanjelina Br Sinulingga, N. G., Kkadan, S. K., Tarigan, M., & Duran, A. (2020). Acacia crassicaarpa A. Cunn. ex Benth. (Fabaceae) as a Host Plant of Five Species in the Genera Altica Geoffroy, Aulacophora Dejean, and Aulonogria Borchmann (Coleoptera: Chrysomelidae, Tenebrionidae) in Sumatra, Indonesia. *Coleopterists Bulletin*, 74(4), 782–785. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-74.4.782>

PENGARUH PENGGUNAAN *CONDENSED MOLASSES SOLUBLES* (CMS) DALAM PAKAN TERHADAP KUALITAS INTERNAL TELUR ITIK PETELUR MOJOSARI

Effect of Condensed Molasses Solubles (CMS) in Feed on The Internal Quality of Mojosari Laying Ducks Egg

Sri Elfira Padang, dan Osfar Sjojfan*

Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang
JL. Veteran No. 10-11, Ketawanggede, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang

*Email korespondensi: osfar@ub.ac.id

ABSTRACT

Feed is the highest cost component of 60-70% in the laying duck business, so alternative feeds are needed that can improve the internal quality of eggs. The purpose of this study was to determine the effect of the use of Condensed Molasses Solubles (CMS) in feed on the internal quality of eggs. The materials used were 20 female Mojosari ducks in the production phase aged 32 weeks, basal feed, CMS produced by PT. Daesang Indonesia. The research method used was experimental using a completely randomized series (CRD) of 5 treatments and 4 replications. The treatments used were basal feed without treatment (T0), 97.5% basal feed + 2.5% CMS (T1), 95% basal feed + 5% CMS (T2), 92.5% basal feed + 7.5% CMS (T3), and 90% basal feed + 10% CMS (T4). The variables observed included egg white volume, egg yolk volume, egg white viscosity, egg yolk viscosity, haugh unit and egg air cavity. The data obtained were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and continued with Duncan's Multi Range Test (DMRT) if differences were found between treatments. The results showed that the addition of CMS to the feed had a significant effect ($P < 0.05$) on egg yolk viscosity, but had no significant effect ($P > 0.05$) on egg white volume, egg yolk volume, egg white viscosity, haugh unit and air cavity. The results of the study concluded that the use of 5% CMS gave the best results.

Keywords: *Condensed Molasses Solubles (CMS), Haugh unit, Laying ducks, Internal quality*

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan protein sejalan dengan kondisi kependudukan yang dinamis. Pemenuhan kebutuhan protein dapat diperoleh dari berbagai sumber, salah satunya adalah itik petelur. Itik merupakan ternak pertama yang dibudidayakan dan dipasarkan sebagai sumber pendapatan. Itik memiliki daya tahan tubuh yang lebih baik dibandingkan unggas lainnya. Itik petelur mampu menghasilkan telur yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein bagi masyarakat (Brata dkk., 2020). Populasi itik di Jawa Timur pada tahun 2023 mencapai 8,1 juta ekor (BPS, 2024). Produksi itik lokal menunjukkan bahwa dengan bobot tubuh 1,4–1,6 kg, seekor itik dapat menghasilkan sekitar 253 butir telur per tahun, dengan berat rata-rata 65 gram per butir. Produksi telur itik juga mengalami peningkatan seiring pertumbuhan jumlah penduduk. Data menunjukkan bahwa produksi telur itik pada tahun 2022 mencapai 349.356 ton, kemudian meningkat menjadi 358.220 ton pada tahun 2023 (Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2023).

Konsumsi telur itik mengalami peningkatan setiap tahun karena ukuran telurnya yang lebih besar dan rasanya yang lebih gurih dibandingkan telur unggas lainnya. Keunggulan itik Mojosari adalah memiliki produktivitas yang tinggi, karena produksinya dapat mencapai 250–300 butir per tahun. Telur memiliki kandungan nutrisi yang cukup kompleks sehingga menjadi salah satu penyedia sumber protein hewani. Kualitas telur adalah aspek yang sangat berpengaruh terhadap nilai jual telur. Salah satu aspek yang sangat mempengaruhi kualitas telur adalah pakan (Burhannudin, 2018). Harga pakan yang tidak stabil, tingginya biaya produksi, serta ketergantungan terhadap bahan pakan impor menjadi masalah utama bagi peternak. Oleh karena itu, diperlukan upaya efisiensi pakan melalui penggunaan bahan pakan alternatif yang murah, mudah didapat, dan tetap mampu meningkatkan performa ternak.

Condensed Molasses Solubles (CMS) atau larutan fermentasi molase kental merupakan produk sampingan dari proses fermentasi dalam industri *Monosodium Glutamat* (MSG). Produk ini mengandung berbagai nutrisi, seperti gula, nitrogen non-protein, mineral, dan sebagian protein kasar. *Condensed Molasses Solubles* (CMS) merupakan sumber pakan yang efektif karena memiliki nilai gizi dan manfaat ekonomi yang tinggi (Ma *et al.*, 2021). Kandungan nutrisi dalam CMS meliputi 44,36% kadar air, 32,02% protein kasar, 0,46% lemak kasar, 11,39% abu, 2,97% nitrogen non-protein, serta asam amino (AA) yang terdiri atas 5,52% asam glutamat, 1,47% asam alanin, dan 1,20% asam aspartat (Munezero and Kim, 2022). Penggunaan *Condensed Molasses Solubles* (CMS) memiliki potensi yang tinggi apabila dimanfaatkan sebagai suatu bahan alternatif pada pakan itik petelur karena selain mengandung zat aktif yang bermanfaat untuk itik petelur, ketersediannya juga melimpah dan harganya murah. Salah satu penghasil *Condensed Molasses*

Solubles (CMS) yaitu PT. Daesang Ingredients Indonesia.

Urgensi pada penelitian ini adalah belum ada penelitian lebih lanjut terkait penggunaan molases sebagai bahan pakan tambahan terutama terhadap kualitas internal telur itik mojosari. Berdasarkan uraian diatas maka dibutuhkan penelitian mengenai pengaruh penggunaan *Condensed Molasses Concentrate* (CMS) dalam pakan sebagai aditif pakan terhadap kualitas internal telur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan CMS (*Condensed Molasses Solubles*) dalam pakan terhadap kualitas internal telur itik petelur Mojosari meliputi volume putih dan kuning telur, viskositas putih dan kuning telur, *haugh unit* dan rongga udara. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang penggunaan CMS (*Condensed Molasses Solubles*) dalam pakan terhadap kualitas internal telur itik petelur Mojosari. Manfaat lainnya yaitu dapat mengetahui level presentase penggunaan CMS (*Condensed Molasses Solubles*) terbaik dalam pakan terhadap kualitas internal telur itik Mojosari.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Peternakan Itik Petelur Panggah Lancar, Jalan Raya Sawahan, RT. 9 RW. 3, Kec. Turen, Kab. Malang Jawa Timur. Analisis variabel volume kuning dan putih telur, viskositas kuning dan putih telur, *haugh unit* dan rongga udara dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya sebanyak 4 kali. Penelitian dilaksanakan selama dua bulan dimulai pada bulan Maret sampai Mei 2025 meliputi tahap persiapan, pelaksanaan penelitian dan analisis data.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan lapang dengan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang digunakan sebanyak 5 perlakuan 4 ulangan sehingga terdapat 20 unit atau sekat kandang percobaan. Satu ulangan terdapat lima ekor itik sehingga total itik yang digunakan dalam percobaan berjumlah 100 ekor. Itik petelur yang digunakan yaitu itik Mojosari fase layer umur 32 minggu. Peralatan yang digunakan yaitu alat untuk kebersihan kandang, timbangan digital untuk menimbang telur, pakan serta bobot itik. Pakan komersial dan CMS (*Condensed Molasses Solubles*) akan dicampurkan sesuai dengan persentase perlakuan yang sudah ditetapkan. Pemeliharaan itik dilakukan selama 60 hari (2 bulan) dengan dilakukan pemberian pakan perlakuan selama proses pemeliharaan. Koleksi data dilakukan dua minggu sekali, sampel diambil setiap kandang sebanyak satu butir telur.

Pengukuran volume putih dan kuning telur dapat diukur dengan telur dipecah lalu dipisahkan putih dan kuning telur menggunakan *egg yolk separator*. Sisa-sisa putih telur diambil agar semuanya terpisah dari kuning telur. Putih dan kuning telur dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berukuran 50 ml. Volume putih dan kuning telur dalam satuan ml tertera pada gelas ukur dicatat.

Pengukuran viskositas putih dan kuning telur diukur menggunakan *viscometer* tipe digital. Putih dan kuning telur yang sudah dipisahkan menggunakan *egg yolk separator* dimasukkan ke dalam chamber viscometer. Rotor dipilih dan tombol kecepatan per menit dipilih antara 6, 12, 30 dan 60 rpm. Rotor yang digunakan dalam menghitung viskositas putih telur yakni 30 rpm. Jika presentase *angle* sudah sesuai yaitu rentang 15-80% maka hasil yang ditampilkan sudah akurat. Hasil viskositas dicatat ke dalam *logbook*.

Cara menghitung *haugh unit* yaitu pengukuran tinggi putih menggunakan alat *albumen height micrometer*. Berikut merupakan rumus *Haugh Unit* (Fahri, et al., 2019) :

$$HU = 100 \log (h + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

Keterangan :

HU : *Haugh Unit*

h : Tinggi putih telur kental (mm)

W : Berat telur (gram)

Pengukuran rongga udara telur dilakukan dengan cara mengambil pecahan telur bagian tumpul atau bagian yang memiliki rongga udara dari telur yang dipecah saat pengukuran HU. Kemudian diukur kedalaman rongga udara dengan menggunakan jangka sorong dari membran dalam kerabang yang terpisah dengan membran kerabang bagian luar hingga kerabang. Satuan yang digunakan untuk mengukur rongga udara yaitu milimeter (mm).

Analisis Data

Data yang akan diperoleh ditabulasi kan dalam program *microsoft excel* setelah masing-masing variabel data di rata-rata kemudian dianalisis menggunakan metode statistik analisis ragam (ANNOVA) Dengan metode penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila terdapat pengaruh nyata pada perlakuan maka dilanjutkan dengan *Duncan's Multi Range Test (DMRT)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengaruh penambahan *Condensed Molasses Solubles* (CMS) terhadap kualitas internal telur (Volume putih telur, volume kuning telur, viskositas putih telur, viskositas kuning telur, *haugh unit*, dan rongga udara) pada itik petelur Mojosari dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rata-rata Pengaruh Perlakuan Terhadap Kualitas Internal Telur Itik

Perlakuan	Variabel					
	Volume Putih Telur (ml)	Volume Kuning Telur (ml)	Viskositas Putih Telur (mPa.S)	Viskositas Kuning Telur (mPa.S)*	Haugh Unit	Rongga Udara (mm)
P0	35,75 ± 1,83	27,56 ± 0,80	279,43 ± 16,63	1359,18 ± 37,54 ^a	94,2 ± 5,42	12,57 ± 1,24
P1	35,78 ± 1,61	25,50 ± 0,54	307,50 ± 146,40	1380,12 ± 53,41 ^b	97,03 ± 1,87	12,25 ± 0,49
P2	36,03 ± 0,89	28,28 ± 1,30	365,25 ± 79,63	1274,87 ± 55,42 ^b	95,08 ± 2,85	12,38 ± 1,17
P3	35,62 ± 1,42	27,75 ± 0,67	381,18 ± 79,63	1356,37 ± 53,05 ^b	91,93 ± 5,52	12,88 ± 0,98
P4	35,31 ± 1,39	26,93 ± 2,56	319,52 ± 31,31	1411,68 ± 62,95 ^b	93,30 ± 3,74	12,84 ± 1,37

Keterangan : Superskrip huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan (*) adanya perbedaan yang nyata (P<0,05).

1. Pengaruh Perlakuan terhadap Volume Putih Telur

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil rata-rata volume putih telur dari perlakuan kontrol dan perlakuan penambahan CMS. Rata-rata volume putih telur yang diperoleh menunjukkan P2 dengan persentase CMS yaitu 5,0% menghasilkan volume putih telur tertinggi yaitu (36,03 ± 0,89) ml sedangkan P4 menghasilkan volume putih telur terendah sebesar (35,31 ± 1,39) ml dengan persentase CMS 10%. Berdasarkan ragam statistik, dapat dilihat bahwa pengaruh tidak nyata (P>0,05) dari penggunaan CMS dalam pakan terhadap volume putih telur itik Mojosari. Hal tersebut dapat terjadi karena volume putih telur dipengaruhi oleh lama penyimpanan telur yang akan menyebabkan bertambahnya volume putih telur karena mengalami pengenceran.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan CMS dalam pakan tidak berpengaruh nyata terhadap volume putih telur itik Mojosari. Hal ini disebabkan oleh lamanya waktu penyimpanan telur yang dapat meningkatkan volume putih telur akibat proses pengenceran. Pada penelitian Fahri *et al.*, (2019) menyatakan bahwa penyimpanan telur memiliki pengaruh nyata terhadap kualitas putih telur, semakin lama telur disimpan maka indeks albumen dan *haugh unit* akan mengalami penurunan yang berarti putih telur menjadi lebih encer akibat terjadinya penguraian protein ovomucin serta peningkatan pH albumen. Menurut Chaiyasit *et al.*, (2019) pada penelitian yang telah dilakukan bahwa putih telur itik memiliki karakteristik fisiko-kimia yang lebih kental dibanding ayam, namun kekentalan tersebut dapat berubah dengan cepat akibat perubahan pH dan kadar air selama penyimpanan.

Penyimpanan telur dalam jangka waktu yang terlalu lama dapat memengaruhi karakteristik internal telur, termasuk penurunan volume putih telur akibat hilangnya air dan karbondioksida seiring bertambahnya lama penyimpanan. Kondisi tersebut juga menyebabkan penipisan lapisan albumen serta peningkatan pH albumen (Quan and Benjakul, 2019). Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Septiana, dkk. (2015) menyatakan bahwa lama penyimpanan selama 0, 7, dan 14 hari pada telur itik Tegal memberikan pengaruh yang nyata terhadap indeks albumen. Semakin lama telur disimpan, albumen menjadi semakin encer dan volumenya cenderung meningkat akibat perpindahan air dari kuning telur ke putih telur..

Volume rata-rata putih telur bervariasi, Menurut Godbert *et al.*, (2019) bahwa volume rata-rata sekitar 30 ml pada telur yang memiliki berat 60 gram termasuk kulit telur. Konsentrasi protein dalam putih telur mencapai sekitar 110 mg/ml. Secara keseluruhan, telah diidentifikasi sekitar 150 jenis protein yang berbeda dalam putih telur. Protein utama yang paling melimpah adalah ovalbumin, yang menyumbang sekitar 50% dari total kandungan protein putih telur.

2. Pengaruh Perlakuan terhadap Volume Kuning Telur

Hasil volume kuning telur diperoleh setelah menghitung rata-rata volume tersebut selama penelitian.

Berdasarkan hasil rata-rata volume kuning telur Menunjukkan perlakuan terendah yaitu P1 dengan persentase penggunaan CMS yaitu 2,5% menghasilkan volume kuning telur sebesar $(25,50 \pm 0,54)$ ml. Volume kuning telur tertinggi sebesar $(28,28 \pm 1,30)$ ml pada penggunaan CMS 5,0% yaitu perlakuan P2. Berdasarkan ragam statistik, dapat dilihat bahwa pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) dari penggunaan CMS dalam pakan terhadap volume kuning telur itik Mojosari. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat CMS berbeda pada setiap perlakuan, perubahan volume kuning telur tidak dapat dikaitkan secara signifikan dengan penambahan CMS.

Kuning telur (*yolk*) tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi pakan dan faktor genetik itik, tetapi juga oleh kondisi penyimpanan telur dan interaksi antar komponen internal telur, seperti albumen (putih telur), *yolk* (kuning telur), serta membran vitelin yang memisahkan keduanya. Kuning telur bersifat semi-permeabel, memungkinkan terjadinya pertukaran air dan ion mineral dari albumen ke *yolk* selama proses penyimpanan. Seiring waktu, air akan berpindah menuju kuning telur, menyebabkan peningkatan volume atau ukuran kuning telur, meskipun tidak disertai peningkatan komponen padatan seperti protein atau lemak (Funk, 2018; Chaayasit *et al.*, 2019). Berdasarkan penelitian Cozzolino *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa kondisi penyimpanan (terutama suhu dan lama simpan) berpengaruh nyata terhadap ukuran dan densitas *yolk*.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa variasi volume kuning telur pada hasil penelitian lebih dipengaruhi oleh faktor pasca-produksi dibandingkan dengan efek biologis dari penambahan *Condensed Molasses Concentrate* (CMS) dalam pakan. CMS berperan sebagai sumber energi cair yang kaya akan gula dan mineral, sehingga dapat memengaruhi metabolisme serta proses sintesis lipid dalam telur. Menurut Septiana, dkk. (2015), lama penyimpanan berpengaruh terhadap indeks albumen dan indeks *yolk*, semakin lama telur disimpan, albumen menjadi semakin encer dan *yolk* cenderung mengalami peningkatan volume akibat penyerapan air.

Menurut Susanti *et al.*, (2025) bahwa volume kuning telur (*yolk* volume) pada itik berkisar antara 26 hingga 28 mL, dengan nilai rata-rata $27,13 \pm 1,65$ ml pada perlakuan tertentu. Nilai tersebut sebanding dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, di mana volume kuning telur berkisar antara 25,50 ml hingga 28,28 ml, menunjukkan bahwa kisaran volume tersebut masih berada dalam rentang fisiologis normal telur itik Mojosari. Penambahan CMS dengan kadar 2,5–10% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap volume kuning telur ($P > 0,05$).

3. Pengaruh Pelakuan terhadap Viskositas Putih Telur

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil rata-rata viskositas putih telur dari perlakuan kontrol dan perlakuan penambahan CMS. Rata-rata viskositas putih telur. Viskositas putih telur yang paling tinggi sebesar $(381,18 \pm 79,63)$ mPa.S pada perlakuan P3 dengan level penggunaan CMS 7,5%. Viskositas putih telur terendah didapatkan pada perlakuan P0 atau perlakuan kontrol sebesar $(279,43 \pm 16,63)$ mPa.S. Berdasarkan ragam statistik, dapat dilihat bahwa pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) dari penggunaan CMS dalam pakan terhadap viskositas putih telur itik Mojosari.

Viskositas albumen putih telur sangat dipengaruhi oleh komposisi protein struktural seperti ovomucin dan kompleks ovomucin-lysozim yang membentuk jaringan gel dan menahan air dalam albumen. Berdasarkan penelitian Wang *et al.*, (2019) bahwa kadar ovomucin dalam albumen memiliki korelasi positif yang tinggi dengan visko-elastisitas albumen, semakin tinggi kadar ovomucin, semakin kuat jaringan gel albumen dan semakin tinggi viskositasnya. Hasil analisis mereka menunjukkan bahwa setelah lama penyimpanan, kadar ovomucin menurun secara signifikan ($P \leq 0,01$), dan nilai visko-elastisitas serta viskositas albumen secara bertahap menurun bersamaan dengan penurunan ovomucin. Viskositas putih telur bukan hanya dipengaruhi oleh pakan yang diinduksi metabolik (seperti penggunaan sumber energi atau modifikasi nutrien), tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi pasca-produksi dan struktur protein albumen.

Penyimpanan telur juga berperan besar terhadap perubahan viskositas albumen. Faktor-faktor seperti lama penyimpanan, suhu, kehilangan gas CO₂ melalui pori-pori kerabang, serta migrasi air antar bagian telur (dari albumen ke kuning telur) dapat mengubah keseimbangan osmotik dan struktur protein putih telur. Menurut Kumbhar *et al.*, (2016) melaporkan bahwa pada telur angsa melaporkan bahwa meskipun viskositas albumen dapat meningkat pada tingkat putaran rendah (*shear rate* rendah) akibat efek pengentalan sementara, secara keseluruhan viskositas albumen menurun seiring lamanya penyimpanan. Chaayasit *et al.*, (2019) melaporkan bahwa albumen itik memiliki karakteristik gelling dan viskositas yang berbeda dibanding ayam, serta perlakuan pasteurisasi secara signifikan menurunkan viskositas albumen ($P \leq 0,05$).

Perbedaan spesies unggas turut memengaruhi nilai viskositas putih telur. Setiap jenis unggas memiliki viskositas putih telur yang bervariasi, meliputi itik, ayam, angsa, *turkey*, burung puyuh, serta burung merpati. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sun *et al.*, (2019) bahwa burung merpati menunjukkan nilai viskositas tertinggi, yaitu sebesar 32.345 ± 2.102 mPa.S. Sementara itu, viskositas putih telur itik lebih rendah dibandingkan dengan ayam. Nilai viskositas putih telur itik yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah 29.964 ± 2.113 mPa.S, sedangkan viskositas putih telur ayam sebesar 30.776 ± 1.034 mPa.S.

4. Pengaruh Pelakuan terhadap Viskositas Kuning Telur

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai rata-rata viskositas kuning telur dari perlakuan kontrol maupun perlakuan dengan penambahan CMS. Nilai viskositas kuning telur tertinggi terdapat pada perlakuan P4, yaitu sebesar $(1411,68 \pm 62,95)$ mPa.S dengan level penambahan CMS sebesar 10%. Sementara itu, viskositas putih telur terendah diperoleh pada perlakuan P2 yaitu sebesar $(1274,87 \pm 55,42)$ mPa.S dengan persentase penggunaan CMS 5,0%. Berdasarkan analisis ragam (ANOVA), penggunaan CMS dalam pakan menunjukkan pengaruh nyata terhadap viskositas kuning telur itik Mojosari ($P < 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan level CMS dalam pakan mampu memengaruhi karakteristik fisik kuning telur, khususnya kekentalan atau viskositasnya. CMS merupakan produk samping industri gula yang kaya akan sumber energi dan senyawa bioaktif seperti mineral, asam organik, serta gula sederhana yang dapat meningkatkan ketersediaan energi untuk sintesis lipid dan protein kuning telur (Wang *et al.*, 2019).

Viskositas kuning telur sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia dan fisik partikel-lipoprotein di dalam kuning telur. Menurut Kumbár *et al.*, (2021) menganalisis perilaku aliran (*flow behaviour*) yolk dari enam spesies unggas dan menemukan bahwa viskositas kuning telur berbeda secara signifikan antar spesies, yang disebabkan oleh perbedaan kandungan air dan lipid di dalam kuning telur. Wang *et al.*, (2019), struktur lipoprotein dan kadar ovomucin berperan penting dalam mempertahankan konsistensi kuning dan putih telur. Perubahan pada komposisi protein atau lipid akibat variasi pakan dapat meningkatkan viskositas kuning telur karena terbentuknya jaringan protein-lipid yang lebih padat dan mampu menahan air lebih baik. Dalam konteks penelitian ini, kandungan karbohidrat dari CMS berpotensi meningkatkan ketersediaan energi untuk sintesis vitelogenin di hati, yang kemudian diangkut ke ovarium untuk membentuk kuning telur. Semakin tinggi sintesis vitelogenin, semakin tinggi pula akumulasi protein dan lemak dalam kuning telur, sehingga meningkatkan viskositasnya (Song *et al.*, 2023).

Kumbár *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa selama penyimpanan telur unggas, viskositas kuning telur dapat berubah akibat migrasi air dari albumen ke *yolk* serta degradasi protein emulsifier alami seperti fosvitin. Hal ini dapat menyebabkan kuning telur menjadi lebih encer atau lebih kental tergantung pada lama dan kondisi penyimpanan. Dengan demikian, variasi viskositas dalam penelitian tidak hanya disebabkan oleh pengaruh pakan CMS, tetapi juga oleh faktor pasca-produksi seperti suhu lingkungan dan lama waktu antara pengambilan telur dan pengukuran viskositas.

5. Pengaruh Pelakuan terhadap Haugh Unit

Nilai *haugh unit* yang paling tinggi pada perlakuan P1 sebesar $(97,03 \pm 1,87)$ dengan persentase 2,5% CMS. Nilai *haugh unit* terendah pada perlakuan P3 sebesar $(91,93 \pm 5,52)$ dengan persentase 7,5% CMS. Berdasarkan ragam statistik, dapat dilihat bahwa pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) dari penggunaan CMS dalam pakan terhadap *haugh unit* telur itik Mojosari. *Haugh Unit* merupakan indikator objektif kualitas putih telur yang dihitung berdasarkan hubungan antara tinggi albumen kental dan berat telur, semakin tinggi bagian albumen kental maka nilai HU akan semakin baik. *Haugh Unit* tidak berbeda nyata antar perlakuan menunjukkan bahwa penambahan CMS tidak cukup memengaruhi komponen albumen, baik dari sisi struktur protein maupun stabilitas fisik albumen kental. Nuraini, dkk. (2019) melaporkan bahwa menyatakan bahwa perubahan HU lebih sensitif dipengaruhi oleh faktor penyimpanan dibandingkan oleh variasi nutrisi pakan, terutama pada spesies unggas air seperti itik.

Menurut Larastiti, dkk. (2022) Nilai *haugh unit* dipengaruhi oleh kadar ovomusin yang terdapat dalam putih telur. Semakin besar kandungan ovomusin, maka nilai HU akan semakin meningkat. Ovomusin berperan sebagai pengikat air yang membantu membentuk gel pada albumen. Albumen menjadi lebih kental apabila jaringan ovomusin tersusun dalam jumlah yang lebih banyak dan kuat, sehingga viskositasnya meningkat (Purwati, dkk. 2015). Kekentalan albumen ini akan menaikkan tinggi albumen, sehingga tinggi albumen sangat memengaruhi nilai *haugh unit*, *haugh unit* tersebut bergantung pada jumlah ovomusin. Indeks albumen juga memengaruhi nilai *haugh unit*, tetapi tingkat pengaruhnya tidak sebesar pengaruh tinggi albumen terhadap *haugh unit*. Hal ini juga diperkuat oleh Habiya *et al.*, (2016) bahwa peningkatan penyerapan asam amino dapat mempertahankan keberadaan ovomusin dan lesitin sehingga mampu memperbaiki kualitas telur. Asam amino berperan penting dalam meningkatkan viskositas albumin serta nilai *haugh unit*. Ovomusin berfungsi mengendalikan mutu protein albumin dan mendukung pembentukan kekentalan pada albumen. Kandungan ovomusin dalam albumen sangat memengaruhi nilai *haugh unit*, sehingga semakin tinggi konsentrasi ovomusin maka nilai *haugh unit* juga akan meningkat.

Kualitas albumen pada itik umumnya memiliki stabilitas fisiologis yang lebih tinggi dibandingkan pada ayam ras, sehingga perubahan komposisi nutrisi pakan tidak selalu mampu menimbulkan perbedaan terhadap tinggi albumen kental. Menurut Lestari, dkk. (2018) yang menyatakan bahwa berbagai perlakuan perendaman maupun variasi kondisi lingkungan hanya memberikan pengaruh yang terbatas terhadap viskositas albumen dan nilai *haugh unit* telur itik, selama struktur utama protein albumen seperti

ovomusin dan ovalbumin masih berada dalam kondisi fisiologis yang normal. Penelitian Harahap, dkk. (2023) menunjukkan bahwa meskipun perbedaan sistem pemeliharaan, baik ekstensif maupun intensif, dapat memengaruhi ukuran telur dan berat albumen, nilai *haugh unit* tetap relatif stabil dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Hal ini menegaskan bahwa nilai *haugh unit* pada itik lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dan kondisi fisiologis internal dibandingkan oleh variasi kandungan nutrisi tambahan dalam pakan.

6. Pengaruh Pelakuan terhadap Rongga Udara Telur

Berdasarkan analisis data menunjukkan bahwa penggunaan CMS pada pakan memberikan pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap rongga udara telur. Rataan rongga udara dari yang tertinggi hingga terendah adalah P3 ($12,88 \pm 0,98$), P4 ($12,84 \pm 1,37$), P0 ($12,57 \pm 1,24$), P2 ($12,38 \pm 1,17$), dan P1 ($12,25 \pm 0,49$) mm. Nugraha, dkk. (2025) melaporkan bahwa semakin lama telur disimpan, semakin besar rongga udara yang terbentuk akibat terjadinya penguapan cairan (H_2O) dan gas CO_2 melalui pori-pori kerabang. Proses kehilangan cairan internal ini menyebabkan isi telur menyusut sehingga rongga udara semakin melebar, yang berimplikasi pada penurunan kualitas telur secara keseluruhan. Kondisi tersebut dapat memicu perubahan fisik seperti penurunan turgiditas albumen serta potensi kerusakan komponen internal yang lebih tinggi seiring lamanya waktu simpan. Fenomena ini menunjukkan bahwa rongga udara merupakan parameter sensitif terhadap perubahan fisik-kimia yang terjadi pasca peneluran, terutama akibat fluktuasi suhu dan kelembapan selama penyimpanan.

Rongga udara terbentuk ketika telur pertama kali dikeluarkan dari tubuh induk, akibat perbedaan suhu tubuh ayam dengan suhu lingkungan. Namun, seiring bertambahnya waktu penyimpanan, ukuran rongga udara akan terus meningkat karena terjadinya perpindahan massa berupa penguapan air (H_2O) dan keluarnya gas seperti CO_2 melalui pori-pori kerabang. Mekanisme ini bersifat pasif dan terjadi meskipun telur tidak mengalami perlakuan apa pun. Hal tersebut dijelaskan oleh Masitoh, dkk. (2022) yang menemukan bahwa diameter rongga udara meningkat secara signifikan ($p < 0,05$) ketika telur disimpan lebih lama, menunjukkan bahwa faktor utama pembesaran rongga udara adalah hilangnya cairan internal, bukan faktor nutrisi pakan. Proses pembesaran rongga udara dikendalikan oleh mekanisme fisik-kimia, perubahan ransum pakan seperti penambahan CMS cenderung tidak memberikan dampak langsung terhadap ukuran rongga udara. Nutrisi pakan dapat memengaruhi kualitas internal telur pada tahap pembentukan, seperti kualitas albumen, kekentalan, atau kekuatan kerabang, namun setelah telur dikeluarkan, faktor pasca-produksi seperti suhu, kelembapan, dan lama penyimpanan menjadi lebih dominan dalam menentukan ukuran rongga udara. Selain itu, permeabilitas kerabang juga menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi cepat atau lambatnya peningkatan rongga udara. Kerabang telur memiliki ribuan pori yang memungkinkan terjadinya pertukaran gas. Jika pori-pori kerabang lebih besar atau lebih banyak, penguapan air dan CO_2 akan terjadi lebih cepat sehingga rongga udara membesar lebih cepat pula (Ismail, dkk. 2023).

KESIMPULAN

Penambahan *Condensed Molasses Solubles* (CMS) dalam pakan dapat meningkatkan viskositas kuning telur tetapi tidak dapat meningkatkan volume putih dan kuning telur, viskositas putih telur, *haugh unit*, dan rongga udara telur itik Mojosari. Penambahan CMS 5% secara keseluruhan memberikan hasil yang terbaik terhadap kualitas internal telur itik Mojosari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Kerjasama Penelitian Organik Protein (OP/CP1/CMS) oleh PT. Daesang Ingredient Indonesia 2025. Kami sangat berterima kasih atas dukungan finansial yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Peternakan Itik Panggah Lancar yang membantu menyediakan tempat sehingga kegiatan penelitian terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2024*. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Brata, B., Soetrisno, E., Sucahyo, T., & Setiawan, B. D. (2020). Populasi dan manajemen pemeliharaan serta pola pemasaran ternak itik (Studi kasus di Desa Pematang Balam Kecamatan Hulu Palik Kabupaten Bengkulu Utara). *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(1), 98–109.
- Burhannudin. (2018). Sistem informasi manajemen pakan guna meningkatkan indikator keberhasilan panen ternak pada PT. Berkah Benua Farm. *J-INTECH*, 6(1), 119–140.

- Chaiyasit, W., Brannan, R. G., Chareonsuk, D., & Chanasattru, W. (2019). Comparison of physicochemical and functional properties of chicken and duck egg albumens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(1), 1–9. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0705>
- Cozzolino, D., Sanal, P., Soumeh, E. A., Dekkers, M. H., Anderson, M., Boisen, S., & Hoffman, L. C. (2024). Implications of the storage conditions and production system on the physical properties of eggs: A multivariate data analysis study. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(1), 3235–3244. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17069>
- Fahri, M., Kurnianto, E., & Suprijatna, E. (2019). The effect of storage time and egg weight at room temperature on interior quality of hatching egg in Magelang duck. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 29(3), 241–248. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2019.029.03.06>
- Godbert, S. R., Guyot, N., & Nys, Y. (2019). The golden egg: Nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 11(3), 684. <https://doi.org/10.3390/nu11030684>
- Habiyaha, U., Mutia, R., & Suharti, S. (2016). Performance and egg quality of laying hens fed ration containing coriander seeds (*Coriandrum sativum* Linn). *Media Peternakan*, 39(1), 61–66. <https://doi.org/10.5398/medpet.2016.39.1.61>
- Harahap, D. R. Y., Sipahutar, L. W., & Fajrin, M. (2023). Kualitas fisik telur itik yang dipelihara di peternakan rakyat Kota Padangsidimpuan. *Jurnal Peternakan (Journal of Animal Science)*, 7(2), 89–96. <https://doi.org/10.31604/jac.v5i2.4492>
- Ismail, S., Mandey, J. S., & Tulung, Y. R. L. (2023). Penggunaan ekstrak daun eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai pengawet terhadap kualitas dan kuantitas telur ayam ras. *Jurnal Transdisiplin Pertanian*, 19(2), 1057–1066. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.v19i2.48632>
- Kumbar, V., Nedomova, S., Trnka, J., Buchar, J., & Pytel, R. (2016). Effect of storage duration on the rheological properties of goose liquid egg products and eggshell membranes. *Poultry Science*, 95(1), 1693–1701. <https://doi.org/10.3382/ps/pew094>
- Larastiti, S. A., Rahmat, D., & Garnida, D. (2022). Pengaruh lebar, tinggi, dan indeks albumen terhadap Haugh Unit telur itik lokal (*Anas* sp.). *Jurnal Produksi Ternak Terapan*, 3(1), 9–14. <http://jurnal.unpad.ac.id/jptt>
- Lestari, L., Mardiaty, S. M., & Djaelani, M. A. (2018). Kadar protein, indeks putih telur, dan nilai Haugh Unit telur itik setelah perendaman ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) dengan waktu penyimpanan yang berbeda pada suhu 4°C. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 3(1), 39–45. <https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.39-45>
- Ma, J., Chen, M., Xue, F., Ali, M. S., & Jiang, M. (2021). Use of condensed molasses fermentation solubles as an alternative source of concentrates in dairy cows. *Animal Bioscience*, 24(2), 205–212. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0844>
- Masitoh, Nova, K., Sutrisna, R., & Riyanti. (2022). Pengaruh lama penyimpanan telur herbal ayam ras fase kedua pada suhu ruang terhadap penurunan berat telur, diameter rongga udara dan indeks albumen. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.23960/jrip.2022.6.1.1-7>
- Munezero, O., & In, H. K. (2022). Effect of condensed molasses fermentation solubles (CMS) to replace molasses on the growth performance, nutrient digestibility, and backfat thickness in growing pigs. *Korean Journal of Agricultural Science*, 49(2), 185–192. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20220015>
- Nugraha, Y. I., Nova, K., Septinova, D., & Riyanti. (2025). Pengaruh lama penyimpanan telur ayam ras herbal pada refrigerator terhadap penurunan berat telur, diameter rongga udara, dan indeks kuning telur. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 9(1), 27–40. <https://doi.org/10.23960/jrip.2025.9.1.27-40>
- Nuraeni, S., Djaelani, M. A., Sunarno, & Kasiyati. (2019). Nilai Haugh Unit (HU), indeks kuning telur (IKT) dan pH telur itik Pengging setelah pemberian tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(2), 107–115. <https://doi.org/10.14710/baf.4.2.2019.107-115>
- Purwati, D., Djaelani, M. A., & Yuniwanti, E. Y. W. (2015). Indeks kuning telur (IKT), Haugh Unit (HU) dan bobot telur pada berbagai itik lokal di Jawa Tengah. *Jurnal Biologi*, 4(2), 1–9.
- Quan, T. H., & Benjakul, S. (2019). Duck egg albumen: Physicochemical and functional properties as affected by storage and processing. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 1104–1115. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03669-x>
- Septiana, N., Riyanti, & Nova, K. (2015). Pengaruh lama simpan dan warna kerabang telur itik Tegal terhadap indeks albumen, indeks yolk, dan pH telur. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(1), 81–86. <https://doi.org/10.23960/jipt.v3i1.p%25p>
- Song, X., Wang, D., Zhou, Y., Sun, Y., Ao, X., Hao, R., Gao, M., Xu, Y., Li, P., Jia, C., & Wei, Z. (2023). Yolk precursor synthesis and deposition in hierarchical follicles and effect on egg production performance of hens. *Poultry Science*, 102(7), 102756. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102756>
- Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2023). *Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan*.

- Sun, C., Liu, J., Yang, N., & Xu, G. (2019). Egg quality and egg albumen property of domestic chicken, duck, goose, turkey, quail, and pigeon. *Poultry Science*, 98, 4516–4521. <https://doi.org/10.3382/ps/pez259>
- Susanti, R., Yuliana, E., & Dafip, M. (2025). Feed composition and nutrition affecting duck egg quality in Central Java intensive farming, Indonesia. *Jurnal Biodjati*, 10(1), 158–170. <https://www.researchgate.net/publication/392317069>
- Wang, Y., Wang, Z., & Shan, Y. (2019). Assessment of the relationship between ovomucin and albumen quality of shell eggs during storage. *Poultry Science*, 98(1), 473–479. <https://doi.org/10.3382/ps/pey349>

RESPON TANAMAN PAKCOY (*Brassica Rapa* L) DAN IKAN NILA (*Oreochromis Niloticus* L) DENGAN PEMBERIAN BEBERAPA KONSENTRASI AB MIX PADA AKUAPONIK

*Response of Pakcoy Plants (*Brassica Rapa* L) and Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus* L) to the Application of Various Concentrations of AB Mix in Aquaponics*

Roy Tulus Sinaga^{1*}, Yulfita Farni² & Rido Saputra³

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

²Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

³Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

Jl. Tri Brata KM 11, Mestong, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi.

*Email korespondensi: roysinaga1903@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted with the aim of determining the response of pakcoy plants to the addition of various concentrations of AB mix in aquaponics, to observe the growth of Nile tilapia in aquaponic cultivation of pakcoy plants with the addition of different concentrations of AB mix, and to determine the optimal AB mix concentration for producing pakcoy and Nile tilapia in aquaponic systems. This study was carried out using a Completely Randomized Design (CRD) with treatments involving the addition of several concentrations of AB mix in aquaponics, consisting of 4 treatments, with each treatment planting 15 pakcoy plants and each treatment pond containing 20 Nile tilapia. The treatments applied were ponds without AB Mix addition, and ponds with the addition of 4 mL, 5 mL, and 6 mL of AB Mix. The results of the study showed that the addition of AB mix in aquaponics for Nile tilapia and pakcoy plants had a significant effect on plant height, number of leaves, plant weight, oxygen, pH, and ammonia levels. Meanwhile, the temperature parameter did not have a significant effect. The water quality during the study period remained in optimal condition for aquaponics cultivation, suitable for both tilapia fish and pakcoy plants. The best pakcoy results were obtained with the addition of AB Mix at a concentration of 6 mL/L, yielding 15.6 leaves, a height of 17.0 cm, and a plant weight of 40.1 grams. The fish survival rate was 95% in the treatment without the addition of AB Mix.

Keywords: Ammonia, Growth, Temperature

PENDAHULUAN

Sistem akuaponik merupakan kombinasi antara hidroponik (budidaya menanam) dan akuakultur (budidaya perairan), yang menciptakan suatu lingkungan yang bersifat simbiotik. Dalam pengertian singkatnya sistem akuaponik menggunakan air yang mengalir pada sistem tersebut untuk terus bersirkulasi. Pompa listrik mengalirkan air yang mengandung limbah ikan yang akan menjadi sumber nutrisi bagi tanaman. Lalu air disaring dan dikembalikan ke kolam ikan di bawahnya (Bangun *et al.*, 2019)

Salah satu komoditas yang dipilih untuk di budidayakan menggunakan metode akuaponik adalah tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L). Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L) merupakan tanaman jenis sayur-sayuran yang termasuk keluarga *Brassicaceae*. Tumbuhan pakcoy masih memiliki kerabat dekat dengan sawi. Penampilannya sangat mirip dengan sawi, akan tetapi lebih pendek dan kompak, tangkai daunnya lebar dan kokoh, tulang daunnya mirip dengan sawi hijau, daun lebih tebal dari sawi hijau (Panca Putri, 2020).

Ikan Nila telah dikembangkan pada usaha skala kecil dan menengah, baik usaha tani maupun usaha rumahan. Usaha tersebut dikembangkan dengan menerapkan berbagai jenis metode budidaya, baik monokultur maupun polikultur. Setiap metode budidaya yang digunakan dalam produksi ikan nila, selalu memperhitungkan aspek efisiensi dan finansial, termasuk metode budidaya akuaponik. Budidaya ikan sistem akuaponik di Indonesia merupakan teknologi relatif baru dan belum banyak diketahui oleh kalangan pembudidayaan ikan (Ansa *et al.*, 2022). Permintaan pasar yang sangat tinggi menyebabkan pembudidayaan ikan nila turut meningkatkan padat tebar ikan nila, yang selanjutnya akan mempengaruhi jumlah pakan yang diberikan. Sistem akuaponik dapat mengurangi kadar ammonia pada kolam ikan nila dan meningkatkan *survival rate* dari ikan nila. (Rahmawati *et al.*, 2023).

Penggunaan nutrisi dari air kolam ikan belum mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman yang optimal, sehingga masih perlu ditambahkan nutrisi dari luar. Salah satu nutrisi lengkap yang mengandung unsur hara makro dan unsur hara mikro yang dapat digunakan dalam budidaya system akuaponik adalah pupuk AB mix (Janoldi *et al.*, 2023a) Nutrisi dibagi menjadi 2 yaitu nutrisi yang mengandung unsur makro dan yang mengandung unsur mikro. Nutrisi yang mengandung unsur makro yaitu nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah banyak seperti N, P, K, S, Ca, dan Mg. Nutrisi yang mengandung unsur mikro merupakan nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit seperti Mn, Cu, Zn, Cl, Cu, Na dan Fe. Nutrisi AB mix terdiri dari pekatan

A dan pekatan B yang nantinya diencerkan dengan perbandingan 1:1000.(Hidayanti dan Kartika, 2019) Pemberian pupuk AB-mix pada tanaman pakcoy secara akuaponik perlu memperhatikan konsentrasi yang terbaik agar tanaman terhindar dari defisiensi apabilakonsentras rendah atau toksisitas jika konsentrasi tinggi.

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui respon tanaman pakcoy dengan penambahan beberapa konsentrasi ab mix pada akuaponik, untuk mengetahui pertumbuhan ikan nila pada budidaya akuaponik tanaman pakcoy dengan penambahan beberapa konsentrasi AB mix dan mendapatkan kosentrasi AB mix terbaik dalam menghasilkan pakcoy dan ikan nila secara akuaponik.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tanaman pakcoy, benih ikan nila yang berumur 2-3bulan, nutrisi AB mix, *rockwool*, netpot, kertas label,pakan ikan komersil dengan kadar protein 35%, terpal, kayu balok panjang 4 meter, dan lem pipa.

Alat yang digunakan adalah pipa PVC 2,5 inch dengan panjang 1 meter, aerator, selang PE, pH meter, timbangan digital, termometer, ember kapasitas 20 liter, gunting, gelas ukur, kamera digital, penggaris, gergaji, dan palu.

Tempat dan Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan pada Januari sampai Februari 2025. Penelitian ini dilaksanakan di *Greenhouse* Jl. TP. Sriwijaya Tulip 4 Kel. Rawasari Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi. Untuk uji kualitas air di Laboratorium Penguji BPBAT Sungai Gelam-kota Jambi.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan masing-masing perlakuan ditanam sebanyak 15 tanaman pakcoy, dan masing-masing kolam perlakuan diisi 20 ekor ikan nila. Adapun taraf dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

P0 : Kolam tanpa penambahan AB Mix (Kontrol)

P1 : Kolam dengan penambahan AB Mix 4 mL/L

P2 : Kolam dengan penambahan AB mix 5 mL/L

P3 : Kolam dengan penambahan AB mix 6 mL/L

Tahap Persiapan

Tahap ini, disiapkan alat serta bahan untuk digunakan dalam penelitian. Mensterilkan semua alat, menyiapkan bahan yang akan digunakan dan memberi labelbotol yang akan digunakan sebagai tempat sampel. Selanjutnya dilakukan tahappersiapan kolam dengan membuat kolam menggunakan kolam terpal.

Persiapan kolam dilakukan dengan mengisi air sebanyak 100 liter. benih ikan nila ditebar, kepadatan benih ikan nila pada kolam adalah 15 ekor kapasitas kolam ukuran 1m x 1m x 1m yang diisi air dengan ketinggian setengahnya (Darmawan, M., Irawati, dan Asmuliani, 2020) sehingga pada kolam dengan kapasitas 100 liter benih nila ditebar sebanyak 20 ekor, setelah kolam terisi benih ikan, kolam didiamkan selama 7 hari. Hal ini bertujuan agar nutrisi yang terkandung pada kolam mampu mencukupi kebutuhan nutrisi pada tanaman

Pada tahap persiapan instalasi, pipa pvc dilubangi sebanyak 5 lubang dengan jarak 20 cm per lubang, kemudian instalasi disambungkan ke filter, dan pompa pada kolam, selanjutnya instalasi di cek kembali guna menghindari kebocoran pada instalasi.

Tahap Penyemaian dan Penanaman

Pada tahap penyemaian benih dan penanaman, *rockwool* dipotong dengan gergaji besi menjadi bentuk persegi, kemudian potongan *rockwool* dimasukkan ke dalam tray semai dan melubangi *rockwool* dengan kedalaman sekitar 0,5 cm, setelahitu tiap lubang tanam diisi dengan satu benih pakcoy kemudian disimpan pada tempat yang tidak terpapar sinar matahari secara langsung. Pakcoy yang etelah berumur 3 hari atau benih sudah menjadi kecambah, benih siap dipindahkan ke tempat yang terpapar sinar matahari, setelah 14 hari benih siap pindah tanam dengan memindahkan *rockwool* yang berisi benih ke dalam netpot dan memasukkannya ke dalam instalasi akuaponik (talang).

Ciri- ciri benih pakcoy yang baik untuk dipindah tanam yaitu bibit pakcoy yang sudah berumur 2-3 minggu setelah semai atau berdaun 3-4 helai daun, sehingga bibit pakcoy layak untuk dipindahkan ke lahan produksi.

Tahap Pemeliharaan

Ikan nila diaklimatisasi terlebih dahulu selama 30 menit sebelum dilepas ke kolam pemeliharaan tujuannya agar ikan nila bisa beradaptasi dengan lingkungan baru dan menguras stres pada ikan, selanjutnya ikan nila diukur beratnya menggunakan timbangan untuk mengetahui bobot awal tebar. Ikan nila yang ditebar sebanyak 80 ekor. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari. Ikan nila diberikan pakan dengan dosis

sebanyak 3% dari berat tubuh ikan dengan frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari, karena pemberian pakan 2 kali sehari dengan dosis 3% dari bobot ikan mampu meningkatkan berat tubuh ikan secara optimal (Maryam *et al.*, 2023)

Pada kualitas air, dilakukan pemantauan kualitas air setiap hari dan diperhatikan kuantitas air, nutrisi dan kebersihan kolam. Pada nutrisi air kolam ikan, ditambahkan nutrisi campuran AB mix setiap minggunya. Jumlah air dipantau dengan menambahkan garis di atas volume awal. Jika ketinggian air di bawah garis yang ditentukan, tambahkan air ke dalam kolam. Pembersihan kolam juga wajib dilakukan untuk mencegah kerusakan tanaman dan penyakit ikan nila

Pemeliharaan tanaman dilakukan secara manual dan tanaman dikeluarkan dari instalasi jika rusak atau berubah bentuk. Hal ini berguna dalam mencegah penyebaran penyakit. Selama pendistribusian air, air disalurkan menggunakan pompa listrik.

Tahap Pemanenan

Pemanenan pakcoy dilaksanakan pada 30-40 hari HST, dengan kriteria pakcoy yang siap di panen daun pakcoy sudah membesar dan berwarna hijau tua, jumlah daun pakcoy biasanya sekitar 6-8 helai daun yang lebar, namun belum berbunga agar rasanya tetap enak dan teksturnya tetap lembut. Pemanenan dilakukan pada pagi hari atau sore hari untuk menghindari panas matahari.

Analisis Parameter Penelitian

Jumlah Daun

Jumlah daun parameter ini diukur dengan cara menghitung jumlah helai daun pada tiap sampel tanaman. Jumlah daun dihitung pada saat masa panen.

Berat Tanaman Pakcoy

Berat tanaman pakcoy ditimbang ketika tanaman telah dipanen pada umur (30-40 hari) HST (Hari Setelah Tanam). Pengamatan berat tanaman pakcoy dilakukan dengan cara memotong bagian akar sehingga hanya terdapat batang dan daun tanam pakcoy, selanjutnya tanaman ditimbang menggunakan timbangan analitik.

Tinggi Tanaman Pakcoy

Parameter ini diukur dengan cara mengukur mulai dari pangkal batang (Batas dengan akar penyangga) hingga ujung daun yang terpanjang. Parameter ini diukur pada masa panen.

Suhu Air (°C)

Suhu air diukur menggunakan termometer pada kolam ikan dilakukan setiap 1 minggu sekali. Pengukuran dilakukan dengan cara mencelupkan bagian bawah termometer pada permukaan air, kemudian dilihat nilai suhu yang tampil pada alat tersebut, lalu dihitung rata-rata suhu.

Derajat keasaman (pH),

Pengukuran derajat keasaman dilakukan menggunakan alat pH meter pada kolam ikan dengan interval 1 minggu dimulai saat pindah tanaman. Pengamatan dilakukan dengan cara mencelupkan bagian alat sensor pH meter ke dalam air kemudian dilihat nilai pH yang tampil pada alat.

DO dan amoniak,

Parameter ini akan diuji dilaboratorium pengujian BPBAT (Balai Perikanan Budidaya Air Tawar) Sungai Gelam-Jambi. Sampel diambil satu kali setiap minggu, selama masa tanam.

Pengamatan Ikan Nila

Pengamatan pada ikan nila bertujuan mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi AB mix pada kolam ikan nila terhadap ketahanan hidup ikan nila. Pengamatan ikan nila dilakukan saat awal dan akhir penelitian dengan memperhatikan jumlah awal ikan nila (N_0) dan jumlah ikan nila pada akhir penelitian (N_t). Tingkat kelangsungan hidup ikan dapat dihitung dengan rumus:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR= Survival Rate

N_t = Jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

N_0 = jumlah ikan nila yang hidup pada awal penelitian (ekor)

Analisis Data

Produksi pakcoy dan kualitas air

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Apabila berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji *Duncan's new Multiple Range Test* (DNMRT).

Tingkat kelangsungan Ikan Nila

Hasil pada data dihitung menggunakan persamaan satu, kemudian data di analisis menggunakan analisis deskriptif. Data dicantumkan dalam bentuk tabel, agar mampu menceritakan secara komprehensif hasil observasi langsung di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman, Jumlah Daun dan Berat Tanaman Pakcoy

Tinggi tanaman adalah salah satu parameter untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan yang di berikan. Peningkatan atau pertambahan tinggi tanaman merupakan hasil dari pembelahan sel atau aktivitas jaringan meristem. Tinggi tanaman sangat dipengaruhi oleh hasil fotosintat. (Alpandari dan Prakoso, 2022). Rata-rata tinggi tanaman pakcoy berdasarkan persentase naungan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata- rata Tinggi Tanaman, Jumlah daun dan Berat Tanaman Pakcoy dengan Pemberian Konsentrasi AB Mix

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Berat Tanaman (g)
P0 = Tanpa AB mix (Kontrol)	12.0 ^d	7.3 ^d	8.7 ^d
P1 = Penambahan AB mix 4 mL	12.1 ^c	9.7 ^c	14.2 ^c
P2 = Penambahan AB mix 5 mL	14.3 ^b	12.4 ^b	22.0 ^b
P3 = Penambahan AB mix 6 mL	17.0 ^a	15.6 ^a	40.1 ^a

Pada penelitian ini dilakukan penelitian tinggi tanaman pada saat masa panen. Dari hasil tabel sidik ragam menyatakan bahwa semakin banyak AB mix yang ditambahkan pada setiap perlakuan maka pertumbuhan tanaman pakcoy akan semakin cepat. Nilai terendah didapatkan pada tanpa penambahan AB mix (kontrol) yaitu sebesar 12.0. Nilai tertinggi didapatkan pada perlakuan penambahan AB mix 6 ml. Dari analisis sidik ragam pada parameter tinggi tanaman diketahui bahwa pemberian ab mix pada akuaponik tanaman pakcoy berpengaruh secara signifikan. Dalam penelitian Nugraha dan Susila, 2015 dari hasil penelitiannya tentang pengaruh AB mix pada budidaya sayuran daun secara hidroponik menyimpulkan bahwa pemberian AB mix memberikan hasil produksi yang lebih tinggi pada ketiga sayuran daun yang dicobakan (bayam, pacchoy dan selada). Tersedianya unsur hara yang terkandung dalam larutan nutrisi yang diberikan baik unsur hara makro dan mikro karena sangat berpengaruh dalam proses pembentukan dan pembelahan sel sehingga memungkinkan pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif sangat besar. (Janoldi *et al.*, 2023).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa pemberian nutrisi yang sesuai akan memberikan hasil yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu pertumbuhan dan perkembangan tanaman juga tidak lepas dari lingkungan tumbuh. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal dan faktor internal. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman erat hubungannya dengan kedua faktor tersebut, apabila salah satu atau semua faktor tidak mendukung maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak dapat berjalan dengan baik (Agustina, 2022)

Bobot tanaman merupakan gambaran biomassa ekonomi dari tanaman pakcoy. Parameter berat tanaman akan menggambarkan pertumbuhan akar tanaman yang mendukung fungsinya dalam hal penyerapan hara dari media tumbuh. Berat tanaman pakcoy dipengaruhi dari tinggi tanaman, banyaknya jumlah daun, luas daun, dan diameter batang. Hasil analisis sidik ragam menyatakan bahwa perlakuan pemberian beberapa konsentrasi AB mix pada akuaponik tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter berat tanaman pakcoy pada saat panen. Rata-rata berat tanaman pakcoy berdasarkan persentase naungan disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian AB mix memperlihatkan berat tanaman yang terbaik yaitu P3 dibandingkan dengan perlakuan AB mix P1, P2 maupun kontrol, dan hasil terendah pada berat tanaman pakcoy yaitu pada kontrol (tanpa AB mix). Berdasarkan hasil uji sidik ragam diketahui bahwa pemberian konsentrasi AB mix pada akuaponik tanaman pakcoy berpengaruh nyata pada parameter berat tanaman pakcoy.

Menurut (Novizan, 2005) jumlah daun yang tinggi disebabkan oleh unsur hara nitrogen yang terkandung di dalam larutan nutrisi, karena nitrogen adalah komponen utama dari berbagai substansi penting didalam pembentukan daun tanaman. Nitrogen juga dibutuhkan untuk membentuk senyawa penting seperti klorofil, asam nukleat, dan enzim.

Suhu

Suhu air dalam budidaya akuaponik ikan nila dan tanaman pakcoy dengan penambahan konsentrasi AB mix menunjukkan pengaruh nyata pada parameter suhu air. Hasil tertinggi didapatkan pada perlakuan pemberian AB mix 6 ml, dan terendah didapatkan pada perlakuan tanpa penambahan AB mix (kontrol). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi AB mix maka akan semakin tinggi pula nilai suhu pada air akuaponik.

Tabel 2. Hasil rata-rata suhu air pada berbagai perlakuan penambahan AB mix

Perlakuan	Rata- rata
P0 = Tanpa AB mix (Kontrol)	27.82 ^a
P1 = Penambahan AB mix 4 mL	27.92 ^a
P2 = Penambahan AB mix 5 mL	28.00 ^a
P3 = Penambahan AB mix 6 mL	28.05 ^a

Berdasarkan hasil penelitian, suhu dalam sistem akuaponik menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan pemberian konsentrasi AB mix. Suhu rata-rata yang diperoleh pada masing-masing perlakuan adalah sebagai P0 (kontrol, tanpa AB mix) sebesar 27,8°C, P1 sebesar 27.92°C, P2 sebesar 28,00°C, dan P3 sebesar 28.05°C.

Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan AB Mix pada sistem akuaponik tidak mempengaruhi suhu air secara signifikan. Hal ini kemungkinan karena AB Mix tidak memiliki pengaruh langsung pada suhu air, dan suhu air lebih dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti suhu lingkungan, intensitas cahaya, cuaca, iklim dan desain sistem akuaponik itu sendiri (Muarif, 2016). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Effendi, 2024), suhu air yang ideal untuk ikan nila adalah antara 25-30°C. Dalam penelitian ini, suhu rata-rata pada setiap perlakuan masih dalam rentang yang ideal untuk ikan nila, bahwa suhu tidak menjadi faktor pembatas dalam penelitian ini.

pH air

Berdasarkan hasil sidik ragam terhadap derajat keasaman air kolam ikan nila yang ditanami dengan tanaman pakcoy secara akuaponik dengan perlakuan penambahan AB mix tidak menunjukkan pengaruh nyata pada parameter pH. Hal ini berarti penggunaan sistem akuaponik dengan penambahan konsentrasi AB Mix tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap derajat keasaman air kolam

Nilai pH merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat penting dalam sistem akuaponik karena secara langsung memengaruhi ketersediaan nutrisi bagi tanaman dan kesehatan ikan. Dalam penelitian ini, dilakukan pemberian larutan AB Mix dengan berbagai konsentrasi untuk melihat pengaruhnya terhadap respon tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

Tabel 3. Hasil Rata-rata pH Air pada Berbagai Perlakuan Penambahan AB Mix

Perlakuan	Rata- rata
P0 = Tanpa AB mix (Kontrol)	6.60 ^b
P1 = Penambahan AB mix 4 mL	6.70 ^{ab}
P2 = Penambahan AB mix 5 mL	6.87 ^{ab}
P3 = Penambahan AB mix 6 mL	7.37 ^a

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan AB Mix pada akuaponik ikan nila tanaman pakcoy memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai pH air. Nilai pH rata-rata pada perlakuan P0 (kontrol tanpa AB Mix) adalah 6,60, sedangkan pada perlakuan P1, P2, dan P3 nilai pH rata-rata meningkat menjadi 6,70, 6,87, dan 7,37. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan AB Mix dapat meningkatkan nilai pH air pada akuaponik ikan nila tanaman pakcoy.

Peningkatan nilai pH air pada perlakuan P1, P2, dan P3 dapat disebabkan oleh adanya nutrisi yang terkandung dalam AB Mix. AB Mix merupakan campuran nutrisi yang lengkap yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman pakcoy (Sunarno, 2017). Dengan demikian, penambahan AB Mix dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman pakcoy, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi nilai pH air.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wijaya (2019), penambahan nutrisi pada sistem akuaponik dapat meningkatkan nilai pH air. Hal ini disebabkan oleh adanya proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman, yang dapat meningkatkan nilai pH air. Selain itu, penambahan nutrisi juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi nilai pH air.

Namun, perlu diingat bahwa nilai pH air yang terlalu tinggi dapat berdampak negatif pada ikan nila. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sari (2018), nilai pH air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pada ikan nila, yang dapat berdampak pada penurunan pertumbuhan dan kesehatan ikan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan nilai pH air secara teratur untuk memastikan bahwa nilai pH air tetap dalam rentang yang aman bagi ikan nila.

Keberhasilan dalam menjaga kestabilan pH ini menjadi indikator penting dalam mengembangkan sistem akuaponik yang berkelanjutan. Dengan kontrol pH yang baik, efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman dapat ditingkatkan, sehingga produktivitas sistem secara keseluruhan pun dapat dioptimalkan (Rahayuningtyas *et al.*, 2023)

Dysolve Oxygen (DO)

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*) merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat penting dalam sistem akuaponik, karena berperan langsung dalam mendukung respirasi ikan serta proses nitrifikasi oleh bakteri, dan secara tidak langsung memengaruhi pertumbuhan tanaman. Dalam penelitian ini, kadar oksigen terlarut menunjukkan variasi yang cukup jelas antara perlakuan, dengan nilai rata-rata P0 sebesar 3.85 mg/L, P1 sebesar 3.53 mg/L, P2 sebesar 3.24 mg/L, dan P3 sebesar 2,73 mg/L.

Tabel 4. Hasil rata-rata oksigen pada berbagai perlakuan penambahan AB mix

Perlakuan	Rata- rata
P0 = Tanpa AB mix (Kontrol)	3.85 ^a
P1 = Penambahan AB mix 4 mL	3.53 ^{bc}
P2 = Penambahan AB mix 5 mL	3.24 ^b
P3 = Penambahan AB mix 6 mL	2.73 ^c

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan AB Mix pada akuaponik ikan nila tanaman pakcoy memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar oksigen terlarut dalam air. Nilai rata-rata kadar oksigen terlarut pada perlakuan P0 (tanpa penambahan AB Mix) adalah 3,85 mg/L, sedangkan pada perlakuan P1, P2, dan P3 nilai rata-rata kadar oksigen terlarut menurun menjadi 3,53 mg/L, 3,24 mg/L, dan 2,73 mg/L.

Penurunan kadar oksigen terlarut pada perlakuan P1, P2, dan P3 dapat disebabkan oleh adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme dalam air akibat penambahan AB Mix. AB Mix merupakan campuran nutrisi yang lengkap yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman pakcoy, namun juga dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dalam air (Kusuma, 2020). Peningkatan aktivitas mikroorganisme dapat meningkatkan konsumsi oksigen dalam air, sehingga kadar oksigen terlarut menurun.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahayu (2021), penambahan nutrisi pada sistem akuaponik dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam air, sehingga kadar oksigen terlarut menurun. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan proses dekomposisi bahan organik dalam air, yang dapat meningkatkan konsumsi oksigen. Selain itu, peningkatan aktivitas mikroorganisme juga dapat meningkatkan produksi karbon dioksida, yang dapat mempengaruhi keseimbangan kimia dalam air.

Kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah dapat berdampak negatif pada ikan nila. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Putra (2019), kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah dapat menyebabkan stres pada ikan nila, yang dapat berdampak pada penurunan pertumbuhan dan kesehatan ikan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan kadar oksigen terlarut secara teratur untuk memastikan bahwa kadar oksigen terlarut tetap dalam rentang yang aman bagi ikan nila.

Nilai maksimal kadar oksigen terlarut yang ideal untuk akuaponik ikan nila adalah sekitar 5-6 mg/L (Boyd, 2015). Jika kadar oksigen terlarut di bawah 3 mg/L, maka dapat menyebabkan stres pada ikan nila dan mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatannya.

Amonia

Amonia yang ada di perairan berasal dari sisa metabolisme ikan yang terlarut dalam air, feses ikan, serta dari makanan ikan yang tidak termakan dan mengendap di dasar kolam budidaya (Pillay, 2004). Nilai rata-rata amonia pada penambahan AB mix pada akuaponik ikan nila sayur pakcoy dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil rata-rata amonia pada berbagai perlakuan penambahan AB mix

Perlakuan	Rata- rata
P0 = Tanpa AB mix (Kontrol)	0.014 ^a
P1 = Penambahan AB mix 4 mL	0.018 ^b
P2 = Penambahan AB mix 5 mL	0.024 ^c
P3 = Penambahan AB mix 6 mL	0.032 ^d

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan AB Mix pada akuaponik ikan nila dan sayur pakcoy berpengaruh pada kadar amonia.. Kadar amonia terendah ditemukan pada perlakuan P0 (tanpa AB Mix) dengan nilai rata-rata 0,014 mg/L, sedangkan kadar amonia tertinggi ditemukan pada perlakuan P3 dengan nilai rata-rata 0,032 mg/L.

Peningkatan kadar amonia pada perlakuan P1, P2, dan P3 dapat disebabkan oleh adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme dalam air akibat penambahan AB Mix. AB Mix merupakan campuran nutrisi yang lengkap yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman pakcoy, namun juga dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dalam air yang dapat menghasilkan amonia sebagai produk sampingan metabolisme (Sunarno, 2018).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Widiastuti, 2020), kadar amonia yang lebih dari 0,05 mg/L dapat menyebabkan stres pada ikan nila dan mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan kadar amonia secara teratur untuk memastikan bahwa kadar amonia tetap dalam rentang yang aman bagi ikan nila.

Kelangsungan Hidup Ikan Nila

Kelangsungan hidup ikan atau bisa disebut dengan *survival rate* (SR) merupakan persentase ikan uji yang masih hidup pada akhir penelitian dari jumlah ikan uji yang ditebar pada saat pemeliharaan dalam suatu wadah. Kelangsungan hidup ikan dapat juga didefinisikan sebagai nilai persentase jumlah ikan yang hidup selama penelitian. Kelangsungan hidup ikan nila ditentukan oleh kondisi lingkungan sekitar dan juga pakan (Rina Iskandar dan Elrifadah, 2015).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tanpa penambahan AB mix memiliki rata-rata tingkat kelangsungan hidup tertinggi yaitu 95 %, kemudian diikuti dengan perlakuan penambahan AB mix 4 mL 90%, AB mix 5 mL yaitu sebesar 85%, sedangkan perlakuan penambahan AB mix 6 mL memiliki rata-rata tingkat kelangsungan hidup terendah dibandingkan dengan ketiga perlakuan lainnya yaitu 75%. Tingkat kelangsungan hidup atau *Survival Rate* (SR) yang diperoleh dari hasil penelitian pada masing-masing perlakuan ditampilkan pada Tabel 6

Tabel 6. Jumlah ikan nila awal dan akhir pada kolam akuaponik

Perlakuan	Jumlah awal	Jumlah akhir	Nilai SR (%)
P0 = Tanpa AB mix (Kontrol)	20	19	95
P1 = Penambahan AB mix 4 mL	20	18	90
P2 = Penambahan AB mix 5 mL	20	17	85
P3 = Penambahan AB mix 6 mL	20	15	75

Tingginya SR pada perlakuan control dibandingkan dengan perlakuan yang lain disebabkan karena kualitas air yang baik dan sesuai dengan kehidupan ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Lisna dan Insulistyowati, 2015) bahwa kualitas air sangat berpengaruh terhadap SR dan pertumbuhan ikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penambahan AB mix pada akuaponik ikan nila dan tanaman pakcoy sangat berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, jumlah daun, berat tanaman, oksigen, pH dan ammonia. Sedangkan pada parameter suhu tidak memberikan pengaruh nyata. Kualitas air selama masa penelitian masih dalam kondisi optimum untuk budidaya akuaponi baik kondisi untuk ikan nila maupun tanaman pakcoy. Hasil pakcoy terbaik terdapat pada penambahan konsentrasi AB mix 6 mL/L dengan jumlah 15,6 helai, tinggi 17,0 cm dan berat tanaman 40,1 gram. Survival rate ikan sebesar 95% pada perlakuan tanpa penambahan AB mix.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan artikel ini. Terima kasih kepada dosen pembimbing pembimbing, teman seperjuangan serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan, informasi, dan masukan yang sangat berharga. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R. M. (2022). Kajian Unsur Hara Makro Dan Mikro Pada Pertumbuhan Tanaman. In *Thesis. Uin Raden Intan Lampung*. [Http://Repository.Radenintan.Ac.Id/Id/Eprint/20028](http://Repository.Radenintan.Ac.Id/Id/Eprint/20028)
- Alexandro, R. (2020). Mengenalkan Akuaponik Sebagai Alternatif Introduce Aquaphonic Alternative Development Food And Economic Resistance In Sman-1 Tasik Payawan. *Bakti Benua: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 50–57. <https://ejurnal.stimi-bjm.ac.id/index.php/bbjm/>
- Alpandari, H., & Prakoso, T. (2022). Pengaruh Beberapa Konsentrasi Ab Mix Pada Pertumbuhan Pakcoy Dengan Sistem Hidroponik. *Muria Jurnal Agroteknologi (Mj-Agroteknologi)*, 1(2), 1–6. <https://doi.org/10.24176/mjagrotek.v1i2.9147>
- Ansa, A., Ode, L., Rajab, A., Piliana, W. O., Nurdiana, A., & Riani, I. (2022). Analisis Efisiensi Penerapan Teknologi Akuaponik (Studi Kasus Usaha Budidaya Ikan Nila Pada Kolam Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo). *J. Sosial Ekonomi Perikanan Fpik Uho*, 7(3), 161–172.
- Arzad, M., Ratna, R., & Fahrizal, A. (2019). Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Dalam Sistem Akuaponik. *Median : Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 11(2), 39–47. <https://doi.org/10.33506/Md.v11i2.503>
- Bangun, R., Akuaponik, S., & Mikrokontroler, B. (2019). 385-Article Text-1785-1-10-20191226. 9(2), 232–241.
- Dadiono, Muh. S., & Aminin, A. (2021). Peningkatan Keterampilan Dan Inovasi Warga Desa Rayunggumuk Kabupaten Lamongan Dalam Memanfaatkan Ikan Nila. *Jurnal Hilirisasi Technology Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 75–83.
- Daeli, P. M. (2023). Aktivitas Antioksidan Sayur Pakcoy (*Brassica Rapa Subsp. Chinensis*) Dengan Penyajian Mentah Dan Rebus Menggunakan Metode Dpph (2,2-Diphenyl-L-Picrylhydrazyl). 6.

- Darmawan, M., Irawati, & Asmuliani, R. (2020). Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) Dan Ikan Lele (*Clarias*) Dengan Sistem Akuaponik. *Agrium*, 22(3), 157–161. <https://doi.org/10.30596/Agrium.V21i3.2456>
- Darwis, D., Mudeng, J. D., & Londong, S. N. J. (2019). Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) Sistem Akuaponik Dengan Padat Penebaran Berbeda. *E-Journal Budidaya Perairan*, 7(2), 15–21. <https://doi.org/10.35800/Bdp.7.2.2019.24148>
- Effendi, H. (2024). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Perairan*. Pt Kanisius. https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=Ge8seaaqbaj&oi=fnd&pg=pa5&dq=Effendi,+H.+&ots=Toe6eojtwi&sig=Rbejxptizmaryc7pp39_Ayloapy&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Hidayanti, L., & Kartika, T. (2019). Pengaruh Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) Secara Hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(2), 166. <https://doi.org/10.31851/Sainmatika.V16i2.3214>
- Isrianto, P. L. (2022). Efektivitas Jumlah Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Pada Sistem Akuaponik. *Florea: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 9(2), 74–79. <https://doi.org/10.25273/Florea.V>
- Janoldi, F., Susana, R., & Zulfita, D. (2023a). Pengaruh Konsentrasi Dan Frekuensi Pupuk Ab-Mix Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Pada Budidaya Akuaponik. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(3), 514. <https://doi.org/10.26418/Jspe.V12i3.62122>
- Janoldi, F., Susana, R., & Zulfita, D. (2023b). Pengaruh Konsentrasi Dan Frekuensi Pupuk Ab-Mix Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Pada Budidaya Akuaponik. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(3), 514. <https://doi.org/10.26418/Jspe.V12i3.62122>
- Karo-Karo, Rebo Elfida. (2015). *Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele(Clarias Sp.) Dengan Kangkung(Ipomoea Aquatica) Dan Pakcoy (Brassica Rapa Chinensis) Dalam Sistem Resirkulasi*.
- Lisna, & Insulistyowati. (2015). Potensi Mikroba Probiotik Fm Dalam Meningkatkan Kualitas Air Kolam Dan Laju Pertumbuhan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*). *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains Tinggi*, 17(2), 18–25.
- Maryam, M., Masyrifah, M., & Mansyur, Muh. F. (2023). Pemberian Pakan Ikan Nila Otomatis Dan Mengecek Suhu Air Berbasis Internet Of Things (Iot). *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3s1). <https://doi.org/10.23960/Jitet.V11i3s1.3378>
- Muarif. (2016). Karakteristik Suhu Perairan Di Kolam Budidaya Perikanan. *Jurnal Mina Sains*, 2(2), 96–101. <https://doi.org/10.30997/Jms.V2i2.444>
- Mutryarny, E., & Lidar, S. (2018). Respon Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L*) Akibat Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Hormonik. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14(2), 29–34. <https://doi.org/10.31849/Jip.V14i2.258>
- Novizan. (2005). *Petunjuk Pemupukan Yang Efektif*. Agromedia Pustaka. <https://books.google.co.id/books?id=Nhxzqjr2pwc&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false>
- Panca Putri, Y. (2020). Respons Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica Chinensis L.*) Terhadap Pemberian Air Kelapa Tua (*Cocos Nucifera*). *Indobiosains*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.31851/Indobiosains.V2i1.3984>
- Pohan, S. A., & Oktournal, O. (2019). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi A-B Mix Terhadap Pertumbuhan Caisim Secara Hidroponik (Drip System). *Lumbung*, 18(1), 20–32. <https://doi.org/10.32530/Lumbung.V18i1.179>
- Priambodo, S., Andrianto, A., & Swasono, D. I. (2022). Sistem Kontrol Kualitas Air Pada Akuaponik Ikan Nila Dan Cabai Rawit Berbasis Embedded System Menggunakan Fuzzy Logic. *Informal: Informatics Journal*, 7(3), 230. <https://doi.org/10.19184/Isj.V7i3.32958>
- Rahayuningtyas, A., Sagita, D., & Susanti, N. D. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Ph Air Untuk Budidaya Ikan Lele. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(1), 97–105. <https://doi.org/10.21107/Agrointek.V17i1.14129>
- Rahmanto, Y., Burlian, A., & Samsugi, S. (2021). Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.33365/Jtst.V2i1.975>
- Rahmanto, Y., Rifaini, A., Samsugi, S., & Riskiono, S. D. (2020). Sistem Monitoring Ph Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 23. <https://doi.org/10.33365/Jtst.V1i1.711>
- Rahmawati, A., Supriatin, F. E., & Dailami, M. (2023). Dinamika Kualitas Air Harian Pada Kolam Ikan Nila Dengan Sistem Akuaponik Dutch Bucket Dan Deep Flow Technique. *Jfmr-Journal Of Fisheries And Marine Research*, 7(2). <https://doi.org/10.21776/Ub.Jfmr.2023.007.02.11>
- Rina Iskandar Dan Elrifadah. (2015). 224046-Pertumbuhan-Dan-Efisiensi-Pakan-Ikan-Nila (1). *Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Yang Diberi Pakan Buatan Berbasis Kiambang*, 40(1), 18–24.

- Rusanti, W. D., Siskayanti, R., Alfajar, M., Kimia, T., Teknik, F., & Jakarta, U. M. (2020). Pengaruh Jenis Dan Jumlah Pakan Ikan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Aquaponik. *Seminar Nasional Penelitian Lppm Umj*, 111, 1–6.
- Saleh, A., Staddal, I., & Botutihe, S. (2021). Identifikasi Pertumbuhan Sayuran Dengan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Menggunakan Akuaponik Sistem Apung. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (Jtpg)*, 6(2), 46–51. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v6i2.853>
- Setiawan, B., Styawati, S., & Alim, S. (2024). Implementasi Sistem Iot Pada Akuakultur Dan Hidroponik (Akuaponik) Modern Untuk Pertumbuhan Ikan Nila. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan It*, 9(1), 47–53. <https://doi.org/10.30591/jpit.v9i1.5896>
- Sulistiyowati, L., & Nurhasanah. (2021). *Analisa Dosis Ab Mix Terhadap Nilai Tds Dan Pertumbuhan Pakcoy Secara Hidroponik*. 3(1), 28–36.
- Susanti, A., Tiara, & Rosanti, M. (2023). Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Pakcoy (Brassica Rapa L) Dalam Menggunakan Media Hidroponik. In *Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai*. <https://doi.org/10.35308/ja.v4i2.3456>
- Susianti. (2021). Pertumbuhan Dan Produksi Pakcoy (Brassica Rapa L.) Pada Berbagai Jenis Media Tanam Dan Konsentrasi Air Kelapa Fermentasi Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. In *Skripsi. Universitas Hasanuddin*.
- Utami Nugraha, R., & Dinurrohman Susila, A. (2015). Sumber Sebagai Hara Pengganti Ab Mix Pada Budidaya Sayuran Daun Secara Hidroponik. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 6(1), 11–19. <https://doi.org/10.29244/jhi.6.1.11-19>
- Yulianti, F. (2022). Perbandingan Pertumbuhan Pagoda Antara Larutan Nutrisi Ab Mix Dan Pupuk Organik Cair Pada Sistem Hidroponik Nft. *Agropross : National Conference Proceedings Of Agriculture, 2022*, 108–114. <https://doi.org/10.25047/Agropross.2022.279>
- Zidni, I., Iskandar, I., Rizal, A., Andriani, Y., & Ramadan, R. (2019). Efektivitas Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda Terhadap Kualitas Air Media Budidaya Ikan. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 9(1), 81. <https://doi.org/10.33512/jpk.v9i1.7076>

HUBUNGAN LEVEL PROTEIN DENGAN PEMBERIAN CMS (CONDENSED MOLASSES SOLUBLES) DALAM PAKAN TERHADAP KONSUMSI PAKAN, BOBOT AKHIR DAN KONVERSI PAKAN BABI LEPAS SAPIH

Relationship Between Protein Levels and CMS (Condensed Molasses Solubles) in Feed on Feed Intake, Final Weight and Feed Conversion in Starter Pigs

Hafizh Al Farizi Djaelani^{1*}, Siti Chuzaemi² dan Osfar Sjojfan²

¹ Mahasiswa Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang

² Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang

JL. Veteran No. 10-11, Ketawanggede, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang

*Email korespondensi: schuzaemi@ub.ac.id

ABSTRACT

Pig farming is a very promising livestock commodity to develop. However, there is a problem in the supply of pig feed, namely limited sources of protein feed, which causes price fluctuations, resulting in unstable profits for farmers. Condensed Molasses Solubles (CMS) is a waste product from monosodium glutamate fermentation with a crude protein content of 39.86%, but research on the use of CMS as a protein source for weaned pigs is still limited. This study identified the relationship between protein levels of CMS in feed on feed intake, final weight, and feed conversion in starter pigs. The method of this research uses a completely randomized design (CRD) of 5 treatments and 4 replicates. The treatments used basal feed without treatment is (P0), basal feed 97.5% + CMS 2.5% (P1), basal feed 95% + CMS 5% (P2), basal feed 92.5% + CMS 7.5% (P3), and basal feed 90% + CMS 10% (P4). Data will be analyzed using analysis of variance (ANOVA) and followed by Duncan's Multi Range Test (DMRT) if differences between treatments are found. Simple linear regression analysis is also used to determine the coefficient of determination for each research variable. Results showed that use of CMS in feed had a very significant effect ($P < 0.01$) on feed consumption and final weight. The best result are shown in P4 based on optimal feed consumption, maximum final weight compared to other treatments and low feed conversion. Most optimal use of CMS for starter pigs is found in the P4 treatment with 10% of CMS.

Keywords: *Condensed Molasses Solubles (CMS), Feed Consumption, Feed Conversion, Starter Pigs, Weight Gain*

PENDAHULUAN

Ternak babi merupakan komoditas ternak yang sangat potensial untuk dioptimalkan, karena ternak babi mempunyai sifat dan kemampuan yang profitabel yaitu pertumbuhan yang produktif dengan laju perkembangan yang tinggi dibandingkan dengan ternak pedaging lain. Babi memiliki jumlah anak per kelahiran (*litter size*) yang terhitung relatif tinggi sekitar 10-14 ekor per kelahiran babi dengan efisiensi konversi ransum yang tergolong baik serta persentase karkas yang tergolong tinggi dengan hasil karkas 65-80% yang efektif dalam pembentukan lemak (Gultom dkk., 2024). Ternak babi dalam masa pertumbuhan hingga masa siap didistribusikan membutuhkan pakan dengan kualitas tinggi juga kuantitas yang besar guna memperoleh produktivitas yang maksimal. Biaya pakan yang dihabiskan ternak babi berkisar 60-80% dari biaya produksi (Nomleni dkk., 2023). Strategi manajemen pakan yang baik tentunya akan memerlukan seleksi bahan pakan dengan kandungan nutrisi sesuai kebutuhan babi pada setiap fase pertumbuhannya, salah satunya dengan memanfaatkan limbah.

Populasi babi di Indonesia mengalami degradasi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir berdasarkan data yang disampaikan (Badan Pusat Statistik 2025), dimulai pada tahun 2020 sebesar 7.622.724, tahun 2022 sebesar 6.748.614, tahun 2023 sebesar 4.425.835, dan tahun 2024 sebesar 4.115.030. Berdasarkan data turunnya jumlah populasi ternak babi, diperlukan upaya peningkatan produktivitas yang lebih maksimal dengan upaya peningkatan kualitas bibit, pakan, dan strategi pengembangan yang tepat. Peternak babi banyak menggunakan pakan konvensional yang sudah terjamin akan kualitasnya, tetapi pakan konvensional sangat bergantung kepada bahan baku impor, sehingga akan berpengaruh adanya fluktuasi harga bahan baku seperti bahan baku jagung dan *corn gluten meal*. Menurut Huis (2020) adanya fluktuasi harga ini kerap terjadi akibat adanya persaingan penggunaan bahan baku yang terbatas, sehingga pada akhirnya akan meningkatkan biaya produksi peternak.

Dalam mengatasi tantangan tersebut penggunaan *Condensed Molasses Soluble* (CMS) berpotensi sebagai alternatif sumber protein untuk mengganti sumber protein dari pakan konvensional. *Condensed Molasses Soluble* (CMS) dibuat dengan fermentasi mikroba menggunakan limbah industri yang kaya akan unsur karbon dan nitrogen. Limbah MSG (*Monosodium Molasses Glutamat*) mengandung bahan organik

sebesar 8%-10% dan nitrogen sebesar 2%-7%, selain itu mengandung unsur Ca, Mg, K, P, dan S (Utami, 2016). MSG merupakan bahan aditif dalam makanan yang bertujuan menambah cita rasa atau penyedap rasa. MSG merupakan garam natrium yang berasal dari asam glutamat yaitu asam amino yang mudah ditemukan di alam sekitar (Kazmi *et al.*, 2017). *Condensed Molasses Soluble* (CMS) memiliki warna coklat kegelapan dan bau yang manis khas dari fermentasi sehingga sangat ideal sebagai bahan pengikat, meningkatkan kualitas pakan bentuk pellet dan meningkatkan palatabilitas ternak. Selain itu CMS juga memiliki potensi masa depan sebagai bahan pakan sumber protein karena nilai nutrisinya memiliki kandungan protein yang tergolong tinggi dan memiliki kandungan asam amino. Pengolahan CMS dilakukan dengan metode *single cell protein* (SCP).

Menurut Rahayu dkk. (2025) PST merupakan senyawa protein yang berasal dari mikroorganisme berupa sel kering atau biomassa mikroorganisme seperti kapang, khamir, ganggang dan bakteri yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber protein dalam pakan. Protein sel tunggal adalah produk biomassa yang memiliki kadar protein yang tergolong tinggi dan berasal dari mikroba. Mikroorganisme yang digunakan dalam proses produksi PST juga memiliki persyaratan tidak mengandung senyawa yang toksik, mengandung protein serta kemampuan untuk beradaptasi terhadap kondisi lingkungan seperti pH, suhu, konsentrasi mineral dan kemampuan memanfaatkan sumber karbon serta nitrogen. Kandungan komposisi utama CMS dapat dimanfaatkan menjadi protein sel tunggal (Pudjihastuti dkk., 2014). Menurut Zhang *et al.* (2025) protein sel tunggal mengandung nilai protein yang tergolong tinggi dengan nilai 58,9%. Protein sel tunggal diharapkan dapat menggantikan sumber protein tradisional sebagai alternatif dan secara berkelanjutan (Zhu *et al.*, 2025).

Dalam hal ini, pemanfaatan CMS sebagai substrat PST tidak hanya meningkatkan nilai nutrisi pakan tetapi juga mendukung adanya pemanfaatan limbah dari suatu industri yang menerapkan konsep sistem peternakan berkelanjutan. Babi pada fase *starter* pertumbuhan dan perkembangan pada babi semakin pesat, sehingga kebutuhan nutrisi pada babi juga harus disesuaikan dengan bobot badan babi. Nilai protein menjadi fokus utama dalam pemberian pakan, namun kebutuhan energi yang semakin tinggi pada setiap kenaikan bobot badan juga harus diperhatikan. Pada fase *starter* faktor palatabilitas, komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisi ransum yang diberikan kepada babi lepas sapih akan sangat berpengaruh pada pertumbuhan babi lepas sapih. Salah satu faktor esensial dalam penggemukkan babi adalah konsumsi pakan, karena konsumsi pakan merupakan faktor untuk menentukan kebutuhan konsumsi pakan dan produksi karena dengan mengetahui tingkat konsumsi pakan dapat ditentukan zat makanan dalam ransum akan mengetahui hidup pokok dan produksi.

Proses penggemukkan babi ditandai dengan bobot badannya yang meningkat juga dipengaruhi oleh manajemen pemberian pakan dan lingkungan, sehingga apabila pakan yang dikonsumsi ternak belum dapat memenuhi kebutuhan ternak maka dalam hal ini ternak babi tidak dapat mencapai pertumbuhan yang optimal (Wea, 2016). Konversi pakan dilakukan untuk menghitung nilai efisien pada babi dalam mengubah pakan menjadi daging. *Feed Conversion Ratio* (FCR) merupakan perbandingan antara konsumsi pakan dengan bobot badan yang telah meningkat dalam suatu waktu tertentu. Jumlah angka konversi pakan memiliki arti yaitu jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg untuk pertambahan bobot badan. Menurut Munezero and Kim (2022) penggunaan CMS sebagai bahan pakan non ruminansia terutama pada babi masih terbatas informasi akan nilainya, hanya beberapa investigasi yang berhubungan dengan pencernaan CMS pada babi yang telah dipublikasikan. Oleh karena itu penelitian ini berfokus untuk menganalisa pengaruh pemberian level CMS yang berbeda pada babi lepas sapih.

MATERI DAN METODE

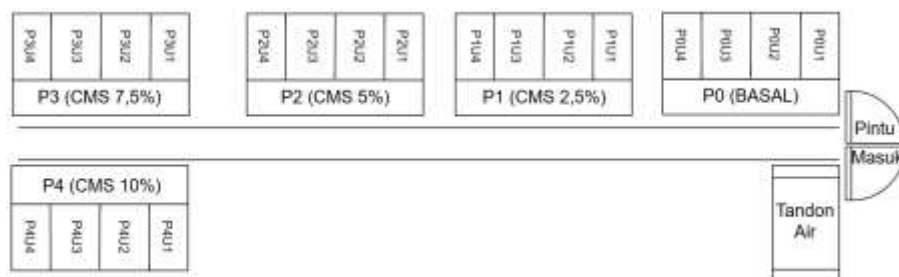
Penelitian ini akan menggunakan 20 ekor babi lepas sapih yang berumur 6 minggu. Babi lepas sapih yang digunakan pada penelitian ini merupakan hasil persilangan dari babi pejantan *Duroc* dan babi betina *Landrace* dengan jenis kelamin betina dan telah dipelihara selama 45 hari. Pakan yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan pakan lengkap tipe PIGLET STARTER BB2 untuk babi lepas sapih berumur 6-17 minggu yang diproduksi oleh PT. Wirifa Sakti Jawa Timur Mojokerto. Pakan akan diberikan sebanyak dua kali dalam sehari pada waktu pagi dan sore dengan jumlah pemberian yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi ternak. Produk CMS yang digunakan dalam penelitian ini diproduksi oleh PT. Daesang Ingredients Indonesia, yang merupakan hasil samping dari pengolahan limbah MSG (*Monosodium Molasses Glutamat*) yang dikembangkan dengan metode protein sel tunggal dengan kandungan nutrisi yang tertera pada **Tabel 1**.

Tabel 3. Kandungan Nutrisi CMS

Uji	BK (%)	Abu (%)	PK(%)	SK (%)	LK (%)
CMS	64,08	4,79	39,86	1,16	0,17

Keterangan: Hasil Analisis Proksimat di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya (2025).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdapat kandang sebanyak 5 petak dengan ukuran 3 meter x 1,5 meter setiap petaknya. Setiap petak kandang akan diberi sekat per individu babi dengan total 3 sekat untuk 4 ekor babi pada setiap petaknya seperti pada **Gambar 1**. Masing masing kandang perlakuan terdapat area pakan dan tempat minum berupa *nipple drinker* dengan jumlah 1 unit untuk masing masing perlakuan tiap sekatnya. Penimbangan bobot badan dilakukan menggunakan timbangan duduk dengan kapasitas 350 kg dan dibantu dengan alat sangkar khusus menimbang babi selama penelitian ini berlangsung. Air yang digunakan selama penelitian untuk membersihkan kandang berasal dari sumur dan dibantu dengan pompa air agar memiliki tekanan yang tinggi. Serta terdapat lampu yang dipasang pada di beberapa titik untuk penerangan di malam hari.



Gambar 5. Layout kandang penelitian

Tempat dan Waktu

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di kandang Dua Putra Pig Farm kepunyaan Bapak Yohanes Hermanto yang bertempat di Kampung Asri, Desa Wonorejo, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang, Jawa Timur, Indonesia dan di Laboratorium Nutrisi dan Bahan Makan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2025.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan pakan secara langsung (*in vivo*), dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dan analisis regresi linier sederhana dengan 5 pemberian persentase CMS sebagai bahan tambahan yang berbeda kandungan proteinnya dan masing masing perlakuan memiliki 4 ulangan. Dalam hal ini, penelitian ini akan melibatkan 5 percobaan, dengan masing masing percobaan terdapat 4 babi lepas sapih, sehingga babi yang digunakan dalam penelitian ini diperlukan 20 ekor babi lepas sapih. Dengan perlakuan pemberian CMS yang berbeda seperti dibawah ini:

- P0 : Pakan basal tanpa menggunakan tambahan CMS
- P1: Pakan basal + CMS 2,5%
- P2: Pakan basal + CMS 5%
- P3: Pakan basal + CMS 7,5%
- P4: Pakan basal + CMS 10%

Analisis data

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan analisis regresi linier sederhana. Data yang diperoleh pada penelitian ini ditabulasi dan dianalisis menggunakan Analysis of Variant (ANOVA). Apabila hasil perlakuan memberikan perbedaan nyata ($P > 0,05$) atau sangat nyata ($P < 0,01$) maka akan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) atau *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

Variabel Penelitian

Variabel yang dikur dalam penelitian ini adalah konsumsi pakan, Pertambahan bobot badan, dan konversi pakan pada babi lepas sapih. Parameter ini dilakukan guna mengetahui bagaimana efektifitas hubungan level protein dalam penggunaan CMS dalam pakan terhadap pertumbuhan babi lepas sapih.

• Konsumsi Pakan

Jumlah pakan yang diberikan dikurang jumlah sisa pakan merupakan konsep konsumsi pakan. Konsumsi pakan akan dihitung berdasarkan konsumsi pakan harian (g/ekor/hari) pada babi lepas sapih yang berasal dari selisih pakan yang diberikan dengan sisa pakan pada suatu waktu saat penelitian.

Rumus Konsumsi Pakan = Jumlah pakan yang diberikan – Pakan sisa

• Bobot Akhir

Respon ternak babi dalam mencerna pakan dan mengalami kenaikan bobot badan dapat disebut pertambahan bobot badan. Bobot akhir didapatkan dari bobot badan ternak pada akhir penelitian. Pertambahan bobot badan dalam satuan watu (selama pemeliharaan berjalan) dalam satuan kilogram.

- Konvesi Pakan

Konversi pakan atau FR merupakan kemampuan ternak mengubah pakan yang telah dikonsumsi menjadi daging. Menurut Ullo dkk. (2020) rumus konversi pakan ialah:

$$\text{Rumus FCR} = \frac{\text{Konsumsi Pakan (Feed Intake)}}{\text{Pertambahan Bobot Badan (PBB)}}$$

Prosedur Penelitian

- Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian dimulai dengan pembuatan sekat pada setiap setiap petak kandang dan memasang *nipple drinker* pada setiap sekat dalam petak. Setiap kandang diberikan identitas

- Penimbangan Awal

Proses penimbangan awal dilakukan untuk mengetahui berat awal babi lepas sapih yang akan digunakan untuk penelitian.

- Pemeliharaan

Adaptasi pakan dilakukan selama 5 hari sebelum penelitian, transisi pakan ini dilakukan dengan menggunakan tambahan CMS yang sudah sesuai dengan perlakuannya. Pemeliharaan babi lepas sapih dilakukan mulai dari umur 6 minggu. Pemberian pakan dilakukan 2X sehari, pemberian pakan yang pertama dilakukan pagi hari pada pukul 06.30 WIB dan pemberian pakan yang kedua pada sore hari pukul 15.30 WIB. Air minum diberikan secara *Ad libitum*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Level Protein dengan Pemberian CMS Dalam Pakan Terhadap Konsumsi Pakan Babi Lepas Sapih

Data dan analisis statistik pengaruh penambahan CMS dalam pakan terhadap konsumsi pakan, pertambahan bobot badan dan konversi pakan babi lepas sapih tersedia pada tabel .

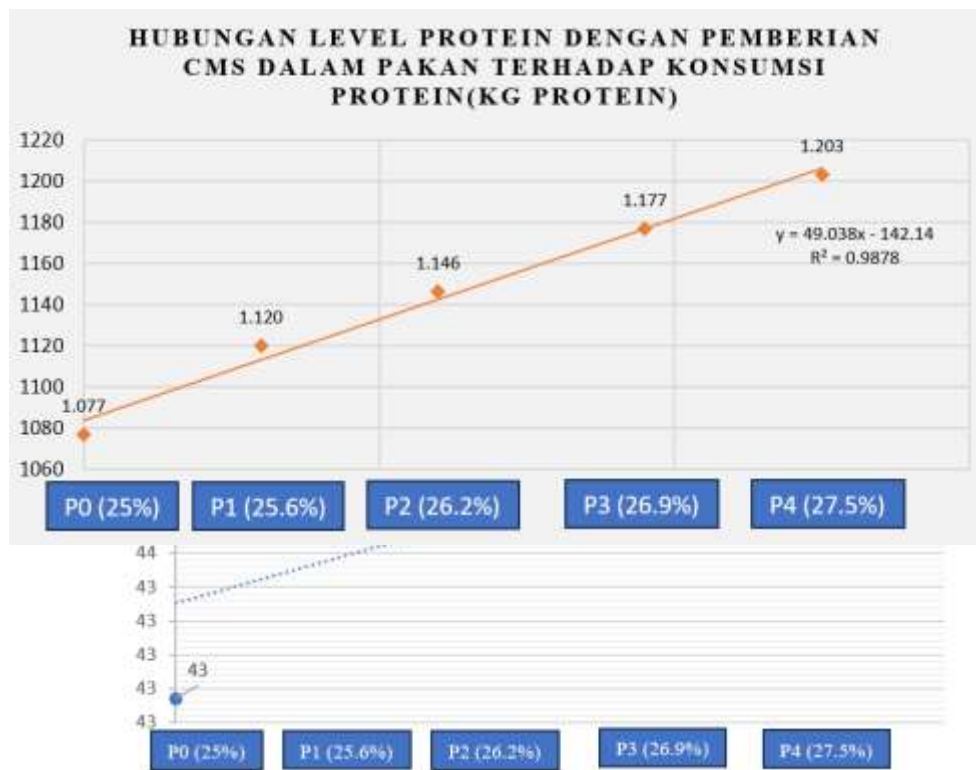
Tabel 4. Data analisis statistik konsumsi pakan, pertambahan bobot badan dan konversi pakan babi lepas sapih

Perlakuan	Variabel Yang Diamati		
	Konsumsi Pakan (Kg/ekor)	Bobot Akhir (Kg)	Konversi Pakan
P0	43 ± 0.05560 ^a	28 ± 1.37681 ^a	2.37 ± 0.20524 ^{bc}
P1	44 ± 0.00000 ^b	33 ± 0.38160 ^{bc}	2.05 ± 0.06335 ^{ab}
P2	44 ± 0.00000 ^b	32 ± 2.950847 ^{bc}	2.07 ± 0.31461 ^{ab}
P3	44 ± 0.00000 ^b	30 ± 1.31212 ^{ab}	2.45 ± 0.18895 ^c
P4	44 ± 0.00000 ^b	34 ± 2.50732 ^c	1.00 ± 0.20455 ^a

Keterangan: ^{A, B} Superskrip dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata (P<0,01).

Konsumsi pakan merupakan jumlah total pakan yang dikonsumsi oleh ternak dalam jangka waktu tertentu guna memenuhi kebutuhan nutrisi harian dan produksinya. Berdasarkan **Tabel 1** diketahui bahwa penggunaan CMS dalam pakan memberikan pengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap jumlah konsumsi pakan babi lepas sapih. Konsumsi pakan babi lepas sapih hanya memiliki perbedaan dari P0 dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan P0 konsumsi pakan babi selama penelitian menghabiskan 43 Kg/ekor dan untuk perlakuan lainnya selama penelitian menghabiskan pakan sebanyak 44 Kg/ekor. Berdasarkan **Gambar 2** nilai kandungan protein dalam pakan memberikan hasil yang meningkat dalam setiap perlakuannya mulai dari yang terendah hingga terendah yaitu P0 (25%), P1 (25,6%), P2 (26,2%), P3 (26,9%), P4 (27,5%) dan menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 48.39%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan yang kuat antara level protein dalam pakan dan jumlah konsumsi pakan ternak. Hasil ini menunjukkan bahwa adanya nilai persentase protein yang meningkat pada setiap perlakuan pemberian CMS yang lebih banyak persentase pemberian CMS. Menurut Wuysang dkk. (2017) dalam menyatakan bahwa faktor yang menentukan kualitas pakan dan komponen yang wajib untuk memenuhi kebutuhan ransum ternak yaitu kandungan protein dan energi.

Gambar 6. Grafik hubungan level protein dalam pakan dengan pemberian CMS terhadap konsumsi pakan babi lepas sapih



Gambar 7. Grafik konsumsi protein babi lepas sapih

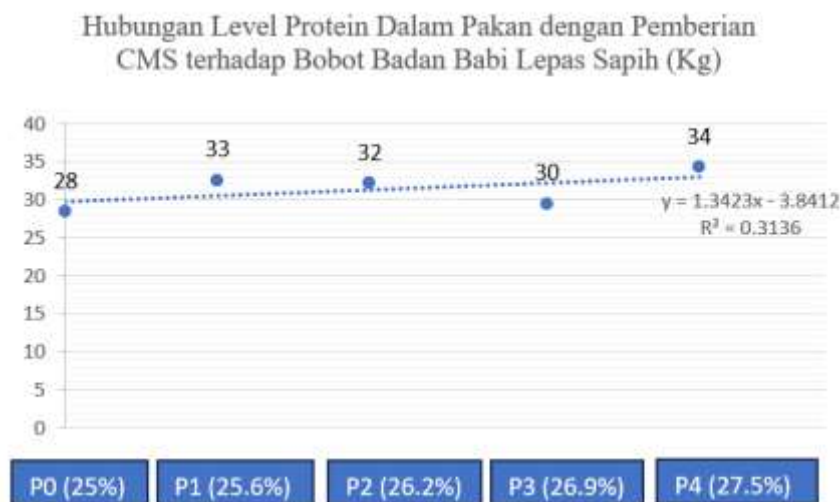
Konsumsi protein akan mempengaruhi asupan konsumsi pakan ke dalam tubuh ternak sehingga akan mempengaruhi metabolisme sel sel dalam tubuh berlangsung secara normal. Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi sebesar 98, 78%, hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan yang kuat atau dapat dikatakan sempurna antara level protein dalam pakan dan jumlah konsumsi pakan ternak konsumsi protein ternak. Konsumsi protein ternak babi memiliki peningkatan yang signifikan mulai dari konsumsi protein yang terendah yaitu P0 dengan konsumsi protein 1.077 Kg protein/ekor, sedangkan konsumsi tertinggi pada perlakuan P4 dengan konsumsi protein 1.203 Kg protein/ ekor. Dalam penelitian ini didapatkan konsumsi protein yang semakin meningkat dari setiap penambahan persentase pemberian CMS. Hal ini disebabkan kandungan nutrisi yang terkandung dalam CMS dan jumlah persentase pemberian CMS berada di pemberian yang optimal untuk ternak. Cara pemberian CMS dalam bentuk cair dan pakan dalam bentuk pellet yang dicampur hingga rata keseluruhan pakan juga berpengaruh efektif. Konsumsi protein memiliki peningkatan yang signifikan setiap bertambahnya jumlah CMS yang terkandung dalam ransum, hal ini dapat diasumsikan ternak babi memiliki palatabilitas tinggi pada pakan dengan kandungan CMS yang tinggi karena warna, bau, dan rasa yang menarik bagi ternak babi. Faktor yang sangat penting untuk menentukan kuantitas konsumsi pakan adalah palatabilitas. Hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Bana dkk. (2018) bahwa palatabilitas umumnya dipengaruhi oleh tekstur, bau, dan rasa pakan sehingga jumlah konsumsi pakan yang dikonsumsi oleh ternak dapat maksimal.

Hubungan Level Protein Dengan Pemberian CMS Dalam Pakan Terhadap Bobot Akhir Babi Lepas Sapih

Pengaruh penambahan CMS dalam pakan terhadap bobot akhir babi lepas sapih secara lengkap dicantumkan pada tabel 2. Nilai bobot akhir dari hasil penelitian mulai dari yang terendah hingga tertinggi dimulai dari perlakuan P0 (28±1.376817 Kg/ekor), P1 (30±1.312123 Kg/ekor), P2 (32±2.950847 Kg/ekor), P1 (33±0.381608 Kg/ekor), P4 (34±2.507323 Kg/ekor. Berdasarkan data hasil analisis statistik pemberian CMS menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata (P<0.01) terhadap bobot akhir babi lepas sapih. Rendahnya bobot akhir ternak babi yang hanya diberikan pakan basal dibandingkan ternak babi yang diberikan perlakuan CMS menunjukkan bahwa kualitas pakan akan sangat mempengaruhi bobot akhir ternak babi. Kondisi ini

menunjukkan bahwa babi lepas sapih yang diberikan perlakuan CMS memberikan respon yang lebih baik dibandingkan dengan babi yang hanya diberikan pakan basal (tanpa pemberian CMS).

Berdasarkan analisis statistik didapatkan level optimal dalam penggunaan CMS adalah P1 (2,5% CMS), dimana dalam level pemberian ini sudah dapat untuk meningkatkan bobot akhir babi lepas sapih dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Namun jika dikaitkan dengan konsumsi serta konversi pakan perlakuan P4 memiliki level yang lebih optimal karena dalam total konsumsi ransum yang lebih sedikit menggunakan pakan utama dan lebih banyak menggunakan CMS ternak babi memiliki pertumbuhan bobot badan yang paling tinggi yaitu $(34 \pm 2.50732 \text{ Kg/ekor})$. Bobot akhir babi lepas sapih sangat dipengaruhi oleh jumlah konsumsi pakan dan kualitas nutrisi yang terkandung dalam pakan ternak.



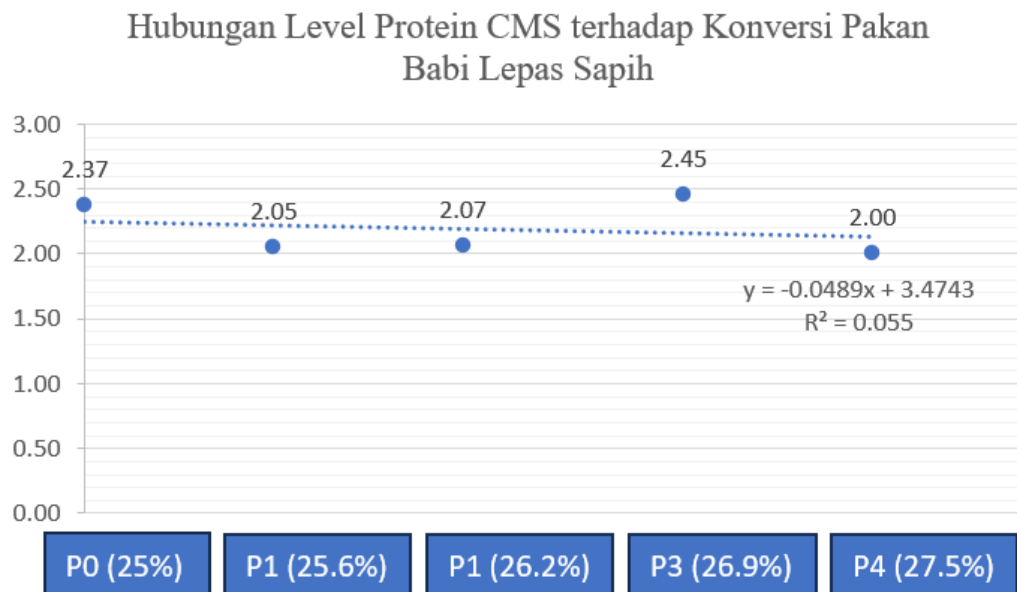
Gambar 8. Grafik hubungan level protein pada penambahan CMS dalam pakan terhadap pertambahan bobot badan babi lepas sapih

Pertambahan bobot badan dan konversi pakan memiliki hubungan yang saling mendukung dimana peningkatan bobot badan yang optimal dipengaruhi oleh konsumsi pakan yang mencukupi kebutuhan nutrisi ternak. Kandungan protein akan sangat berpengaruh terhadap meningkatnya bobot badan ternak. Berdasarkan grafik pada **Gambar 4** menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi sebesar 31,36%, hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan antara level protein terhadap bobot akhir ternak babi yang tidak terlalu kuat tetapi level protein dalam pakan tetap memiliki kecenderungan untuk meningkatkan bobot badan. CMS memiliki kandungan nutrisi yang baik sehingga menghasilkan penambahan CMS dalam pakan berbanding lurus dengan meningkatnya pertambahan bobot badan tertinggi pada P4 dengan pertambahan bobot akhir yang paling tinggi. Menurut Limbach *et al.* (2021) dalam Pongtuluran dkk. (2025) menyatakan bahwa meningkat ataupun menurunnya kandungan protein kasar akan sangat berpengaruh pada pertambahan bobot badan ternak. Laju pertumbuhan ternak sangat dipengaruhi oleh oleh kandungan nutrisi yang terkandung dalam pakan, hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Amtiran dkk. (2018) bahwa daya cerna dilatar belakangi oleh suatu asumsi bahwa nutrisi yang tidak terdapat pada feses berarti nutrisi tersebut sudah terserap ataupun tercerna oleh tubuh ternak.

Hubungan Level Protein Dengan Pemberian CMS Dalam Pakan Terhadap Konversi Pakan Babi Lepas Sapih

Konversi pakan dilakukan untuk menghitung nilai efisien pada babi dalam mengubah pakan menjadi daging. Nilai konversi pakan yang tergolong kecil akan semakin baik, karena menunjukkan adanya konsumsi pakan yang lebih efisien dalam menunjukkan pakan yang dikonsumsi menjadi daging (Rozali dkk., 2017). Pengaruh penggunaan CMS terhadap konversi pakan babi lepas sapih secara lengkap dicantumkan pada Tabel. Nilai konversi pakan dalam penelitian mulai dari yang tertinggi hingga terendah dimulai dari perlakuan P3 (2.45 ± 0.18895), P0 (2.37 ± 0.20524), P2 (2.07 ± 0.31461), P1 (2.05 ± 0.06335), P4 (2.00 ± 0.20455). Berdasarkan hasil analisis statistik penggunaan CMS menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap konversi pakan babi lepas sapih. Nilai konversi ransum yang memiliki pengaruh nyata antar perlakuan mengindikasikan kemampuan ternak babi dalam mengkonversi pakan menjadi daging pada setiap perlakuannya memiliki perbedaan yang nyata. Dengan kata lain tingginya PBB pada babi lepas sapih yang diberikan ransum 10% CMS dapat mengkonversi pakan secara maksimal menjadi daging sehingga menghasilkan nilai konversi pakan yang paling rendah dibandingkan perlakuan lain dan bobot akhir yang paling tinggi. Berdasarkan NRC (1998) didapati nilai konversi ransum untuk ternak babi ialah 3,25. Menurut

Patience *et al.* (2015) kandungan energi dalam ransum pakan merupakan dasar dari efisiensi pakan meskipun terdapat beberapa faktor lain yang mempengaruhi efisiensi pakan.



Gambar 9. Grafik hubungan level protein pada penambahan CMS dalam pakan terhadap konversi pakan babi lepas sapih

Jika didapatkan nilai konversi pakan yang rendah faktor penyebabnya ialah dari faktor konsumsi pakan dan dari pertambahan bobot badan ternak, karena apabila pakan yang dikonsumsi menunjukkan hasil yang efisien akan menunjukkan hasil konversi pakan yang baik yang ditandai dengan pertambahan bobot badan yang maksimal (Wiliboy dkk., 2024). Berdasarkan grafik pada **Gambar 5** menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 5,5%, hal ini menunjukkan hubungan level protein dalam pakan dengan konversi pakan tergolong lemah dan level protein bukan faktor utama yang mempengaruhi nilai FCR. Hal ini diasumsikan oleh semakin tinggi kualitas ransum maka akan semakin tinggi kualitasnya, sehingga dapat menurunkan nilai konversi pakan pada babi lepas sapih. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Jaelani (2011) dalam Bhae dkk. (2024) bahwa jika semakin kecil rasio nilai konversi pakan berarti ternak memiliki pertambahan bobot badan yang cukup disertai konsumsi pakan yang baik.

KESIMPULAN

Penambahan CMS dalam pakan sebanyak 10% dapat memaksimalkan pertambahan bobot badan hingga mencapai bobot badan akhir babi lepas sapih yang maksimal dengan jumlah pemberian pakan utama yang lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pemberian CMS sebanyak 10% pada babi lepas sapih juga mendapatkan nilai konversi pakan yang paling kecil dibandingkan dengan perlakuan lainnya walaupun memiliki jumlah konsumsi pakan yang sama. Level protein dari penambahan CMS dalam pakan juga menunjukkan hal yang berhubungan pada konsumsi pakan dan konsumsi protein ternak. Penggunaan CMS 10% mampu memberikan hasil yang terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada PT. Daesang Ingredients Indonesia selaku penyedia bahan penelitian dan dukungan secara materi selama berjalannya penelitian serta kepada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya atas fasilitas yang diberikan. Ucapan terima kasih juga kepada Bapak Yohane Hermanto selaku pemilik Dua Putr Pig Farm yang telah menyediakan fasilitas selama penelitian lapang berlangsung serta ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh pihak yang telah memberi dukungan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Amtiran, A. L., Aryanta, I. M. S., & Maranatha, G. (2018). Penggunaan tepung kulit pisang terfermentasi terhadap konsumsi, pencernaan bahan kering dan bahan organik pada ternak babi. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 5(2), 92–98. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v5i2.841>
- Badan Pusat Statistik [BPS]. (2024). *Populasi babi menurut Provinsi 2020–2024*. Jakarta: BPS.
- Bana, T., Lay, W. A., & Niron, S. S. (2018). Nilai ekonomi penggunaan pollard dalam ransum komersial babi peranakan landrace fase pertumbuhan. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 5(2), 99–107. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v5i2.842>
- Bhae, C. Y. N., Rembo, E., & De Ormay, T. A. (2024). Addition of coffee pulp flour to local feed on grower phase pig production in Ngada Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2), 40–45. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i2b.8055>
- Gultom, R., Rinca, K. F., Luju, M. T., & Bollyn, M. F. (2024). Potensi kandungan nutrisi pakan babi pada berbagai fase produksi di Kabupaten Manggarai, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 26(2), 60–64. <https://doi.org/10.25077/jpi.26.2.60-64.2024>
- Huis, A. V. (2020). Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: A review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(1), 27–44. <https://doi.org/10.3920/JIFF2019.0017>
- Kazmi, Z., Fatima, I., Perveen, S., & Malik, S. S. (2017). Monosodium glutamate: Review on clinical reports. *International Journal of Food Properties*, 20(52), 1807–1815. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1295260>
- Nomleni, P. E., Made, I., Aryanta, S., & Suryani, N. N. (2023). Pengaruh suplementasi tepung daun asam dalam ransum basal terhadap performan dan REP pada ternak babi. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 5(2), 172–178. <https://doi.org/10.57089/jplk.v5i2.1165>
- Munezero, O., & Kim, I. H. (2022). Effect of condensed molasses fermentation solubles (CMS) to replace molasses on the growth performance, nutrient digestibility, and backfat thickness in growing pigs. *Korean Journal of Agricultural Science*, 42(2), 185–192. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20220015>
- Patience, J. F., Rossoni-Serão, M. C., & Gutiérrez, N. A. (2015). A review of feed efficiency in swine: Biology and application. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(33), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0031-2> (doi.org in Bing)
- Pongtulan, A. M., Wiryawan, I. K. G., & Negara, W. (2025). Pengaruh substitusi pakan komersial dengan pakan hasil samping agroindustri pada babi fase grower. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 23(1), 1–9. <https://doi.org/10.29244/jintp.23.1.1-9>
- Pudjihastuti, I., Margaretha, T. I., & Supriyo, E. (2014). Optimasi produksi protein sel tunggal dari bagase terhidrolisa dengan fermentasi oleh *Saccharomyces cereviceae*. *METANA*, 8(2), 18–24. <https://doi.org/10.14710/metana.v8i02.6810>
- Rahayu, Y. P., Nasution, H. M., & Prasetyo, H. A. (2025). Perbedaan media fermentasi terhadap produksi protein sel tunggal (PST) menggunakan kultur *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal Pharmaceutical and Science*, 8(2), 740–752. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com>
- Rozali, U., Muharlien, M., & Prayogi, H. (2017). Pengaruh kepadatan ayam di dalam kandang terhadap konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, dan konversi pakan pada ayam arab (*Gallus turcicus*) jantan periode grower. *Journal of Tropical Animal Production*, 18(2), 29–33. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2017.018.02.5>
- Ullo, M., Randa, S. Y., & Hartini, S. (2020). Kecernaan nutrien dan performa ternak babi fase starter yang diberi pakan campuran bahan pakan limbah. *Livestock and Animal Research*, 18(2), 97–106. <https://doi.org/10.20961/lar.v18i2.42931>
- Utami, A. R. (2016). Pemanfaatan sludge limbah industri MSG sebagai bahan baku pupuk organik. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(1), 53–57. <https://doi.org/10.36048/jtpii.v1i2.1915>
- Wea, R. (2016). Performans produksi dan reproduksi ternak babi lokal di Kodya Kupang. *Partner*, 1(1), 21–28.
- Wuysang, S., Rahasia, C. A., Umboh, J. F., & Tulung, Y. L. R. (2017). Pengaruh penggunaan molases sebagai sumber energi pakan penguat dalam ransum terhadap pertumbuhan ternak kelinci. *Zootec*, 37(1), 149–155. <https://doi.org/10.35792/zot.37.1.2017.14413>
- Zhang, J., Chen, N., Sha, Y., Fu, S., Li, C., Xu, Q., Gao, F., & Wang, H. (2025). Single-cell protein as an alternative protein source in feed for juvenile sea cucumber. *Aquaculture Reports*, 42(102795), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2025.102795>
- Zhu, D., Gu, Q., & Yu, X. (2025). Coproduction of single-cell protein and pyrroloquinoline quinone by *Hyphomicrobium denitrificans* using molasses and biogas slurry. *Bioresource Technology*, 434(132809), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2025.132809>

KUALITAS SILASE PELEPAH KELAPA SAWIT DAN INDIGOFERA DENGAN ADITIF SIRUP KOMERSIAL AFKIR

(Quality of Oil Palm Frond and Indigofera Silage with Expired Commercial Syrup Additive)

Otmar Sarif Husein Siregar¹, Dewi Febrina², dan Sadarman^{2*}

^{1,2} Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jln. H.R. Soebrantas No. 155 KM 18 Kelurahan Tuah Madani Kecamatan Tuah Madani Pekanbaru, Riau
28293.

* Email Korespondensi: sadarman@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Oil palm fronds are a high-fiber feed ingredient that generally exhibits low digestibility in ruminants. Efforts to improve their quality can be achieved by adding Indigofera zollingeriana as a plant-based protein source and applying anaerobic fermentation using discarded commercial syrup as an energy source for fermentative microbes. This study aimed to evaluate the effect of adding discarded commercial syrup on the quality of silage made from a mixture of oil palm fronds and Indigofera zollingeriana. The experiment was conducted using a completely randomized design (CRD) with five treatments and five replications. The treatments consisted of adding discarded commercial syrup at levels of 1.50%, 3%, 4.50%, and 6% of dry matter, while P1 served as the control (75% oil palm fronds and 25% Indigofera). The parameters observed included dry matter (DM), dry matter loss (DML), pH, and Fleigh value (FV). Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. The results showed that the addition of discarded commercial syrup significantly affected silage pH and Fleigh value, whereas dry matter and dry matter loss did not differ among treatments. The best treatment was P5 (6% DM), which produced the highest Fleigh value (108±4.97) and the lowest pH (3.98±0.03). Therefore, the use of discarded commercial syrup at 6% of dry matter was found to be the most effective in improving the quality of silage made from oil palm fronds and Indigofera zollingeriana.

Keywords: Oil palm fronds, Indigofera zollingeriana, discarded commercial syrup, silage, fermentation quality, Fleigh value

PENDAHULUAN

Ketersediaan hijauan berkualitas untuk sapi potong sering tidak stabil akibat keterbatasan lahan, sehingga produksi rumput unggul seperti rumput gajah dan odot kerap berfluktuasi. Kondisi ini menyebabkan pasokan nutrisi tidak konsisten dan berdampak pada performa sapi pedaging. Di sisi lain, perkebunan kelapa sawit menghasilkan limbah dalam jumlah besar, termasuk pelepah kelapa sawit, yang belum dimanfaatkan secara optimal sebagai pakan. Bahan ini memiliki serat kasar tinggi namun rendah protein, sehingga kurang ideal digunakan sebagai pakan tunggal (Febrina dkk., 2022). Komposisi nutrisi pelepah yang dilaporkan Nuswanatara dkk. (2019) meliputi BK 26,1%, PK 3,07%, SK 50,9%, serta energi bruto 4.841 Kkal/kg. Untuk meningkatkan kualitasnya, diperlukan pengayaan menggunakan hijauan berprotein tinggi seperti *Indigofera zollingeriana*, yang mengandung lebih dari 25% PK serta berlimpah mineral dan asam amino esensial (Fatur Rahman dkk., 2022).

Pemanfaatan pelepah kelapa sawit dan *Indigofera* berpotensi besar di Provinsi Riau yang memiliki 3,38 juta hektar perkebunan kelapa sawit atau sekitar 20,7% dari luas nasional. Produksi TBS perkebunan rakyat mencapai 20,1 juta ton pada 2022 (Vianny dkk., 2025), sehingga ketersediaan pelepah sangat melimpah. *Indigofera* sendiri mampu memproduksi hingga 21 ton BK per hektar per tahun dan memiliki daya adaptasi baik pada lahan masam maupun gambut (Dryden, 2021; Fatur Rahman dkk., 2022). Penelitian Yanuartono dkk. (2020) menunjukkan tanaman ini tumbuh optimal pada gambut tipe saprik dengan produksi segar 2,85 g per pohon pada umur empat bulan setelah pemangkasan.

Kombinasi pelepah kelapa sawit dan *Indigofera* menghasilkan pakan yang lebih seimbang antara serat dan protein, sehingga dapat meningkatkan kualitas nutrisi ransum sapi potong (Yunilas dkk., 2019). Namun, agar bahan tersebut stabil dan praktis disimpan, teknologi ensilase perlu diterapkan. Proses ini dapat

ditingkatkan dengan penambahan sirup komersial afkir (SKA) 2,50–10% BK sebagai sumber energi bagi bakteri asam laktat. Aditif ini mempercepat produksi asam laktat, menurunkan pH, serta memperbaiki tekstur dan aroma silase (Sadarman dkk., 2023; McDonald et al., 2022). Walaupun demikian, penggunaan SKA hingga 10% kurang ekonomis untuk skala besar, sehingga dosis 1,50–6% lebih direkomendasikan (Sadarman et al., 2024a; 2024b).

Penilaian mutu silase perlu mempertimbangkan pH ideal pada kisaran 3,80–4,50 sebagai indikator fermentasi dominan asam laktat (McDonald et al., 2022). Kandungan BK optimal 30–40% menunjukkan keseimbangan kadar air dan kemampuan fermentasi (Nugroho dkk., 2021). Selain itu, kehilangan BK harus ditekan karena menggambarkan efisiensi proses; kehilangan tinggi biasanya dipicu pemanasan dan aktivitas mikroba yang tidak diinginkan (Dryden, 2021). Parameter lain adalah nilai Fleigh yang mengombinasikan pH dan BK, di mana nilai tinggi menunjukkan fermentasi stabil dan berkualitas (Wilkins, 1971). Silase dengan aroma segar dan tekstur tidak menggumpal cenderung lebih disukai ternak, sehingga meningkatkan konsumsi dan performa (Barrientos-Blanco et al., 2024).

Kajian sebelumnya menunjukkan bahwa pencampuran pelepah kelapa sawit dan *Indigofera* dapat meningkatkan kandungan nutrisi silase, terutama protein dan keseimbangan serat (Awiyanata dkk., 2021; Dalimunte dkk., 2021; Ali dkk., 2017). Penambahan SKA juga terbukti memperbaiki karakteristik fisik dan kimia silase (Sadarman et al., 2024a; 2024b). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penambahan SKA terhadap pH, BK, kehilangan BK, dan nilai Fleigh silase pelepah kelapa sawit–*Indigofera*.

MATERI DAN METODE

Materi dan Metode

Bahan penelitian digunakan berupa pelepah daun sawit, *Indigofera*, sirup komersial afkir, aquadest, serta bahan yang diperlukan untuk analisis kadar bahan kering. Peralatan penelitian disiapkan, meliputi mixer pakan, timbangan analitik, silo skala laboratorium, baskom, pisau, isolatif, kamera, serta berbagai alat yang digunakan untuk pengukuran pH dan bahan kering silase guna menunjang seluruh Tahapan pengolahan dan evaluasi.

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan diterapkan melalui penambahan sirup komersial afkir pada campuran pelepah daun sawit dan *Indigofera zollingeriana*. Komposisi dasar 75% pelepah daun sawit dan 25% *Indigofera* dijadikan sebagai kontrol (P1). Formulasi yang sama kemudian diberikan tambahan sirup komersial afkir sebesar 1,50% BK pada P2, 3,00% BK pada P3, 4,50% BK pada P4, dan 6,00% BK pada P5. Setiap perlakuan diensilasekan untuk memungkinkan penilaian pengaruh variasi dosis terhadap mutu silase secara terstruktur.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diterapkan dengan cara mencacah pelepah daun sawit hingga berukuran sekitar 0,50 cm, dan perlakuan yang sama diberikan pada *Indigofera*. Campuran bahan dihomogenkan di dalam baskom plastik sebelum SKA ditambahkan sesuai dosis perlakuan. Bahan yang telah merata dimasukkan ke dalam silo kedap udara lalu dipadatkan, setelah itu silo ditutup rapat dan diberi kode sesuai perlakuan. Fermentasi dilakukan selama 30 hari dalam kondisi anaerob di ruangan tanpa paparan sinar matahari.

Pengukuran pH silase dilakukan dengan mencelupkan elektroda pH meter digital ke dalam cairan silase hingga angka pH terbaca dan dicatat (Bernardes et al., 2019). Penentuan kadar bahan kering dilaksanakan melalui pengeringan cawan porselin bersih pada suhu 65 °C selama satu jam, kemudian cawan didinginkan di dalam eksikator selama 15 menit. Cawan ditimbang untuk memperoleh berat awal (A). Sampel dimasukkan ke dalam cawan (B), lalu cawan dipanaskan kembali pada suhu 65 °C selama delapan jam. Sampel yang telah kering didinginkan di eksikator lalu ditimbang untuk mendapatkan berat akhir (C). Kadar air dihitung menggunakan rumus $KA (\%) = ((A+B) - C)/B \times 100\%$, sedangkan bahan kering ditetapkan melalui rumus $BK (\%) = 100 - KA$ (AOAC, 2019).

Kehilangan bahan kering dihitung berdasarkan selisih antara bahan kering sebelum ensilase dan bahan kering setelah fermentasi 30 hari (AOAC, 2019). Nilai Fleigh ditentukan dengan persamaan $NF = 220 + [(2 \times \%BK) - 15] - (40 \times pH)$, sebagaimana dijelaskan oleh Kiliç (1984). Kualitas silase diklasifikasikan dengan kategori: sangat baik (<85), baik (60–85), sedang (55–60), memuaskan (25–55), dan buruk (<25) (Sengere dkk., 2021).

Parameter penelitian diukur mencakup pH, kadar bahan kering, kehilangan bahan kering, serta nilai Fleigh silase berbahan pelepah kelapa sawit dan *Indigofera zollingeriana* dengan penambahan SKA.

Analisis Data

Data penelitian dianalisis menggunakan pendekatan statistik berdasarkan keragaman Rancangan Acak Lengkap sesuai Michael et al. (2019). Pengolahan data dilakukan melalui aplikasi SPSS versi 23.0 untuk memperoleh nilai signifikansi dan melihat pengaruh perlakuan terhadap setiap parameter yang diamati. Perbedaan antarperlakuan dievaluasi menggunakan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5% sehingga setiap perlakuan dapat dibandingkan secara lebih rinci.

Analisis data mengikuti model linier $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$, yang menggambarkan bahwa nilai pengamatan pada perlakuan ke- i dan ulangan ke- j dipengaruhi oleh rata-rata umum, pengaruh perlakuan, serta galat percobaan. Perlakuan terdiri atas lima taraf dan masing-masing diulang sebanyak lima kali untuk memastikan keandalan data. Model ini memberikan kerangka yang sistematis dalam menilai keberagaman dan memastikan bahwa setiap perbedaan yang muncul benar-benar berasal dari pengaruh perlakuan, bukan dari variasi acak.

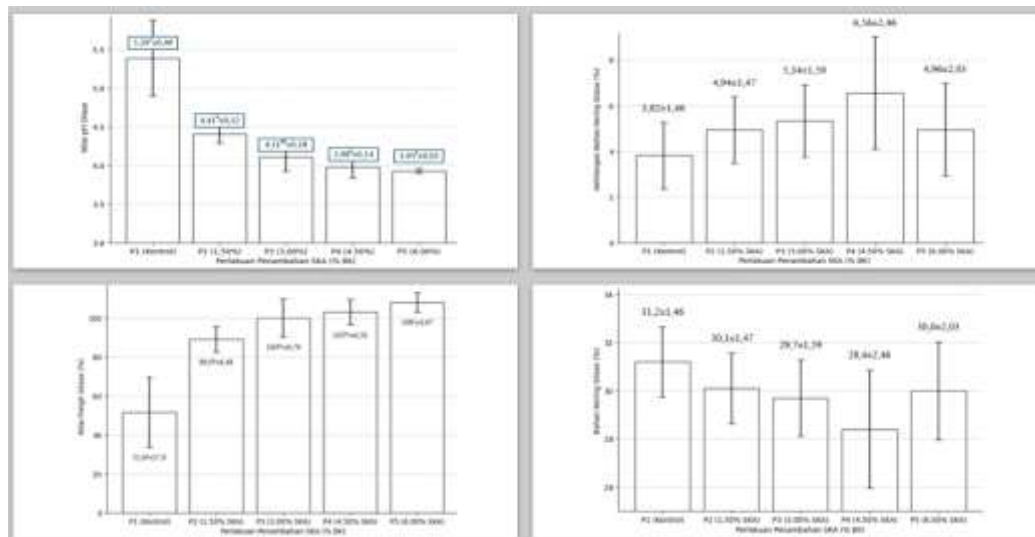
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan sirup komersial afkir (SKA) memberikan perubahan signifikan pada beberapa parameter fermentasi silase. Nilai pH silase berbeda sangat nyata antar perlakuan ($P < 0,01$). Kisaran pH berada pada 3,93–5,39, dengan nilai tertinggi pada kontrol dan nilai terendah pada perlakuan SKA 6%. Pola penurunan pH tampak seiring meningkatnya dosis SKA, yang menggambarkan fermentasi lebih cepat akibat meningkatnya ketersediaan gula sebagai substrat bakteri pembentuk asam laktat. Nilai pH yang diperoleh masih berada dalam batas ideal untuk silase berkualitas.

Kadar bahan kering tidak menunjukkan perbedaan yang berarti ($P > 0,05$). Nilai bahan kering berkisar 28,4–31,2%, dengan kecenderungan sedikit lebih rendah pada perlakuan yang menerima SKA, namun perubahan tersebut tidak signifikan. Kehilangan bahan kering juga tidak berubah nyata antar perlakuan ($P > 0,05$). Nilai kehilangan berkisar 3,82–6,56%, dan seluruh angka berada di bawah batas toleransi, menunjukkan fermentasi berlangsung tanpa kerusakan bahan yang berlebihan.

Pengaruh yang paling jelas terlihat pada nilai Fleigh. Parameter ini meningkat tajam pada perlakuan dengan SKA dan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Perlakuan dengan SKA 6% menghasilkan nilai tertinggi, diikuti oleh level 4,50%, 3%, dan 1,50%, sedangkan kontrol memiliki nilai paling rendah. Hasil uji lanjut menunjukkan kontrol berbeda signifikan dengan seluruh perlakuan SKA. Perlakuan menengah (3% dan 4,50%) berada pada tingkat yang relatif serupa dan tidak berbeda nyata terhadap perlakuan tertinggi.

Secara keseluruhan, penambahan SKA memperbaiki kondisi fermentasi melalui penurunan pH dan peningkatan nilai Fleigh, sementara kadar bahan kering dan kehilangan bahan kering relatif stabil. Temuan ini menunjukkan bahwa SKA dapat digunakan sebagai sumber energi tambahan yang mampu meningkatkan kualitas silase berbahan pelepah kelapa sawit dan Indigofera. Nilai pH, bahan kering, kehilangan bahan kering, dan nilai Fleigh silase campuran pelepah kelapa sawit dengan Indigofera yang diberi perlakuan penambahan sirup komersial afkir (SKA) disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arah Jarum Jam: pH, Bahan Kering, Kehilangan Bahan Kering, dan Nilai Fleigh Silase Campuran Pelepah kelapa sawit dengan Indigofera dengan Sirup Komersial Afkir sebagai Aditif

Keterangan: SKA adalah Sirup Komersial Afkir. Nilai yang disajikan adalah nilai rata-rata dan standar deviasi. Superskrip yang berbeda pada Gambar 1 menunjukkan penggunaan SKA memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap pH dan nilai Fleigh silase.

Penurunan pH pada silase terjadi karena bakteri asam laktat memanfaatkan glukosa dan fruktosa dari sirup komersial afkir (SKA), sehingga produksi asam laktat berlangsung cepat (McDonald et al., 2022). Perlakuan tanpa SKA menunjukkan pH lebih tinggi karena bahan tidak memiliki cukup karbohidrat mudah larut untuk mendukung fermentasi yang cepat, sebagaimana dijelaskan oleh Dryden (2021) dan Muck & Collins (2020). Pola pH ini sejalan dengan temuan Ridwan et al. (2020) dan Syahrir et al. (2021) yang menyatakan bahwa penambahan sumber energi cair dapat mempercepat penurunan pH silase. Penerapan SKA pada kisaran 4,50–6% BK memberikan pH rendah yang menunjukkan fermentasi stabil dan kondisi anaerob yang aman untuk mencegah pertumbuhan mikroba pembusuk, sesuai kisaran ideal menurut Kung et al. (2018).

Tidak ditemukannya pengaruh nyata SKA terhadap kadar bahan kering menunjukkan bahwa aditif ini tidak menjadi penyumbang padatan utama dalam silase (McDonald et al., 2002). Nilai BK yang diperoleh tetap berada pada kisaran ideal untuk fermentasi anaerob (Kung et al., 2018). Penurunan kecil pada BK saat SKA ditambahkan berkaitan dengan pemanfaatan gula oleh bakteri asam laktat yang menghasilkan asam organik dan gas, tetapi perubahan ini masih kecil dan tidak mengganggu struktur bahan. Hasil ini konsisten dengan laporan Syahrir et al. (2021) dan Sengere et al. (2021) bahwa penambahan sumber gula cair tidak selalu mengubah BK meskipun memperbaiki fermentasi.

Kehilangan bahan kering juga tidak menunjukkan perbedaan signifikan antarperlakuan. Rendahnya kehilangan BK mencerminkan pembentukan kondisi anaerob yang cepat, sehingga respirasi awal dan aktivitas mikroba aerob dapat ditekan (McDonald et al., 1991). Variasi kecil antarperlakuan lebih banyak berkaitan dengan karakteristik bahan, karena pelepah sawit memiliki gula terlarut rendah, sedangkan Indigofera kaya protein. Temuan ini sejalan dengan Utomo et al. (2022) yang menjelaskan bahwa sumber gula cair tidak selalu menurunkan kehilangan BK bila fermentasi sudah berjalan baik, serta Sari et al. (2020) yang melaporkan kisaran normal kehilangan BK 3–8% pada silase hijauan tropis.

Peningkatan nilai Fleigh pada perlakuan dengan SKA menggambarkan fermentasi yang lebih baik. Nilai Fleigh di atas 85 menunjukkan kualitas silase kategori baik hingga sangat baik (Sengere et al., 2021). SKA menyediakan substrat berupa karbohidrat terlarut yang diperlukan bakteri asam laktat untuk memproduksi asam laktat, sehingga fermentasi berlangsung stabil dan pH turun sesuai pola yang dijelaskan Kung et al.

(2018). Nilai rendah pada kontrol mencerminkan minimnya gula fermentabel dari bahan utama. Kandungan glukosa, fruktosa, dan sukrosa dalam SKA mendukung fermentasi laktat yang efisien dan menekan kehilangan BK (McDonald et al., 2002). Hasil ini konsisten dengan laporan Syahrir et al. (2021) dan Ridwan et al. (2020) yang menunjukkan bahwa sumber energi cair dapat meningkatkan mutu fermentasi dan menaikkan nilai Fleigh. Secara keseluruhan, SKA hingga 6% BK terbukti mampu meningkatkan kualitas silase campuran pelepah sawit dan Indigofera serta berpotensi sebagai aditif fermentasi yang ekonomis untuk pakan ruminansia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, disimpulkan bahwa Penambahan SKA dapat meningkatkan mutu silase pelepah sawit–Indigofera. pH silase menurun dengan level terbaik pada P5 ($3,93 \pm 0,03$), sedangkan BK dan KBK tidak berbeda nyata. Nilai Fleigh tertinggi diperoleh pada P5 ($108 \pm 4,97$), menunjukkan kualitas fermentasi sangat baik.

Sarannya, SKA hingga 6% BK layak digunakan tanpa meningkatkan kehilangan bahan kering, dengan demikian silase yang dihasilkan berkualitas tinggi. Proses pencampuran harus merata dan silo ditutup rapat. Penelitian lanjutan perlu menguji respon ternak dan aspek efisiensi penggunaan SKA.

DAFTAR PUSTAKA

- Barrientos-Blanco, J. A., Moraes, L., Lawrence, J. R., Havekes, C. D., Cerosaletti, P., Lucas, A., Romack, J., Ketterings, Q. M., & Reed, K. F. (2024). Partitioning of nutrient variation in alfalfa and corn silage by source on New York dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 107(8), 5722–5737.
- Bernardes, T. F., Gervásio, J. R. S., De Moraes, G., & Casagrande, D. R. (2019). Technical note: A comparison of methods to determine pH in silages. *Journal of Dairy Science*, 102, 9039–9042.
- Dryden, G. M. (2021). *Fundamentals of applied animal nutrition*. CABI Press.
- Faturohman, M. R. T., Haryoko, I., & Hidayat, N. (2022). Kecernaan in vitro serat kasar dan protein kasar pakan ruminansia berbasis *Indigofera sp.* dengan kondisi bahan yang berbeda. *Angon: Journal of Animal Science and Technology*, 4(2), 247–256.
- Febrina, D., Hardiyanto, L. O., Febriyanti, R., Sadarman, Qomariyah, N., Wahyono, T., Adli, D. N., & Rahman. (2022). Evaluasi kandungan nutrisi dan kualitas fisik silase pelepah kelapa sawit dengan penambahan aditif dan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 9(3), 605–612.
- Kung, L., Shaver, R. D., Grant, R. J., & Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020–4033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>
- McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. (2002). *The biochemistry of silage* (2nd ed.). Chalcombe Publications.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2022). *Animal nutrition* (8th ed.). Pearson.
- Michael, H., Herzog, G., Francis, G., & Clarke, A. (2019). *Understanding statistics and experimental design: How to not lie with statistics*. Springer.
- Muck, R. E., Kung, L., & Collins, M. (2020). Silage production. *Forages*, 1(1), 767–787. <https://doi.org/10.1002/9781119436669.42>
- Nugroho, A. P., Rimbawanto, E. A., Hartoyo, B., & Ifani, M. (2021). Kecernaan bahan kering dan bahan organik leguminosa pohon sebagai sumber protein pakan ruminansia secara in vitro. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 8(2), 162–167.
- Ridwan, R., Yanti, D., & Prasetyo, B. (2020). Pengaruh penggunaan sumber energi cair terhadap kualitas fermentasi silase pelepah kelapa sawit. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 7(2), 112–121.
- Sadarman, Febrina, D., Wahyono, T., Mulianda, R., Qomariyah, N., Nurfitriani, R. A., Khairi, F., Desraini, S., Zulkarnain, Prastyo, A. B., & Adli, D. N. (2022). Kualitas fisik silase rumput gajah dan ampas tahu segar dengan penambahan sirup komersial afkir. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 20(2), 73–77. <https://doi.org/10.29244/jintp.20.2.73-77>
- Sadarman, Febrina, D., Rinaldi, S. T., Hendri, Ilyazar, M. I., Weno, Alfian, A., Nurfitriani, R. A., Qomariyah, N., Sukmara, A., Koswara, E., Prihambodo, T. R., Gholib, & Azmi, A. F. M. (2023a). The quality of organic waste market ensiled using rejected commercial syrup as an alternative ruminant livestock feed. *Animal Production*, 25(3), 186–198. <https://doi.org/10.20884/1.iap.2023.25.3.257>

- Sadarman, Handoko, J., Febrina, D., Febriyanti, R., Purba, R. A., Ramadhan, E. S., Qomariyah, N., Gholib, Nurfitriani, R. A., Adli, D. N., & Khairi, F. (2023b). Evaluasi penggunaan kombinasi aditif berbasis molasses dan sirup komersial afkir yang dapat menstimulasi pertumbuhan mikroba baik terhadap profil fermentasi silase tebon jagung. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 6(1), 57–68. <https://doi.org/10.21776/ub.int.2023.006.01.7>
- Sadarman, Febrina, D., Saleh, E., Fazly, M., Prastyo, A. B., Qomariyah, N., & Azmi, A. F. M. (2024a). Transformasi proses pembuatan silase: Peningkatan kualitas dengan penambahan sirup komersial afkir pada silase berbahan rumput odot dan dedak padi halus. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 12(2), 155–171. <https://dx.doi.org/10.23960/jipt.v12i2.p155-171>
- Sadarman, Juliantoni, J., Febriana, D., Prastyo, A. B., Azmi, A. F. M., & Qomariyah, N. (2024b). Transformasi silase: Profil terbaru rumput odot (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) dan dedak padi dengan penggunaan sirup afkir. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 7(1), 58–67. <https://doi.org/10.21776/ub.int.2024.007.01.7>
- Sari, N. M., Fitriani, H., & Wahyudi, T. (2020). Pengaruh penambahan sumber karbohidrat terhadap kualitas silase hijauan tropis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 7(2), 81–90.
- Sengere, R. S., Wina, E., & Tampoebolon, B. (2021). Evaluasi kualitas silase berbagai bahan pakan lokal menggunakan nilai Fleigh. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 23(3), 145–154.
- Sofyan, A., Widyastuti, Y., Utomo, R., & Yusiati, L. M. (2017). Improving physico-chemical characteristic and palatability of king grass (*Pennisetum hybrid*) silage by inoculation of *Lactobacillus plantarum*–*Saccharomyces cerevisiae* consortia and addition of rice bran. *Buletin Peternakan*, 41(1), 61–71. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v41i1.12980> (doi.org in Bing)
- Syahrir, M., Nurdin, M., & Hidayat, A. (2021). Pengaruh penambahan molases terhadap kualitas silase pelepah kelapa sawit. *Buletin Peternakan*, 45(2), 101–108. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v45i2.XXXX>
- Utomo, R., Syamsu, J. A., & Budiman, C. (2022). Pengaruh penambahan molases dan limbah cair gula terhadap kualitas fermentasi dan kehilangan bahan kering silase. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 24(1), 55–63.
- Vianny, O., Sari, B., Sobaro, A., & Riyadi, A. (2024). *Overview perekonomian dan sosial Provinsi Riau 2024: Sinergi pertumbuhan ekonomi sosial Riau*. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.
- Wilkins, R. J. (1971). The voluntary intake of silage by sheep. *Journal of Agricultural Science*, 76(2), 203–210.
- Yanuartono, Purnamaningsih, H., Indarjulianto, S., Nururrozi, A., & Raharjo, S. (2020). Dampak negatif indospicine dalam *Indigofera* sp. pada ternak. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 7(2), 91–100.

DAMPAK *BODY CONDITION SCORE* TERHADAP EFISIENSI REPRODUKSI SAPI SIMENTAL PADA PETERNAKAN RAKYAT DI KAMPAR, INDONESIA

(Impact of Body Condition Score on Reproductive Efficiency of Simental Cattle in Smallholder Farms in Kampar, Indonesia)

Yogi Firman, Zumarni, Muhamad Rodiallah*, & Yendraliza

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

*Email korespondensi: muhamad.rodiallah@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

A food security program involving the provision of female cattle has been implemented in Sungai Lambu Makmur Village since 2021. This initiative aims to foster a sustainable economic cycle and enhance community welfare by distributing one female cattle acceptor per household. The program's effectiveness is largely dependent on the reproductive performance of the livestock. This study aimed to evaluate the reproductive performance of Simental cattle in Sungai Lambu Makmur Village, Tapung District, Kampar Regency, by analyzing Service per Conception (S/C), Post-partum Mating, Conception Rate, Calving Interval, and Body Condition Score. This survey study was conducted from February to April 2025, collecting census data from the entire population through farmer questionnaires (primary data) and Artificial Insemination recording cards from 2021–2024 (secondary data). The results indicate varying reproductive performance values over the period: S/C ranged from 1.13 to 1.38; CR from 70% to 86.66%; PPM from 71.86 ± 14.505 to 93.54 ± 9.136 days; and CI from 355.66 ± 19.503 to 374.28 ± 18.122 days. The average BCS of the population was 3.46 ± 0.504 . Correlation analysis revealed a very weak relationship between BCS and reproductive performance parameters (S/C: -0.02; CR: 0.13; PPM: -0.22; CI: 0.15). It is concluded that Simental cattle in Sungai Lambu Makmur Village exhibit normal reproductive performance and BCS values, but no significant relationship was observed between BCS and the measured reproductive performance indicators.

Keywords: *Body Condition Score, Kampar, Simental Cattle, Smallholder, Reproductive Performance. Farms.*

PENDAHULUAN

Sektor peternakan memiliki peran vital dalam memenuhi kebutuhan protein hewani global dan berkontribusi terhadap ketahanan pangan. Di Indonesia, produksi daging mencapai 503.506,8 ton per tahun, dengan sapi potong menjadi kontributor terbesar kedua setelah ayam, menghasilkan 280.725.797,2 ton daging pada tahun 2023 (BPS, 2024). Guna mencapai target swasembada daging nasional sebesar 90–95%, pemerintah terus mendorong peningkatan produksi daging sapi melalui pengembangan peternakan sapi potong, khususnya di wilayah pedesaan.

Provinsi Riau merupakan salah satu daerah yang aktif dalam budidaya sapi potong. Di Kabupaten Kampar, Kecamatan Tapung, terdapat Desa Sungai Lambu Makmur, sebuah desa transmigrasi yang didirikan pada tahun 1994. Dengan 400 Kepala Keluarga, mayoritas berasal dari Jawa, desa ini telah menjalankan program ketahanan pangan melalui pengadaan sapi betina sejak tahun 2021 (BPS Kabupaten Kampar, 2024). Program ini bertujuan menciptakan siklus ekonomi berkelanjutan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan memberikan satu ekor sapi betina per kepala keluarga. Sapi indukan akan digulirkan kepada keluarga lain setelah menghasilkan keturunan melalui metode inseminasi buatan, memastikan keberlanjutan program dan kemandirian pangan desa.

Jenis sapi yang didistribusikan dalam program ini mencakup sapi Bali dan sapi Simental, yang berusia sekitar 1,5 tahun dan siap untuk dikawinkan melalui IB. Sapi Simental (*Bos taurus*), yang berasal dari lembah Simme di Swiss, dikenal sebagai tipe sapi perah dan pedaging dengan karakteristik fisik yang khas: bulu coklat kemerahan, bagian muka, kaki bawah, dan ujung ekor berwarna putih (Sari, 2022). Sapi jantan dewasa dapat mencapai berat 1.150 kg dan betina dewasa 800 kg. Keunggulan sapi Simental terletak pada laju pertumbuhan yang cepat, kemampuan menyusui yang baik, serta adaptasinya yang tinggi terhadap lingkungan tropis, termasuk kemampuannya untuk menyesuaikan diri dengan perubahan suhu dan kelembaban (Hasnudi dkk., 2019). Kemampuan adaptasi ini penting untuk kelangsungan hidup dan produktivitas di kawasan tropis, yang dapat diamati melalui *Body Condition Score* ternak.

Keberhasilan program pengadaan sapi betina di Desa Sungai Lambu Makmur sangat bergantung pada efisiensi reproduksi ternak. Kinerja reproduksi merupakan indikator kunci yang mencerminkan efisiensi individu atau populasi dalam melakukan proses reproduksi (Natania dkk., 2016). Pengukuran kinerja reproduksi meliputi parameter seperti *Service per Conception* (S/C), *Post-partum Mating*, *Conception Rate*, dan *Calving Interval*, serta *Body Condition Score* (BCS) sebagai cerminan status nutrisi dan energi yang

sangat memengaruhi efisiensi reproduksi. Namun, evaluasi komprehensif mengenai hubungan antara BCS dan parameter kinerja reproduksi pada sapi Simental di konteks program ketahanan pangan spesifik seperti di Desa Sungai Lambu Makmur masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja reproduksi sapi Simental di Desa Sungai Lambu Makmur, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, dengan fokus pada S/C, PPM, CR, CI, serta menganalisis hubungan antara BCS dengan berbagai indikator kinerja reproduksi tersebut. Temuan dari studi ini diharapkan dapat memberikan informasi krusial untuk optimalisasi program pengembangan ternak dan peningkatan kesejahteraan peternak di wilayah tersebut.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama periode lima bulan, yaitu sejak Januari hingga Mei 2025. Studi dilakukan di Desa Sungai Lambu Makmur, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau, Indonesia.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian mencakup seluruh akseptor sapi Simental yang menerima bantuan dari program pemerintah Desa Sungai Lambu Makmur. Sebanyak 43 ekor sapi Simental betina yang telah mengalami partus (melahirkan) dan 43 peternak pemilik sapi tersebut diidentifikasi sebagai subjek penelitian. Kriteria inklusi untuk ternak adalah sapi Simental betina yang merupakan bagian dari program bantuan pemerintah dan telah setidaknya satu kali melahirkan.

Desain Penelitian dan Pengumpulan Data

Penelitian ini mengadopsi desain survei dengan pendekatan sensus, yang berarti pengumpulan data dilakukan dari seluruh populasi sapi Simental dan peternak yang memenuhi kriteria penelitian. Data penelitian dikumpulkan melalui kombinasi sumber primer dan sekunder.

Data Primer: Diperoleh langsung dari peternak melalui wawancara terstruktur menggunakan lembar kuesioner. Wawancara ini memungkinkan pengumpulan informasi mendalam mengenai praktik manajemen, pengamatan terhadap sapi, serta persepsi peternak terkait program dan kinerja reproduksi ternak. Observasi langsung juga dilakukan di lokasi penelitian untuk mendapatkan gambaran kondisi lingkungan dan manajemen peternakan.

Data Sekunder: Diperoleh dari kartu Inseminasi Buatan dan catatan recording pelaksanaan IB periode tahun 2021 hingga 2024. Data ini disediakan oleh petugas peternakan dan inseminator di Desa Sungai Lambu Makmur. Alat yang digunakan dalam pengumpulan data meliputi lembar kuesioner, alat tulis, kamera untuk dokumentasi, serta laptop untuk input dan pengolahan data.

Parameter yang Diukur

Penelitian ini mengevaluasi kinerja reproduksi sapi Simental berdasarkan parameter-parameter berikut:

Service per Conception (S/C)

S/C didefinisikan sebagai jumlah perkawinan atau inseminasi buatan yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kebuntingan (Suyanto dkk., 2025). Nilai S/C yang ideal umumnya mendekati 1, menunjukkan efisiensi reproduksi yang tinggi.

$$S/C = \frac{\text{Jumlah inseminasi}}{\text{jumlah sapi betina yang bunting}}$$

Conception Rate

Conception Rate (CR) merupakan persentase sapi betina yang berhasil bunting pada inseminasi pertama (Fadhil dan Hartono, 2017). CR digunakan sebagai indikator efisiensi reproduksi, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat keberhasilan kebuntingan yang lebih baik.

$$CR = \frac{\text{Jumlah betina bunting inseminasi ke } - 1}{\text{Jumlah akseptor}} \times 100\%$$

Post-partum Mating

Post-partum Mating (PPM) mengacu pada interval waktu (dalam hari atau bulan) dari kelahiran hingga perkawinan atau inseminasi pertama setelah melahirkan (Wahyu, 2018). Periode PPM yang lebih pendek sering diindikasikan untuk optimalisasi interval beranak.

Calving Interval

Calving Interval (CI) adalah periode waktu antara dua kelahiran berurutan pada induk sapi. CI merupakan kombinasi dari service period dan lama kebuntingan, dengan tujuan untuk mencapai interval kelahiran yang seoptimal mungkin guna meningkatkan jumlah anakan sepanjang hidup induk (Guswanto, 2017). Perhitungan CI dalam penelitian ini menggunakan rumus Iswoyo dan Widiyaningrum (2008).

$$\text{Calving Interval} = \text{waktu kelahiran ke } i - \text{waktu kelahiran ke } (i - 1)$$

Body Condition Score

Body Condition Score (BCS) adalah metode penilaian kondisi tubuh ternak secara visual dan palpasi (perabaan) pada timbunan lemak subkutan di area pangkal ekor, tulang punggung, dan pinggul (Ismudiono, 2010). Dalam penelitian ini, BCS dinilai menggunakan skala 5 poin, dengan deskripsi sebagai berikut:

Skor	Deskripsi Kondisi Tubuh
1	<i>Sangat Kurus</i> : Lekukan tajam pada pangkal ekor, tulang pelvis, dan tulang iga; tidak ada jaringan lemak yang teraba di pelvis atau area lainnya.
2	<i>Kurus</i> : Sedikit penutupan jaringan lemak pada pangkal ekor; pelvis mudah diraba; ujung iga terasa dan bagian atasnya dapat diraba dengan mudah.
3	<i>Sedang</i> : Tidak ada lekukan tajam di sekitar pangkal ekor; jaringan lemak mudah diraba di seluruh tubuh; pelvis masih dapat diraba dengan sentuhan ringan; jaringan lemak menutupi tulang iga namun masih dapat diraba dengan sedikit tekanan.
4	<i>Gemuk</i> : Gumpalan lemak terlihat di sekitar pangkal ekor; pelvis hanya dapat diraba dengan tekanan; ujung iga tidak lagi dapat diraba.
5	<i>Sangat Gemuk</i> : Pangkal ekor tertutup oleh jaringan lemak tebal; tulang pelvis tidak dapat diraba bahkan dengan tekanan kuat; ujung iga tertutup oleh lapisan lemak yang tebal.

Sumber: Ismudiono (2010).

Analisis Data

Data yang dikumpulkan akan dianalisis secara deskriptif untuk menyajikan karakteristik dasar variabel penelitian. Analisis ini mencakup perhitungan rata-rata (*mean*), standar deviasi (*standard deviation*), dan koefisien keragaman (*coefficient of variation*) untuk setiap parameter yang diukur (Sudjana, 2007). Sedangkan interval koefisien menggunakan skor dan tingkat hubungan dimulai dari sangat rendah (0,00 – 0,19), rendah (0,20 – 0,39), sedang (0,40 – 0,59), kuat (0,60 – 0,79), dan sangat kuat (0,80 – 1,00) (Sugiyono, 2017).

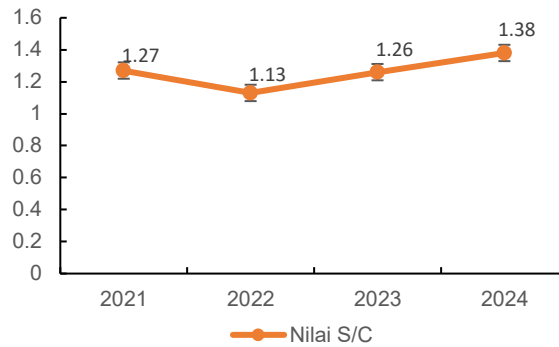
HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Kinerja Reproduksi Sapi Simental

Evaluasi kinerja reproduksi sapi Simental merupakan proses fundamental untuk menilai efisiensi biologis dan teknis ternak dalam program peternakan. Proses ini melibatkan analisis berbagai parameter biologis dan teknis, seperti keberhasilan inseminasi buatan, siklus estrus, tingkat kebuntingan, dan interval antar kelahiran. Reproduksi pada hewan betina adalah fenomena biologis yang kompleks, mengintegrasikan fungsi seluruh sistem tubuh, dan hanya optimal setelah ternak mencapai kematangan seksual (*sexual maturity*) (Guswanto, 2017). Sistem reproduksi bertanggung jawab tidak hanya untuk menerima ovum dan memfasilitasi implantasi di uterus, tetapi juga untuk menerima spermatozoa dan mengarahkannya ke situs fertilisasi di oviduk. Beberapa parameter kunci yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja reproduksi meliputi *Service Per Conception* (S/C), *Conception Rate*, *Post-partum Mating*, dan *Calving Interval* (Aji et al., 2017). Hasil penelitian terkait parameter evaluasi kinerja reproduksi sapi Simental di Desa Sungai Lambu Makmur disajikan sebagai berikut:

Service Per Conception (S/C)

Service Per Conception (S/C) didefinisikan sebagai jumlah inseminasi atau perkawinan yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kebuntingan (Suyanto dkk., 2025). Nilai S/C sapi Simental di Desa Sungai Lambu Makmur pada tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024 secara berurutan adalah 1,27; 1,13; 1,26; dan 1,38 (Gambar 1). Data ini mengindikasikan bahwa sapi Simental di wilayah penelitian umumnya memerlukan 1 hingga 2 kali inseminasi untuk mencapai kebuntingan. Nilai S/C yang teridentifikasi berada dalam kategori baik, yaitu di bawah 1,5 sesuai dengan standar SNI. Beberapa penelitian lain juga mengklasifikasikan S/C antara 1,6 hingga 2,0 sebagai kategori baik (Ermen dkk., 2021). Semakin rendah nilai S/C, semakin tinggi efisiensi kesuburan ternak (Pohontu dkk., 2018).

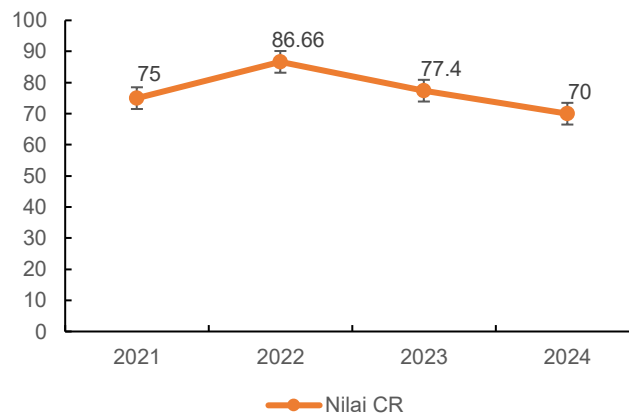


Gambar 4.2: Rataan nilai S/C sapi simental tahun 2021 - 2024

Keberhasilan inseminasi buatan sangat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, meliputi kemampuan dan pengalaman inseminator dalam mendeteksi waktu estrus secara akurat, penanganan semen yang tepat, dan teknik inseminasi yang optimal. Kualitas spermatozoa, kondisi kesuburan ternak, kesehatan dan kondisi umum ternak, serta lingkungan tempat pemeliharaan juga berkontribusi pada keberhasilan IB. Selain itu, tingkat pendidikan dan pengalaman peternak, khususnya terkait manajemen reproduksi ternak, dapat berdampak positif pada keberhasilan IB (Putri dkk., 2020). Nilai S/C di Desa Sungai Lambu Makmur yang konsisten berada di bawah 2,0 mengindikasikan bahwa praktik IB di daerah tersebut berlangsung dengan cukup efektif.

Conception Rate

Conception Rate (CR) atau angka konsepsi, adalah persentase ternak betina yang berhasil bunting pada perkawinan pertama (Fadhil dan Hartono, 2017). Nilai CR sapi Simental di Desa Sungai Lambu Makmur pada tahun 2021, 2022, 2023, dan 2024 adalah 75%; 86,66%; 77,4%; dan 70% secara berurutan (Gambar 2). Terjadi peningkatan nilai CR pada tahun 2022 dan 2023 yang mencapai 86,66% dan 77,4%, melebihi standar ideal CR untuk populasi sapi sebesar 60–75% (Nurpika *et al.*, 2021). Fluktuasi ini, dengan penurunan pada tahun 2023 dan 2024, sejalan dengan nilai S/C, menunjukkan bahwa keberhasilan IB pertama pada tahun 2022 lebih optimal dibandingkan tahun-tahun lainnya.

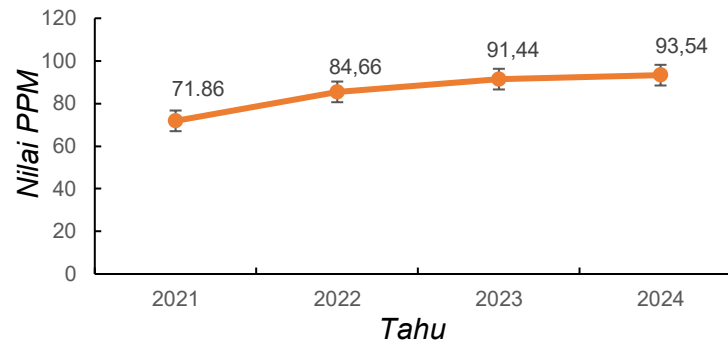


Gambar 2. Rataan nilai CR sapi simental tahun 2021 - 2024

Tingginya nilai CR ini mengindikasikan bahwa sebagian besar ternak yang diinseminasi telah mencapai kematangan seksual, ditandai dengan perkembangan organ reproduksi yang optimal dan siklus estrus yang teratur (Musnaeni dkk, 2023). Kondisi ini meningkatkan peluang kebuntingan karena sapi secara fisiologis telah siap untuk dibuahi. Tingginya nilai CR merupakan indikator bahwa proses reproduksi dan pelaksanaan IB di Desa Sungai Lambu Makmur telah berjalan secara efektif dan efisien, didukung oleh pengetahuan peternak tentang tanda-tanda estrus yang memadai, sehingga pelaporan kepada inseminator tidak terlambat. Kondisi ini sangat menguntungkan peternak karena dapat meningkatkan produktivitas ternak, memperpendek interval beranak, serta mengurangi biaya reproduksi akibat pengulangan inseminasi. Angka keberhasilan kebuntingan terbaik setelah IB biasanya berkisar antara 60-70% (Mardiansyah dkk., 2016). Dengan demikian, nilai CR di Desa Sungai Lambu Makmur berada dalam kisaran normal hingga sangat baik.

Post-partum Mating

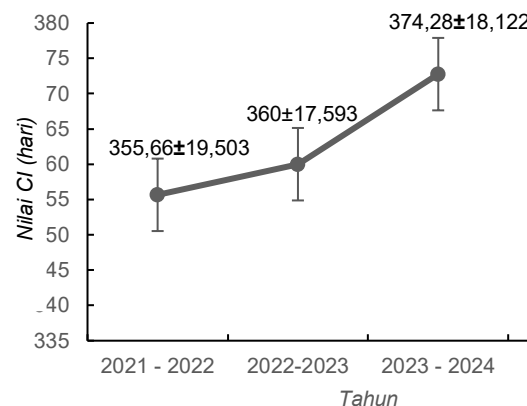
Post-partum Mating (PPM) didefinisikan sebagai interval waktu dari kelahiran hingga perkawinan atau inseminasi pertama setelah melahirkan (Wulandari, 2014). Berdasarkan hasil penelitian, nilai rata-rata PPM sapi Simental di Desa Sungai Lambu Makmur menunjukkan tren peningkatan dari $71,86 \pm 14,50$ hari pada tahun 2021 menjadi $84,66 \pm 16,10$ hari pada tahun 2022, kemudian $91,44 \pm 10,21$ hari pada tahun 2023, dan mencapai $93,54 \pm 9,13$ hari pada tahun 2024 (Gambar 3). Peningkatan durasi PPM ini mengindikasikan bahwa sapi memerlukan waktu lebih lama untuk involusi uterus dan kembali ke siklus estrus yang subur pasca-melahirkan seiring berjalannya tahun pengamatan. PPM yang optimal sangat penting untuk mencapai *Calving Interval* yang pendek dan meningkatkan produktivitas reproduksi secara keseluruhan.



Gambar 3. Rataan nilai PPM sapi simental tahun 2021 - 2024

Calving Interval

Calving Interval (CI) adalah periode waktu antara dua kelahiran berurutan pada induk sapi (Guswanto, 2017). Nilai rata-rata CI sapi Simental di Desa Sungai Lambu Makmur tercatat sebagai berikut: $355,66 \pm 19,50$ hari, $360 \pm 17,59$ hari, dan $374,28 \pm 18,12$ hari (Gambar 4). Tren peningkatan CI ini sejalan dengan peningkatan nilai PPM. CI yang pendek menunjukkan efisiensi reproduksi yang tinggi dan dapat memaksimalkan jumlah keturunan yang dihasilkan sapi sepanjang hidupnya. Nilai CI yang diobservasi masih dalam kisaran normal yang diharapkan untuk sapi potong yang produktif, meskipun ada kecenderungan sedikit memanjang.



Gambar 4. Rataan nilai CI sapi simental tahun 2021 - 2024

Body Condition Score dan Hubungannya dengan Kinerja Reproduksi

Body Condition Score

Body Condition Score (BCS) adalah metode penilaian visual dan palpasi terhadap timbunan lemak subkutan pada tubuh ternak, yang berfungsi sebagai indikator status nutrisi dan cadangan energi (Ismudiono, 2010). Dalam penelitian ini, sapi Simental di Desa Sungai Lambu Makmur mayoritas menunjukkan skor BCS 3 dan 4, dengan rata-rata BCS keseluruhan sebesar $3,46 \pm 0,504$. Distribusi skor ini mengindikasikan bahwa sebagian besar sapi berada dalam kondisi tubuh yang optimal, yang umumnya diasosiasikan dengan kesiapan

reproduksi yang efisien dan kemampuan mempertahankan kebuntingan. Deskripsi BCS sapi simental di Desa Sungai Lambu Makmur dapat dilihat pada Gambar 5.

Nilai BCS secara intrinsik dipengaruhi oleh konsumsi pakan dan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tubuh ternak (Aziz dkk., 2019). Meskipun tujuan pemeliharaan dapat memengaruhi variasi nilai BCS—di mana nilai tinggi lebih diinginkan untuk penggemukan—skor BCS 3 dianggap optimal untuk tujuan pembibitan (Bagiarta dkk., 2017). Hasil ini menegaskan bahwa induk sapi Simental di wilayah penelitian memiliki status nutrisi yang mendukung fungsi reproduksi.



Gambar 4.6: Nilai BCS skor 3 dan 4 Sapi Simental

Hubungan antara BCS dan Kinerja Reproduksi

Analisis korelasi antara BCS dan parameter kinerja reproduksi menunjukkan hubungan yang sangat lemah. Koefisien korelasi BCS terhadap S/C, CR, PPM, dan CI berturut-turut adalah -0,02; -0,22; 0,13; dan 0,15. Magnitudo koefisien korelasi yang sangat mendekati nol ini mengindikasikan bahwa perubahan pada BCS tidak berkorelasi secara signifikan dengan variasi pada parameter kinerja reproduksi yang diukur. Temuan ini menyiratkan bahwa, meskipun kondisi tubuh ternak secara rata-rata berada pada tingkat yang optimal, faktor-faktor lain mungkin memiliki peran yang lebih dominan terhadap efisiensi reproduksi sapi Simental di lingkungan peternakan rakyat tersebut. Faktor-faktor ini bisa mencakup manajemen pakan yang lebih detail, kondisi lingkungan mikro, atau bahkan karakteristik genetik yang tidak sepenuhnya terrefleksikan oleh penilaian BCS saja.

Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa kinerja reproduksi seringkali lebih dipengaruhi oleh faktor genetik, manajemen pakan, dan lingkungan (Ihsan, 2010), serta beberapa studi lain yang menyatakan bahwa BCS tidak selalu berkorelasi langsung dengan reproduksi (Dwitarizki *et al.*, 2017). Meskipun demikian, Santosa (2012) menunjukkan bahwa defisiensi energi pada sapi muda dapat menunda pertumbuhan dan reproduksi, dan Putra dkk. (2019) menambahkan bahwa BCS yang baik belum tentu menjamin kinerja reproduksi optimal pada sapi yang belum mencapai kematangan seksual.

KESIMPULAN

Kinerja reproduksi sapi Simental pada periode 2021–2024 menunjukkan hasil yang tergolong baik, dengan *Service per Conception* (S/C) berkisar 1,27–1,3, *Conception Rate* antara 70–77,4%, serta peningkatan *Post-partum Mating* dari 71,86±14,5 hari menjadi 93,54±9,13 hari, dan *Calving Interval* dari 355,66±19,5 hari menjadi 374,28±18,12 hari. Kondisi tubuh sapi Simental, yang dinilai melalui *Body Condition Score*, didominasi oleh skor 3 dan 4, dengan rata-rata 3,46±0,504, mengindikasikan status nutrisi yang optimal untuk fungsi reproduksi. Namun, analisis korelasi menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara BCS dengan parameter kinerja reproduksi (S/C: -0,02; CR: 0,13; PPM: -0,22; CI: 0,15). Oleh karena itu, meskipun sapi Simental di Desa Sungai Lambu Makmur memiliki kinerja reproduksi dan BCS dalam rentang normal, BCS tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap indikator kinerja reproduksi yang diukur dalam studi ini. Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa faktor selain BCS mungkin memiliki peran yang lebih dominan dalam menentukan efisiensi reproduksi sapi Simental di lingkungan peternakan rakyat tersebut, memerlukan investigasi lebih lanjut terhadap aspek manajemen, genetik, atau lingkungan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada peternakan rakyat dan pemerintah desa Sungai Lambu Makmur Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau atas kerjasama dalam pelaksanaan penelitian. Terimakasih juga kepada Dinas Perekbunan, Peternakan dan Kesehatan Hewan yang telah memberi izin dan *support* data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, R. N., Panjono, Agus, A., Widyobroto, B. P., Hartatik, T., Budisatria, I. G. S., Ismaya, & Bintara, S. (2017). Kinerja reproduksi sapi betina Sumba Ongole yang diinseminasi dengan semen beku sapi jantan Belgian Blue. *Buletin Peternakan*, 41(4), 379–384.
- Aziz, C. N., Purwantini, D. D., & Astuti, T. Y. (2019). Hubungan antara kemiringan rusuk, sudut dan lebar panggul terhadap body condition score (BCS) pada sapi perah Friesian Holstein di BBPTU HPT Baturraden. *Journal of Animal Science and Technology*, 1(1), 65–74.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Produksi daging sapi menurut provinsi (Ton). Retrieved May 6, 2024, from <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NDqwlzl=/produksidaging-sapi-menurut-provinsi.html>
- Bagiarta, I. W., Mudita, I. M., Roni, G. K., & Lindawati, S. A. (2017). Dimensi tubuh sapi Bali di Unit Pelaksana Teknis Pembibitan Sapi Bali Sobangan Badung. *Jurnal Peternakan Tropika*, 5(1), 181–188.
- BPS Kabupaten Kampar. (2024). *Jumlah penduduk pertengahan tahun 2024*. Kampar, Indonesia.
- Dwitarizki, N. D., Yanuar, A., & Fitria, G. T. (2017). Pengaruh body condition score terhadap service per conception dan gangguan reproduksi pada sapi Peranakan Ongole dan Simmental. *AGRONOMIKA*, 12(2), 140–146.
- Ermen, M., Fikri, A., & Arif, I. (2021). Evaluasi keberhasilan inseminasi buatan (IB) program Upsus Siwab di Kabupaten Berau. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 4(1), 13–27.
- Fadhil, M., & Hartono, M. (2017). Faktor-faktor yang memengaruhi conception rate sapi perah dan Bali pada peternakan rakyat di Provinsi Lampung. Retrieved October 7, 2023, from <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jstsv/article/download/35661/22035>
- Guswanto. (2017). *Penampilan reproduksi sapi Kuantan dan sapi Bali betina di Kecamatan Inuman Kabupaten Kuantan Singingi* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- Hasnudi, N., Ginting, U., Hasanah, & Patriani, P. (2019). *Pengelolaan ternak sapi potong dan kerbau*. CV Anugrah Pangeran Jaya.
- Ihsan, M. N. (2010). Indeks fertilitas sapi PO dan persilangannya dengan Limousin. *Jurnal Ternak Tropika*, 11(2), 82–87.
- Ismudiono. (2010). *Fisiologi reproduksi pada ternak*. Universitas Airlangga Press.
- Iswoyo, & Widiyaningrum, P. (2008). Performans reproduksi sapi potong hasil inseminasi buatan di Kabupaten Sukoharjo Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*, 11(3), 125–133.
- Natania, R., & Wibowo, A. S. (2016). Pengaruh perbaikan manajemen reproduksi terhadap kinerja produksi sapi potong di peternakan rakyat. *Jurnal Ilmu Ternak*, 13(2), 85–92.
- Nurpika, H., Anwar, P., Jiyanto, & Alatas, A. (2021). Tingkat keberhasilan program sapi induk wajib bunting (Siwab) dalam upaya peningkatan angka kelahiran di Kabupaten Kuantan Singingi. *Ternak Tropika: Journal of Tropical Animal Production*, 22(2), 137–146.

- Mardiansyah, E., Yuliani, & Prasetyo, S. (2016). Respon tingkah laku birahi, service per conception, non return rate, conception rate pada sapi Bali dara dan induk yang disinkronisasi birahi dengan hormon progesteron. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*, 2(1), 134–143.
- Musnaeni, M. I., Mumu, M. I., & Indriani. (2023). Tingkat keberhasilan inseminasi buatan pada sapi Bali di Kecamatan Sindue Kabupaten Donggala. *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 24(1), 39–47.
- Pohontu, A., Lomboan, A., Paath, J. F., & Rimbing, S. C. (2018). Penampilan reproduksi ternak sapi potong di Kecamatan Bintauna Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Zootek Journal*, 38(1), 102–113.
- Putra, I. G. M. A. D., & Suardana, I. B. A. (2019). Pemunculan pubertas sapi Bali dara peliharaan kelompok ternak di wilayah kerja Pusat Kesehatan Hewan Sobangan, Mengwi, Badung, Bali. *Indonesian Medical Veterinary*, 10(4), 437–444.
- Putri, T. D., Siregar, T. N., Thasmi, C. N., Melia, J., & Adam, M. (2020). Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan inseminasi buatan pada sapi di Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 8(3), 111–123.
- Sari, B. (2022). *Pengaruh pemberian PGF2 α dari sumber berbeda (Capriglandin dan Lutalyse) terhadap respons estrus, service per conception, conception rate dan morfometrik ovarium pada sapi Simmental di BPTUHPT Padang Mengatas* (Tesis, Universitas Andalas). Program Pascasarjana Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan.
- Santosa, K., Warsito, & Agus, A. (2012). *Bisnis penggemukan sapi*. Agro Media Pustaka.
- Sudjana. (2007). *Metode statistika*. Tarsito.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suyanto, H., Mardhiana, & Rahim, A. (2025). Tingkat keberhasilan inseminasi buatan (IB) terhadap peningkatan populasi sapi potong dan kesejahteraan peternak sapi di Kota Tarakan. *Jurnal Ilmiah Respati*, 16(2), 131–144.
- Wahyu, D. (2018). *Efisiensi reproduksi sapi potong di Kabupaten Mojokerto*. Dinas Peternakan Jawa Timur.
- Wulandari, I. A., & Prihatno, S. A. (2014). Pengaruh berbagai temperatur thawing semen beku terhadap keberhasilan inseminasi buatan pada sapi potong. *Jurnal Sains Veteriner*, 32(1), 41–42.

NISBAH KESETARAAN LAHAN TUMPANGSARI *INDIGOFERA ZOLLINGERIANA* DAN *PENNISETUM PURPUREUM* CV THAILAND BERDASARKAN PRODUKSI POTENSIAL

Land Equivalent Ratio of Intercropping Indigofera zollingeriana and Pennisetum purpureum cv. Thailand Based on Potential Yield

Malcky Makanaung Telleng*, Sienny Malalantang, Veybe Gresje Kereh, Ivonne Maria Untu dan Tilly Flora Desaly Lumy

Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado

*Email korespondensi: adetelleng@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research was determines the land equivalent ratio of intercropping Indigofera zollingeriana and Pennisetum purpureum underneath coconut plantation based on potential production. This experiment was conducted using Completely Randomized Design (CRD). The treatment consisted six combination of planting space, Indigofera zollingeriana with planting space (1) 1.0x1.0m, (2) 1.0x1.25m, and Pennisetum purpureum with planting space (1) 1.0x0.75m, (2) 1.0x1.0m. Data were analyzed using analysis of variance and HSD test. The variables measured were potential production and Land Equivalent Ratio (LER) based on potential production. The results showed that different planting space were significant different ($P<0.01$) on potential production and LER. The HSD test showed that intercropping Indigofera zollingeriana with planting space 1.0m x 1.25m and Pennisetum purpureum with planting space 1.0m x 1.0m have highest potential production and land equivalent ratio. It was concluded that the combination of indigofera planting distance of 1m x 1.25m and pennisetum 1m x 1.0m was the highest for potential production and land efficiency.

Key words : Indigofera, Pennisetum, LER, potential production

PENDAHULUAN

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pakan, khususnya bagi ternak ruminansia yang mengandalkan rumput sebagai makanan utamanya, adalah dengan mencampurkannya dengan leguminosa. Penambahan hijauan leguminosa bertujuan untuk memenuhi kebutuhan protein ternak yang makanan utamanya adalah rumput dengan kandungan gizi yang cukup rendah. Pakan hijauan yang merupakan kombinasi rumput dan legum dibutuhkan untuk saling melengkapi unsur nutrisi yang diperlukan oleh ternak (Kotten *et al.* 2013). Kombinasi jenis tanaman yang ditanam bersamaan dapat memperkaya keragaman mikroorganisme di dalam tanah. Keanekaragaman jenis tanaman memberikan pengaruh besar terhadap susunan komunitas mikroba yang bisa menambah sumber karbon yang ada di tanah serta meningkatkan jumlah biomassa tanaman. Kandungan C dalam tanah pada sistem tumpangsari 1,5 lebih besar dari pada sistem monokultur (Zake *et al.*, 2015).

Pertanaman campuran antara rumput dan legum lebih unggul jika dibandingkan dengan penanaman rumput tunggal, karena legum memiliki kandungan fosfor dan kalium yang lebih tinggi selain protein. Penanaman Indigofera dapat mempertahankan kandungan N tanah dan P tersedia, serta memperbaiki C organik tanah dan populasi bakteri P-soluble (Abdullah *et al.*, 2012). Tumpangsari tidak hanya dapat menghasilkan interaksi yang menguntungkan (saling memfasilitasi), tetapi juga dapat menimbulkan interaksi yang merugikan (saling berkompetisi) antara komponen tanaman tumpangsari. Interaksi yang menguntungkan muncul karena komponen tanaman dalam tumpangsari saling mendukung untuk mencapai hasil atau produktivitas yang optimal. Sebaliknya, interaksi yang merugikan dapat menurunkan hasil tanaman yang kurang bersaing dalam tumpangsari.

Terdapat berbagai cara yang telah ditemukan untuk menghitung nilai interaksi dalam pertanaman tumpangsari antara lain, *relative crowding coefficient* (RCC), *competitive ratio* (CR), *land equivalent ratio* (LER), *aggressivity* (A), dan *monetary advantage index* (MAI). Dari metode-metode ini, perhitungan nilai interaksi LER (nisbah kesetaraan lahan) lebih banyak digunakan untuk menghitung perbandingan antara pertanaman tumpangsari dengan tunggal tanaman (Esmaeili *et al.*, 2011). Nisbah kesetaraan lahan merupakan cara yang tepat untuk mengevaluasi keterkaitan persaingan antara tanaman tumpangsari dan total produktivitas dari sistem tumpangsari. Selain itu, metode ini juga mengukur efisiensi tumpangsari dibandingkan dengan luas lahan yang diperlukan dalam sistem monokultur atau penanaman tunggal untuk mencapai hasil yang setara dengan yang dihasilkan dari kombinasi tanaman campuran (Nyoki dan Ndakidemi, 2017). Nisbah kesetaraan lahan yang lebih dari 1,0 menunjukkan bahwa tumpangsari menguntungkan, sementara nisbah yang kurang dari 1,0 menunjukkan bahwa tumpangsari tidak memberikan keuntungan. Sebagai contoh, nisbah kesetaraan lahan 1,25 menunjukkan bahwa suatu lahan yang ditanam secara tunggal atau monokultur, akan membutuhkan 25% lebih banyak lahan untuk menghasilkan hasil yang sama dengan

ditanam secara tumpangsari (Nyoki and Ndakidemi, 2017), sedangkan bila nisbah kesetaraan lahan 0,75 menunjukkan bahwa hasil panen tanaman tumpangsari hanya 75% dari hasil monokultur.

Salah satu hal yang perlu diperhatikan agar pertumbuhan dan hasil yang maksimal dapat dicapai adalah pengaturan jarak tanam. Menurut Harjadi (1993) jarak tanam akan mempengaruhi efisiensi penggunaan 403isbah, kompetisi antar tanaman dalam penggunaan air dan unsur hara yang akan mempengaruhi hasil, apabila 403isbah403 kerapatannya melebihi batas optimumnya, maka produktivitas akan menurun. Kecenderungan untuk mengalami penurunan hasil ini disebabkan oleh jumlah populasi yang besar, serta adanya persaingan yang semakin ketat di antara tanaman untuk mendapatkan nutrisi, air, dan sinar matahari. Tujuan dari penelitian ini 403isbah untuk menilai 403isbah kesetaraan lahan berdasarkan kandungan 403isbah403t tumpangsari *Indigofera zollingeriana* dan *Pennisetum purpureum* cv Thailand dengan berbagai jarak tanam yang berbeda di areal tegakan kelapa.

MATERI DAN METODE

Benih

Penelitian ini menggunakan tanaman legum pohon *Indigofera zollingeriana* dari Laboratorium Agrostologi Fakultas Peternakan Unsrat dan rumput gajah Pakchong (*Pennisetum purpureum* cv Thailand) dari peternakan “Batukurung Farm” Desa Poopo, Kecamatan Ranoyapo, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara.

Rancangan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap, terdiri atas enam kombinasi jarak tanam, dengan masing-masing kombinasi diulang sebanyak 4 kali. Jarak tanam *Indigofera zollingeriana* yaitu: (I1) Jarak tanam 1,00m x 1,00m dan (I2) Jarak tanam 1,00m x 1,25m; dan jarak tanam *Pennisetum purpureum* cv Thailand yaitu: (1) Jarak tanam 1,00m x 0,75m (J2) Jarak tanam 1,00m x 1,00m.

Variabel

Variabel yang diukur adalah potensial produksi hijauan dan 403isbah kesetaraan lahan berdasarkan potensial produksi hijauan, dengan formulasi :

$$NKL = \frac{Y_{12}}{Y_{11}} + \frac{Y_{21}}{Y_{22}}$$

Dimana: Y_{11} adalah potensial produksi monokultur *Indigofera zollingeriana* dan Y_{22} adalah potensial produksi monokultur *Pennisetum purpureum* cv Thaliand, sedangkan Y_{12} adalah potensial produksi *Indigofera zollingeriana* pada tumpangsari dan Y_{21} adalah potensial produksi *Pennisetum purpureum* cv Thailand pada tumpangsari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Produksi Potensial

Produksi potensial lahan tumpangsari antara *Indigofera zollingeriana* dan *Pennisetum purpureum* cv Thailand dengan berbagai kombinasi jarak tanam yang terukur melalui produksi potensial indigofera, produksi potensial pennisetum dan total produksi potensial lahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Potensial Produksi Total Segar (ton/ha/thn)

Variabel	Perlakuan Jarak Tanama			
	JT1	JT2	JT3	JT4
Produksi Potensial Indigofera	43.71 ^a	35.39 ^c	45.14 ^a	40.39 ^b
Produksi Potensial Pakchong	38.85 ^b	64.48 ^a	62.43 ^a	55.68 ^b
Produksi Potensial Total	98.11 ^b	99.87 ^b	107.57 ^a	96.07 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) ; JT1: Indigofera 1,00m x 1,00m, Pakchong 1,00m x 0,75m; JT2: Indigofera 1,00m x 1,00m, Pakchong 1,00m x 1,00m JT3: Indigofera 1,00m x 1,25m, Pakchong 1,00m x 0,75m; JT4: Indigofera 1,00m x 1,25m, Pakchong 1,00m x 1,00m

Produksi potensial per tahun per hektar lahan tumpangsari legum indigofera dengan rumput Pakchong disajikan pada Tabel 1. Produksi potensial legum indigofera berkisar antara 35,39 ton/ha/tahun yang diperoleh pada kombinasi jarak tanam legum Indigofera 1,00m x 1,00m dan rumput Pakchong 1,00m x 1,00m, sampai dengan 45,14 ton/ha/tahun yang diperoleh pada kombinasi jarak tanam legum Indigofera 1,00m x 1,25m dan rumput Pakchong 1,00m x 0,75m. Produksi potensial rumput Pakchong berkisar antara 54,44 ton/ha/tahun yang diperoleh pada kombinasi jarak tanam legum Indigofera 1,00m x 1,00m dan rumput Pakchong 1,00m x 0,75m, sampai dengan 64,48 ton/ha/tahun yang diperoleh pada kombinasi jarak tanam legum Indigofera 1,00m x 1,00m dan rumput Pakchong 1,00m x 1,00m. Produksi potensial total hijauan berkisar antara 96,07 ton/ha/tahun yang diperoleh pada kombinasi jarak tanam legum Indigofera 1,00m x 1,25m dan rumput Pakchong 1,00m x 1,00m, sampai dengan 107,57 ton/ha/tahun yang diperoleh pada kombinasi jarak tanam legum Indigofera 1,00m x 1,25m dan rumput Pakchong 1,00m x 0,75m.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perbedaan jarak tanam memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap produksi potensial legum indigofera, produksi potensial rumput Pakchong dan produksi potensial total hijauan. Uji BNJ menunjukkan bahwa kombinasi jarak tanam indigofera 1,00m x 1,25m dan rumput Pakchong 1,00m x 0,75m menghasilkan produksi potensial total hijauan yang sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dari kombinasi lainnya. Telleng et al (2020) menyatakan bahwa jarak tanam mempengaruhi produksi potensial tumpangsari. Tanaman Indigofera zollingeriana memiliki keunggulan daya saing yang lebih tinggi, sehingga dapat menghasilkan kapasitas yang lebih luas dalam mendapatkan sumber daya seperti sinar matahari, air, dan nutrisi. Hal ini secara langsung berdampak pada performa komunitas dalam sistem tumpangsari tersebut. Ceunfin et al, (2017) menyatakan peningkatan hasil dari lahan terjadi karena pemilihan kombinasi tanaman dan metode penanaman yang sesuai serta adanya interaksi atau simbiosis saling menguntungkan antar tanaman yang ditanam bersama. Hubungan simbiosis ini berhubungan erat dengan pemenuhan kebutuhan nitrogen tanaman utama yang diperoleh dari tanaman pendukung yang memiliki kemampuan untuk memfiksasi nitrogen dari atmosfer, sementara itu tanaman pendukung tersebut memiliki toleransi terhadap bayangan sehingga dapat tumbuh di bawah tanaman utama. Pemilihan jenis tanaman dan metode penanaman yang sesuai serta adanya interaksi saling menguntungkan antara tanaman yang ditanam secara bersamaan. Ering et al., (2019) menyatakan bahwa jarak tanam memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap produksi.

Salah satu sifat tanaman C4 antara lain daun mempunyai laju fotosintesis lebih tinggi dibandingkan tanaman C3, fotorespirasi dan transpirasi rendah, efisien dalam penggunaan air (Vanaja *et al.* 2011). Rumput Pakchong memiliki jalur fotosintesis tipe C4 yang memerlukan intensitas cahaya matahari yang tinggi agar dapat mencapai tingkat fotosintesis optimal, sementara indigofera memiliki jalur fotosintesis tipe C3 yang tidak memerlukan cahaya matahari yang intens untuk mencapai tingkat fotosintesis yang maksimal.

2. Nisbah Kesetaraan Lahan

Nisbah kesetaraan lahan dalam sistem tumpangsari yang melibatkan *Indigofera zollingeriana* dan *Pennisetum purpureum* cv Thailand dengan berbagai kombinasi jarak tanam dapat dilihat pada Tabel 2. Nisbah kesetaraan lahan ini berguna untuk menilai sejauh mana dampak yang terjadi dalam pertanaman tumpangsari. Secara teori, apabila karakteristik agroekologis dari setiap tanaman dalam campuran adalah identik, maka total nisbah kesetaraan lahan seharusnya mencapai 1,0 dan nisbah kesetaraan lahan masing-masing tanaman seharusnya 0,5. Jika total nisbah kesetaraan lahan melebihi 1,0, hal ini menunjukkan adanya interaksi positif antara varietas atau elemen tanaman dalam campuran tersebut, serta mengindikasikan bahwa gangguan interspesifik negatif yang terjadi dalam campuran tidak sekuat yang ditemukan dalam monokultur.

Tabel 2. Nisbah kesetaraan Lahan (NKL)

Variabel	Perlakuan Jarak Tanaman			
	JT1	JT2	JT3	JT4
NKL Indigofera	0,840 ^{ab}	0,680 ^c	0,883 ^a	0,790 ^b
NKL Penisetum	0,433 ^d	0,881 ^a	0,497 ^c	0,761 ^b
NKL Total	1,273 ^c	1,562 ^a	1,380 ^b	1,551 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) ; JT1: Indigofera 1,00m x 1,00m, Pakchong 1,00m x 0,75m; JT2: Indigofera 1,00m x 1,00m, Pakchong 1,00m x 1,00m JT3: Indigofera 1,00m x 1,25m, Pakchong 1,00m x 0,75m; JT4: Indigofera 1,00m x 1,25m, Pakchong 1,00m x 1,00m

Nisbah kesetaraan lahan berdasarkan produksi potensial lahan tumpangsari ingofera dan rumput Pakchong berkisar antara 1,075 yang diperoleh pada kombinasi jarak tanam Indigofera 1,00m x 1,25m,

Pakchong 1,00m x 1,00m sampai dengan 1,766 yang diperoleh pada kombinasi jarak tanam *Indigofera* 1,00m x 1,25m, Pakchong 1,00m x 0,75m, hal ini menunjukkan bahwa suatu area yang ditanam tumpangsari antara *Indigofera zollingeriana* dan *Pennisetum purpureum* cv Thailand akan menghasilkan 7,5% sampai 76,6% lebih tinggi produksi potensial dengan area yang ditanam secara tunggal atau monokultur *Indigofera zollingeriana* atau *Pennisetum purpureum* cv Thailand. Tumpangsari antara legum dan non legum sangat sesuai karena tanaman legum mampu mengikat nitrogen bebas dari udara melalui Rhizobium pada bintil akarnya, dengan 30% dari fiksasi nitrogen disalurkan ke tanaman lain dalam sistem tumpangsari. *Indigofera* dan Pakchong memungkinkan untuk ditanam dalam pola tumpangsari karena Pakchong adalah tanaman C4, sedangkan *indigofera* termasuk dalam kategori tanaman C3, membuat keduanya sangat cocok. Salah satu sifat tanaman C4 antara lain daun mempunyai laju fotosintesis lebih tinggi dibandingkan tanaman C3, fotorespirasi dan transpirasi rendah, efisien dalam penggunaan air (Vanaja *et al.* 2011). Pakchong mempunyai jalur fotosintesis C4 yang membutuhkan radiasi matahari yang tinggi untuk mencapai laju fotosintesis maksimum, sedangkan *indigofera* mempunyai jalur fotosintesis C3 yang tidak membutuhkan radiasi matahari yang tinggi untuk mencapai laju fotosintesis maksimum. Nyoki and Ndakidemi (2017) menyatakan, jika dibandingkan dengan jarak tanam yang lebih sempit, maka jarak tanam yang lebih luas akan menghasilkan nilai nisbah kesetaraan lahan yang lebih besar. Jarak tanam mempengaruhi tahap pertumbuhan tanaman. Jarak yang makin dekat (kepadatan yang lebih tinggi) akan meningkatkan kebutuhan nutrisi dan terjadi kompetisi sinar matahari. Terjadinya kompetisi atau pembagian sumber daya dapat terjadi dalam sistem pertanaman campuran (Dariush *et al.*, 2006).

Nyoki dan Ndakidemi (2017) menyatakan, jika dibandingkan dengan jarak tanam yang lebih sempit, maka jarak tanam yang lebih luas akan menghasilkan nilai nisbah kesetaraan lahan yang lebih besar. Jarak tanam mempengaruhi tahap pertumbuhan tanaman. Jarak yang makin dekat (kepadatan yang lebih tinggi) akan meningkatkan kebutuhan nutrisi dan terjadi kompetisi sinar matahari. Kepadatan yang meningkat juga akan mempengaruhi suhu dan kelembaban lingkungan. Perubahan suhu lingkungan ini mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme tanaman. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, nutrisi, dan cahaya.

Dariush *et al.*, (2006), menyatakan bahwa rendahnya kompetisi negatif antara masing-masing tanaman dalam tumpangsari akan menghasilkan produk biologis lebih banyak dibandingkan dengan monokultur. Nyoki and Ndakidemi (2017), menyatakan bahwa jarak tanam mempengaruhi nilai nisbah kesetaraan lahan, jarak tanam yang lebih luas akan menghasilkan nilai nisbah kesetaraan lahan yang lebih besar. Esmaeli *et al.*, (2011), menyatakan nilai nisbah kesetaraan lahan lebih dari satu pada sistem tumpangsari menunjukkan bahwa adanya eksploitasi yang tinggi dari sumber daya lingkungan yang terbatas.

KESIMPULAN

Tumpangsari pada kombinasi jarak tanam *Indigofera zollingeriana* 1,0m x 1,25m dan *Pennisetum purpureum* cv Thailand 1,0m x 0,75m menghasilkan Produksi Potensial tertinggi, serta kombinasi jarak tanam *Indigofera zollingeriana* 1,0m x 1,0m dan *Pennisetum purpureum* cv Thailand 1,0m x 1,0m menghasilkan Nisbah Kesetaraan Lahan tertinggi

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi (DPPM Kemendikristek) atas dukungan pendanaan dana dalam SP DIPA-139.04.1.693320/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L., Tarigan, A., Suharlina, Budhi, D., Jovinty, I., & Apdini, T. A. (2012). *Indigofera zollingeriana*: A promising forage and shrubby legume crop for Indonesia. In Proceedings of the 2nd ISAI, Jakarta, 5–6 July 2012 (pp. 149–154).
- Ceunfin, S., Prajitno, D., Suryanto, P., & Putra, E. T. S. (2017). Penilaian kompetisi dan keuntungan hasil tumpangsari jagung kedelai di bawah tegakan kayu putih. *Savana Cendana*, 2(1), 1–3.
- Dariush, M., Ahad, M., & Meysam, O. (2006). Assessing the land equivalent ratio (LER) of two corn (*Zea mays* L.) varieties intercropping at various nitrogen levels in Karaj, Iran. *Journal of Central European Agriculture*, 7(2), 359–364.
- Ering, V., Telleng, M. M., Rumambi, A., & Sumolang, C. I. J. (2019). Pengaruh jarak tanam *Indigofera zollingeriana* terhadap kapasitas tampung potensial ternak sapi di areal pertanaman kelapa. *Jurnal Zootec*, 39(2), 380–386.

- Esmaeili, A., Sadeghpour, A., Hosseini, S. M. B., Jahanzad, E., Chaichi, M. R., & Hashemi, M. (2011). Evaluation of seed yield and competition indices for intercropped barley (*Hordeum vulgare*) and annual medic (*Medicago scutellata*). *International Journal of Plant Production*, 5(4), 395–404.
- Harjadi, S. S. (1993). *Pengantar agronomi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Koten, B. B., Soetrisno, R. D., Ngadiyono, N., & Soewignyo, B. (2013). Penampilan produksi hijauan hasil tumpangsari Arbila (*Phaseolus lunatus*) berinokulum rhizobium dan sorgum (*Sorghum bicolor*) pada jarak tanam Arbila dan jumlah baris sorgum. *Sains Peternakan*, 11(1), 26–33.
- Nyoki, D., & Ndakidemi, P. A. (2017). Assessing the land equivalent ratio (LER) of maize (*Zea mays* L.) intercropped with *Rhizobium* inoculated soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) at various P and K levels. *International Journal of Biosciences*, 10(3), 275–282. <http://www.innspub.net>
- Telleng, M. M., Anis, S. D., Kaligis, D. A., Kaunang, W., & Malalantang, S. (2020). Introduced tree legumes *Indigofera zollingeriana* to enhance potential carrying capacity of *Brachiaria humidicola* pasture in coconut plantations. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 465(1), 012026. IOP Publishing.
- Vanaja, M., Yadav, S. K., Archana, G., Lakshmi, N. J., Reddy, P. R. R., Vagheera, P., Razak, S. K. A., Maheswari, M., & Venkateswarlu, B. (2011). Response of C4 (maize) and C3 (sunflower) crop plants to drought stress and enhanced carbon dioxide concentration. *Plant, Soil and Environment*, 57(5), 207–215.
- Zake, J., Pietsch, S. A., Friedel, J. K., & Zechmeister-Boltenstern, S. (2015). Can agroforestry improve soil fertility and carbon storage in smallholder banana farming systems? *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 178(2), 237–249.

KARAKTERISTIK FISIK DAN VISUAL EDIBLE FILM BERBASIS PATI SAGU SEBAGAI BAHAN BUNGKUS RAMAH LINGKUNGAN UNTUK BUMBU MIE INSTAN

Physical and Visual Characteristics of Sago Starch-based Edible film as an Environmentally Friendly Packaging Material for Instant Noodles Seasoning

Iffadhiya Fathin Adiba^{1*}, Wimpy Prendika², Pegi Haryanto³ & Muhammad Rafly⁴

Program Studi Teknologi Pascapanen (Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia, Pelalawan, Riau, Indonesia)

*Email korespondensi: adiba@itp2i-yap.ac.id

ABSTRACT

The escalating issue of plastic waste from the instant food industry has led to an increased demand for environmentally friendly food packaging. Edible films, derived from natural, biodegradable, and safe-to-consume materials, present a potential solution. Sago starch (Metroxylon sagu Rottb.), a local starch source abundant in amylose and amylopectin, facilitates the formation of films with favorable physical characteristics. This study aims to characterize the physical and visual properties of sago starch-based edible films when applied as a wrapping material for instant noodle seasoning. Sago starch was dissolved in water, heated until gelatinization, and dried at 50°C to produce edible films. Treatments involved adding carboxymethyl cellulose (CMC) at concentrations of 0% and 15%. Film thickness, color (L^* , a^* , b^*), and surface morphology (evaluated using an optical microscope) were the parameters assessed. Results indicated that CMC addition increased film thickness from 0.12 mm to 0.25 mm. The L^* value slightly decreased, while a^* and b^* values increased, suggesting a shift toward a yellowish hue. Microscopic observation revealed that the 0% CMC film exhibited an uneven surface with visible granule boundaries, whereas the 15% CMC film displayed a smoother, denser, and more homogeneous structure. The addition of CMC enhanced intermolecular interactions through hydrogen bonding, improving matrix density and uniformity. Overall, sago starch edible film with CMC shows strong potential as a biodegradable and eco-friendly packaging material for instant seasoning products.

Keywords : *biodegradable packaging, carboxymethyl cellulose (CMC), film thickness and color, intermolecular interactions, and surface morphology*

PENDAHULUAN

Edible coating merupakan teknologi yang semakin banyak digunakan untuk mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan produk pangan, terutama buah dan sayur segar. Lapisan tipis yang dapat dimakan ini bekerja sebagai penghalang (barrier) terhadap uap air, oksigen, dan transfer massa lainnya sehingga mampu menekan laju respirasi dan kerusakan produk (Krochta & De Mulder-Johnston, 1997).

Pati merupakan salah satu bahan baku utama yang sering digunakan untuk pembuatan edible coating karena sifatnya yang murah, aman, dapat terbiodegradasi, dan mampu membentuk film melalui proses gelatinisasi (Bourtoom, 2008). Di antara berbagai jenis pati, pati sagu (*Metroxylon sagu*) menjadi salah satu kandidat unggul di Indonesia karena ketersediaannya melimpah, memiliki kandungan amilosa cukup tinggi, dan sifat fisik gelatinisasi yang sesuai untuk pembentukan film (Rahman et al., 2019). Namun demikian, film berbahan dasar pati murni memiliki beberapa kelemahan, seperti sifat mekanik rendah, rapuh, kurang elastis, dan permukaan tidak homogen (Falguera et al., 2011). Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan hidrokoloid seperti carboxymethyl cellulose (CMC) untuk meningkatkan kualitasnya. CMC adalah derivat selulosa larut air yang berfungsi sebagai pengental, penstabil, serta mampu meningkatkan sifat mekanik dan kemampuan barrier film (Rachtanapun et al., 2021).

Beberapa penelitian melaporkan CMC dapat meningkatkan kekuatan tarik, ketebalan, dan homogenitas film berbasis polisakarida (Lestari et al., 2020; Apriliyanti et al., 2022). Meskipun demikian, pengaruh penambahan CMC terhadap karakteristik film berbasis pati sagu masih terbatas diteliti. Oleh sebab itu, penting untuk mengkaji sejauh mana CMC dapat meningkatkan kualitas film pati sagu, terutama pada parameter ketebalan, warna, dan morfologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan CMC terhadap ketebalan edible coating berbasis pati sagu, karakteristik warna (L^* , a^* , b^*), dan morfologi permukaan film.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pascapanen Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia pada bulan September - November 2025.

Metode Penelitian

Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini meliputi pati sagu komersial, CMC *food grade*, gliserol sebagai platisizer, dan aquadest.

Pembuatan Edible Coating

Larutan film dibuat dengan memanaskan suspensi pati 4% (b/v) hingga gelatinisasi pada 70–80°C. Setelah homogen, CMC ditambahkan sesuai perlakuan (0% dan 15%). Gliserol ditambahkan sebanyak 30% dari total berat padatan.

Pencetakan Coating

Larutan dituangkan ke loyang kaca datar dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam. Film yang terbentuk dilepas dan disimpan dalam desikator.

Analisis Ketebalan

Ketebalan film diukur menggunakan mikrometer digital pada lima titik berbeda, kemudian dirata-ratakan.

Analisis Warna

Warna diukur menggunakan colorimeter berdasarkan parameter CIE Lab*.

Analisis Morfologi

Morfologi diamati menggunakan mikroskop pembesaran 100–400x.

Analisis data

Uji ketebalan dan L^* , a^* , b^* dihitung secara statistik menggunakan ANOVA SPSS. Morfologi dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan perubahan karakteristik fisik dan visual antar perlakuan. Hasil pengamatan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan gambar mikroskopis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Carboxymethyl Cellulose (CMC)

Pengembangan edible film berbasis pati merupakan salah satu strategi alternatif yang semakin banyak diteliti dalam upaya menciptakan bahan pengemas pangan yang lebih ramah lingkungan, biodegradable, serta dapat disesuaikan fungsinya dengan kebutuhan industri pangan modern. Pati sagu sebagai salah satu komoditas pangan lokal Indonesia memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan dasar edible film karena kandungan amilosa dan amilopektinnya yang cukup tinggi, sifat gelatinisasinya yang baik, dan kemampuan membentuk gel yang kuat setelah proses pemanasan. Kandungan amilosa yang relatif tinggi dalam pati berperan penting dalam pembentukan lapisan film yang kuat, sedangkan amilopektin berperan dalam membentuk struktur yang elastis dan tidak terlalu rapuh. Namun demikian, edible film yang dibuat dari pati murni tanpa bahan tambahan sering kali memiliki beberapa kelemahan, terutama dalam hal sifat mekanik, elastisitas, homogenitas struktur, serta sifat barrier-nya terhadap uap air dan oksigen. Film berbasis pati murni cenderung rapuh, mudah patah saat ditarik, dan memiliki permukaan yang tidak merata akibat distribusi granula pati yang tidak homogen. Oleh karena itu, modifikasi formulasi dengan penambahan bahan pembentuk gel atau hidrokoloid tambahan seperti Carboxymethyl Cellulose (CMC) menjadi penting untuk meningkatkan kualitas film yang dihasilkan.

CMC merupakan salah satu derivat selulosa yang memiliki sifat hidrofilik dan dapat larut dalam air. Bahan ini sering digunakan dalam industri pangan sebagai stabilizer, thickener, dan emulsifier karena kemampuannya membentuk matriks viskoelastis yang stabil. Pada formulasi edible film berbasis pati, CMC dapat meningkatkan integritas struktur film melalui pembentukan ikatan hidrogen antara gugus hidroksil (–OH) pada pati dan gugus karboksimetil pada CMC. Ikatan hidrogen ini berperan dalam memperkuat jaringan polimer, mengurangi porositas, dan meningkatkan homogenitas film. Selain itu, CMC juga memiliki

kemampuan untuk meningkatkan viskositas larutan pembentuk film sehingga total padatan meningkat dan menghasilkan film yang lebih tebal, padat, dan stabil. Oleh karena itu, analisis karakteristik fisik dan kimia film, seperti ketebalan, warna, morfologi, dan sifat mekanik, menjadi penting untuk memahami bagaimana penambahan CMC dapat memengaruhi kualitas edible film berbasis pati sagu.

Dalam penelitian ini, karakteristik fisik dan kimia edible film pati sagu dievaluasi berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu ketebalan film, sifat warna (L^* , a^* , b^*), morfologi permukaan, serta peran CMC secara keseluruhan dalam menentukan sifat akhir film yang dihasilkan. Adapun gambar produk edible film dapat dilihat pada Gambar 1, di mana terlihat perbedaan visual antara film dengan penambahan CMC 0% dan film dengan penambahan 15% CMC. Film tanpa CMC terlihat lebih tipis, cenderung lebih buram, dan permukaannya kurang homogen, sedangkan film dengan penambahan CMC lebih tebal, lebih rata, dan tampak lebih stabil secara struktural. Foto produk edible film pati sagu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Foto produk edible film dari pati sagu dengan (a) penambahan 0% CMC; (b) penambahan 15% CMC

a) Ketebalan Film

Ketebalan merupakan salah satu parameter penting dalam karakterisasi edible film karena secara langsung memengaruhi sifat mekanik, elastisitas, ketahanan terhadap tekanan, dan kemampuan sebagai barrier terhadap gas maupun uap air. Film yang terlalu tipis cenderung memiliki kekuatan tarik rendah dan lebih mudah robek, sedangkan film yang terlalu tebal dapat mengurangi transparansi dan menurunkan sifat sensorinya pada produk pangan. Pada penelitian ini, penambahan CMC terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap ketebalan film. Film tanpa penambahan CMC memiliki ketebalan rata-rata 0.12 mm, sedangkan film dengan penambahan 15% CMC menunjukkan peningkatan ketebalan hingga 0.25 mm. Peningkatan ketebalan ini konsisten dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penambahan hydrocolloid dapat meningkatkan ketebalan edible film karena bertambahnya komponen padatan dalam larutan pembentuk film (Rachtanapun et al., 2021).

Tabel 1. Ketebalan edible film pati sagu dengan dan tanpa CMC

Perlakuan	Ketebalan (mm)
0% CMC	0.12 ^b
15% CMC	0.25 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\leq 5\%$

Viskositas CMC yang tinggi memengaruhi densitas larutan sehingga meningkatkan jumlah material yang akan membentuk lapisan film setelah pengeringan. Selain itu, interaksi antara molekul pati dan CMC melalui ikatan hidrogen menyebabkan terbentuknya matriks polimer yang lebih padat. Ikatan hidrogen tersebut mendorong pengaturan ulang molekul selama proses pengeringan sehingga menghasilkan lapisan film yang lebih kompak. Lestari et al. (2020) melaporkan bahwa penambahan CMC pada film polisakarida dapat meningkatkan ketebalan dan kekuatan tarik film karena terbentuknya jaringan polimer yang lebih terintegrasi. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi CMC, semakin meningkat pula ketebalan dan stabilitas struktural film yang dihasilkan.

Selain faktor interaksi kimia dan peningkatan viskositas, ketebalan film juga dipengaruhi oleh kemampuan CMC membentuk lapisan yang lebih seragam selama proses pengeringan. Film dengan CMC cenderung memiliki permukaan lebih rata dan struktur lebih homogen, yang juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan ketebalan. Secara industrial, ketebalan yang lebih tinggi dapat memberikan keunggulan dalam hal ketahanan mekanik dan fungsi proteksi, terutama ketika film digunakan sebagai pelapis buah atau sayuran yang memerlukan lapisan penghalang yang stabil untuk memperlambat respirasi dan kehilangan air.

b) Warna *Edible Film* (L^* , a^* , b^*)

Warna merupakan parameter penting dalam aplikasi edible coating karena memengaruhi penerimaan konsumen terhadap tampilan produk yang dilapisi. Warna film diukur berdasarkan tiga parameter utama dalam ruang warna CIE Lab, yaitu nilai L^* yang menunjukkan tingkat kecerahan, nilai a^* yang menunjukkan kecenderungan warna merah-hijau, dan nilai b^* yang menunjukkan kecenderungan warna kuning-biru. Pada penelitian ini, penambahan CMC secara signifikan memengaruhi ketiga parameter warna edible film. Warna edible film pati sagu dengan dan tanpa penambahan CMC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Warna edible film pati sagu dengan dan tanpa CMC

Perlakuan	L^*	a^*	b^*
0% CMC	78.867 ^a	-0.967 ^a	0.533 ^b
15% CMC	76.067 ^b	-1.500 ^b	1.100 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\leq 5\%$

Nilai L^* mengalami penurunan dari 78.867 pada film tanpa CMC menjadi 76.067 pada film dengan CMC 15%, yang menunjukkan bahwa film menjadi lebih gelap atau kurang cerah. Penurunan nilai L^* ini dapat disebabkan oleh penambahan CMC yang memiliki warna dasar sedikit kekuningan, sehingga memengaruhi kecerahan film. Selain itu, proses gelatinisasi pati dapat menyebabkan reaksi degradasi sebagian komponen pati yang menghasilkan pigmen berwarna kuning keemasan (Falguera et al., 2011). Interaksi antar molekul polimer selama proses pemanasan juga dapat memengaruhi penyerapan cahaya dan intensitas warna film.

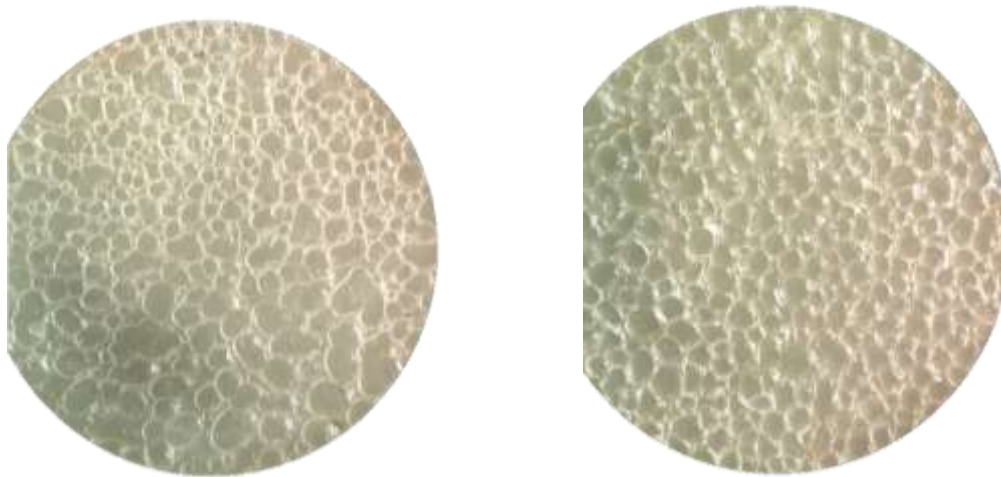
Nilai a^* lebih negatif pada film dengan penambahan CMC (-1.500) dibandingkan film tanpa CMC (-0.967), menunjukkan bahwa penambahan CMC meningkatkan kecenderungan warna kehijauan. Hal ini dapat terjadi karena perubahan sifat optik film akibat pembentukan matriks yang lebih rapat serta reaksi kimia minor selama proses pemanasan bahan polimer.

Nilai b^* meningkat secara signifikan dari 0.533 pada film tanpa CMC menjadi 1.100 pada film dengan CMC. Peningkatan nilai b^* menunjukkan bahwa film menjadi lebih kekuningan. Warna kekuningan ini sebagian berasal dari warna CMC itu sendiri dan sebagian lagi dari reaksi Maillard ringan atau degradasi pati selama proses pemanasan. Perubahan nilai b^* ini umum terjadi pada edible film berbasis polisakarida, dan nilai ini masih dalam rentang penerimaan untuk aplikasi pangan.

Secara keseluruhan, perubahan warna akibat penambahan CMC tidak berdampak negatif terhadap aplikasinya sebagai edible coating. Penambahan CMC bahkan dapat meningkatkan kesan alami pada permukaan produk yang dilapisi. Namun demikian, pada aplikasi tertentu seperti pelapisan buah berwarna cerah, perubahan kecerahan film perlu diperhatikan untuk menjaga kesesuaian estetika produk.

c) Morfologi

Morfologi permukaan film merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas mekanik dan sifat barrier film. Permukaan yang halus, homogen, dan tidak berpori menunjukkan bahwa film memiliki struktur yang kuat, stabil, dan mampu menghambat penetrasi gas atau uap air secara lebih baik. Pada penelitian ini, analisis morfologi dilakukan menggunakan mikroskop untuk mengamati struktur permukaan film. Hasil menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara film tanpa penambahan CMC dan film dengan penambahan CMC.



Gambar 2. Morfologi produk edible film dari pati sagu dengan (a) penambahan 0% CMC; (b) penambahan 15% CMC

Film pati sagu tanpa CMC menunjukkan permukaan yang tidak homogen, terdapat banyak rongga, batas granula pati yang masih terlihat, dan retakan kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa granula pati tidak sepenuhnya terdispersi secara merata dalam larutan dan sebagian granula pati mungkin tidak mengalami gelatinisasi dengan sempurna. Permukaan yang kasar, tidak rata, serta memiliki pori besar akan mengurangi kemampuan film dalam menahan uap air dan oksigen karena molekul uap air dapat dengan mudah melewati celah pada struktur film.

Sebaliknya, film dengan penambahan 15% CMC menunjukkan morfologi permukaan yang jauh lebih homogen, halus, dan padat. CMC mengisi ruang antar granula pati dan mendorong pembentukan jaringan polimer yang lebih kompak. Interaksi hidrogen antara gugus $-OH$ dan gugus karboksimetil menyebabkan struktur permukaan menjadi lebih stabil dan tidak mudah retak. Apriliyanti et al. (2022) juga melaporkan bahwa penggunaan CMC dapat meningkatkan homogenitas film polisakarida dan menghasilkan struktur permukaan yang lebih rata serta tidak mudah pecah.

Morfologi yang lebih homogen memberikan beberapa keuntungan, antara lain peningkatan kekuatan tarik, fleksibilitas, dan kemampuan barrier terhadap gas. Film dengan struktur padat dan minim rongga cenderung lebih elastis dan tidak mudah rusak akibat tekanan mekanis. Dalam aplikasi industri, film dengan permukaan yang halus juga dapat meningkatkan estetika visual produk dan memberikan perlindungan lebih baik terhadap oksidasi serta desikasi.

d) Peran CMC dalam Peningkatan Sifat Edible Coating

CMC memiliki peran fungsional penting dalam meningkatkan sifat fisik, mekanik, dan visual edible film. Beberapa fungsi utama CMC dalam formulasi edible coating antara lain: meningkatkan viskositas larutan pembentuk film, memperkuat struktur matriks melalui pembentukan ikatan hidrogen, meningkatkan kekuatan tarik dan fleksibilitas film, mengurangi porositas, serta meningkatkan homogenitas permukaan. Penambahan CMC juga dapat mengurangi retakan pada film dan meningkatkan stabilitas film selama penyimpanan.

Pada tingkat molekuler, gugus hidroksil pada CMC dapat berinteraksi dengan molekul pati melalui ikatan hidrogen sehingga menghasilkan jaringan polimer yang lebih stabil. Ikatan ini menyebabkan film yang dihasilkan lebih kuat dan memiliki daya tahan lebih baik terhadap tekanan mekanik. Sifat hidrofilik CMC juga memungkinkan interaksi antar molekul air dan pati menjadi lebih stabil, sehingga meningkatkan kemampuannya menahan kelembaban. Namun demikian, kadar CMC yang terlalu tinggi dapat menyebabkan film menjadi terlalu hidrofilik, sehingga menurunkan sifat barrier terhadap uap air. Oleh karena itu, penentuan konsentrasi CMC yang optimal menjadi penting untuk menghasilkan film dengan sifat yang seimbang.

e) Implikasi untuk Industri Pangan

Pengembangan edible coating dari pati sagu memberikan peluang besar untuk diaplikasikan secara luas dalam industri pangan. Film berbasis pati sagu tidak hanya menawarkan biodegradabilitas, tetapi juga memiliki potensi digunakan sebagai pengemas pelindung buah, sayuran, makanan siap konsumsi, serta produk segar lainnya. Penambahan CMC dalam formulasi memberikan keuntungan tambahan berupa peningkatan elastisitas, stabilitas, serta homogenitas permukaan yang penting dalam aplikasi industri. Edible

coating berbasis pati sagu dengan CMC berpotensi memperpanjang umur simpan produk dengan mengurangi laju respirasi, mencegah kehilangan air, serta menghambat proses oksidasi.

Selain itu, penggunaan pati sagu sebagai bahan dasar edible film merupakan salah satu bentuk dukungan terhadap pengembangan industri lokal Indonesia. Sagu merupakan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia, terutama di Papua dan Maluku, sehingga pemanfaatannya dalam industri pengemasan dapat membantu meningkatkan nilai tambah produk lokal dan mengurangi ketergantungan pada bahan impor seperti pati jagung atau tapioka. Pengembangan produk berbasis sagu juga mendukung keberlanjutan lingkungan karena sagu merupakan tanaman yang tumbuh cepat, memiliki produktivitas tinggi, dan dapat tumbuh tanpa memerlukan sumber daya besar seperti air dan pupuk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis komprehensif, dapat disimpulkan bahwa penambahan CMC memberikan dampak positif yang signifikan terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film berbasis pati sagu. CMC meningkatkan ketebalan film, memperbaiki homogenitas permukaan, mengurangi porositas, serta menghasilkan film dengan karakteristik visual yang lebih baik. Perubahan nilai L^* , a^* , dan b^* masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk aplikasi pangan, sehingga penambahan CMC tidak mengganggu fungsi estetika film. Selain itu, struktur permukaan yang lebih padat dan stabil membantu meningkatkan sifat mekanik dan kemampuan barrier film. Dengan demikian, formulasi edible coating berbasis pati sagu dan CMC merupakan solusi pengemasan berkelanjutan yang potensial untuk diaplikasikan di berbagai sektor industri pangan modern..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia atas dukungan fasilitas laboratorium yang diberikan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyanti, N., Yuliani, S., & Widyaningsih, T. (2022). Characterization of edible film based on starch–CMC blends. *Food Hydrocolloids*, 128, 107521.
- Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15(3), 237–248.
- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 292–303.
- Gabriela, L., & Santoso, A. (2018). Characterization of starch-based biodegradable films for food packaging applications. *Journal of Food Packaging*, 12(2), 55–63.
- Krochta, J. M., & De Mulder-Johnston, C. (1997). Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology*, 51(2), 61–74.
- Lestari, D., Putri, A., & Suhendra, D. (2020). Effect of CMC addition on physical properties of starch films. *Journal of Food Science and Technology*, 9(3), 112–119.
- Rohmawati, F., & Alfiansyah, M. (2019). Improvement of edible film characteristics using CMC and glycerol. *Indonesian Journal of Food Research*, 6(1), 45–52.
- Sari, N., & Mulyani, T. (2021). Development of biodegradable films from natural polysaccharides. *Food Material Journal*, 4(2), 88–97.
- Rachtanapun, P., Klunklin, W., Phimolsiripol, Y., & Leksawasdi, N. (2021). Effect of cellulose derivatives on mechanical properties and water vapor permeability of biopolymer films. *Carbohydrate Polymers*, 254, 117428.
- Rahman, N. A., Ahmad, F., & Sulaiman, S. (2019). Properties of sago starch and its potential uses. *Starch/Stärke*, 71(7–8), 1800414.

SINERGI USAHA TERNAK SAPI POTONG DAN SEKTOR NON-PETERNAKAN DALAM MENOPANG PENDAPATAN RUMAH TANGGA PETERNAK (STUDI KASUS DI DESA BULOTALANGI, KECAMATAN BULANGO TIMUR KABUPATEN BONE BOLANGO)

*(Synergy of Beef Cattle Farming and Non-Livestock Sectors in Supporting Farmer Household Income)
(Case Study in Bulotalangi Village, Bulango Timur District, Bone Bolango Regency)*

Moh Muchlis Djibrani*, Merita Ayu Indrianti, Aditya Djaini, Yuriyah Atikah Gobel, Yusran Umar

Program Studi Agribisnis, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo
Jl. Prof. Dr. H. Mansoer Pateda Desa, Pentadio Timur, Kec. Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo,

*Email korespondensi: mmjibrani17@umgo.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the role of beef cattle farming and non-livestock sectors in supporting the income of farming households in Bulotalangi Village, Bulango Timur District, Bone Bolango Regency. The research employed a survey method with census sampling involving 67 cattle farmers. The results indicated that the average total household income reached IDR 46,105,970 per year. Cattle farming contributes significantly to household income, accounting for 37% (IDR 17,089,552). However, non-livestock activities, such as laborers, drivers, and traders, account for a larger portion (53% or IDR 24,716,418), supplemented by other livestock businesses (9%). The synergy between cattle farming and non-livestock sectors demonstrates a critical strategy in diversifying income sources, thereby improving household financial stability. The study concludes that this integration is essential for the economic sustainability of farming households, where cattle farming serves as family savings supplementing daily income from non-agrarian work.

Keywords : Beef Cattle, Business Diversification, Cost Efficiency, Financial Analysis, Income.

PENDAHULUAN

Subsektor peternakan memegang peranan vital dalam pembangunan pertanian di Indonesia, khususnya dalam penyediaan protein hewani dan pemberdayaan ekonomi masyarakat pedesaan. Kesenjangan permintaan dan penawaran daging sapi nasional kini menjadi isu sentral bagi dinamika ekonomi Indonesia. Berbagai studi menunjukkan bahwa permintaan daging sapi cenderung meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, peningkatan pendapatan, serta perubahan preferensi konsumsi masyarakat (Hidayat *et al.*, 2024; Priyono *et al.*, 2024). Namun, lonjakan permintaan ini belum sepenuhnya dapat diimbangi oleh produksi domestik akibat keterbatasan kapasitas produksi, inefisiensi biaya, serta dinamika rantai pasok yang belum terintegrasi secara optimal (Kusumaningrum *et al.*, 2024; Suryani *et al.*, 2016). Kerentanan struktur pasokan pangan protein hewani ini semakin nyata ketika terjadi guncangan eksternal, seperti pandemi atau fluktuasi pasar global, yang mempertegas perlunya penguatan kapasitas adaptif dan kebijakan stabilisasi harga dalam sistem peternakan nasional (Ijaz *et al.*, 2021). Kondisi ini menempatkan usaha ternak sapi potong sebagai komoditas strategis yang memiliki prospek pasar luas, sekaligus menuntut adanya transformasi dalam pola produksi di tingkat peternak lokal untuk menutup celah pasokan tersebut.

Provinsi Gorontalo khususnya Kabupaten Bone Bolango, memiliki posisi geostrategis yang kuat untuk berkembang sebagai lumbung ternak nasional. Wilayah ini berbatasan langsung dengan area konservasi utama Taman Nasional Bogani Nani Wartabone, yang menciptakan peluang pemanfaatan bio-sumber daya berbasis agro-peternakan yang terintegrasi di sekitar kawasan penyangga (Repi *et al.*, 2023). Potensi biofisik ini perlu didukung oleh kerangka rantai pasok yang dinamis, di mana adopsi model manajemen aliran produk yang efisien menjadi landasan penting untuk mengubah potensi wilayah menjadi pusat produksi daging yang terkelola dengan baik (Indriani *et al.*, 2024). Selain itu, pendekatan pemetaan wilayah berbasis populasi ternak unggulan juga menjadi instrumen krusial agar investasi dan kebijakan infrastruktur dapat diarahkan secara tepat sasaran (Sumaryanti *et al.*, 2024). Meskipun demikian, pengembangan lumbung ternak di wilayah ini dihadapkan pada tantangan lingkungan, seperti risiko erosi tanah dan sedimentasi di aliran Sungai Bone, yang menuntut penerapan praktik peternakan yang berkelanjutan dan memperhatikan daya dukung lingkungan (Gafur *et al.*, 2022; Jahja *et al.*, 2024). Oleh karena itu, realisasi Gorontalo sebagai lumbung ternak tidak hanya bergantung pada ketersediaan lahan, tetapi juga pada bagaimana sistem peternakan rakyat dikelola secara sinergis dan ramah lingkungan.

Di tingkat mikro, karakteristik peternakan rakyat di Indonesia masih didominasi oleh pola pemeliharaan tradisional dengan skala kepemilikan ternak yang kecil dan manajemen yang sederhana (Happyana, 2017; Hasan et al., 2023). Keterbatasan modal dan rendahnya adopsi teknologi menyebabkan produktivitas ternak belum optimal, sehingga pendapatan yang diperoleh dari usaha sapi potong seringkali fluktuatif dan tidak mencukupi untuk memenuhi seluruh kebutuhan rumah tangga jika hanya dijadikan satu-satunya tumpuan ekonomi (Martauli et al., 2022; Mayulu et al., 2020). Studi empiris di berbagai wilayah menunjukkan bahwa variasi tingkat kelayakan finansial usaha penggemukan sapi potong sangat kontekstual; di beberapa lokasi, margin keuntungannya relatif tipis tanpa adanya skema pendukung yang memadai (Sahala et al., 2023). Kondisi ini menegaskan bahwa ketergantungan tunggal pada komoditas sapi potong menempatkan rumah tangga peternak pada posisi rentan secara ekonomi. Oleh karena itu, peternak rakyat secara alamiah didorong untuk mencari strategi alternatif guna menjaga stabilitas pendapatan keluarga. Sebagai respons adaptif terhadap ketidakpastian pendapatan, rumah tangga peternak di pedesaan secara rasional menerapkan strategi diversifikasi mata pencaharian (*livelihood diversification*) guna memitigasi risiko ekonomi. Dalam kerangka teori manajemen risiko, diversifikasi bukan sekadar mencari keuntungan tambahan, melainkan mekanisme pertahanan untuk menstabilkan konsumsi rumah tangga di tengah volatilitas harga komoditas dan ketidakpastian iklim (Davis et al., 2017; Gebru et al., 2018). Pola ini tercermin dari perilaku peternak yang tidak hanya bergantung pada sektor on-farm (usaha tani inti), tetapi juga secara aktif mengalokasikan tenaga kerja keluarga ke sektor off-farm dan non-farm sebagai jaring pengaman pendapatan (Ba et al., 2021; Dereje et al., 2024).

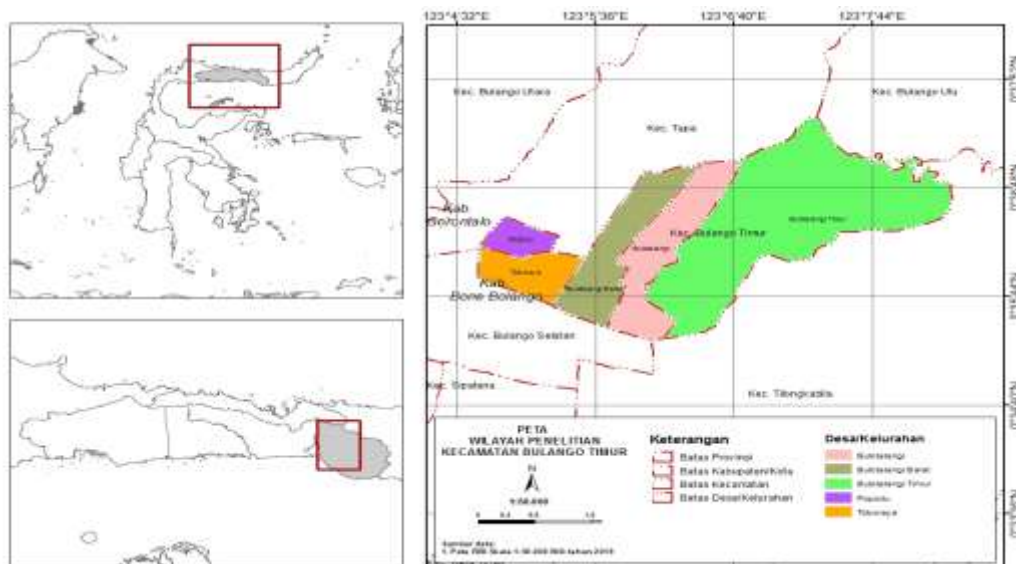
Determinan diversifikasi ini sangat dipengaruhi oleh akses terhadap pasar, ketersediaan infrastruktur, serta aset modal manusia yang dimiliki oleh rumah tangga (Ayana et al., 2021). Dengan demikian, struktur pendapatan rumah tangga peternak bertransformasi menjadi portofolio yang kompleks, di mana kombinasi antara usaha ternak dan aktivitas non-peternakan bekerja saling melengkapi untuk menciptakan resiliensi ekonomi yang lebih kuat dibandingkan model mata pencaharian tunggal. Dalam lanskap ekonomi pedesaan Indonesia, pola diversifikasi ini termanifestasi secara unik melalui pembagian peran fungsional antara aset ternak dan pendapatan non-peternakan. Sapi potong secara tradisional difungsikan oleh rumah tangga peternak sebagai "tabungan hidup" (*living saving*) atau aset investasi yang memiliki likuiditas rendah namun bernilai tinggi saat dicairkan (*cashing out*) untuk kebutuhan mendesak atau jangka panjang (Bojnec & Knific, 2021; Gajabo, 2024). Sebaliknya, aktivitas ekonomi di sektor non-peternakan (*off-farm*) berperan krusial sebagai penyedia arus kas harian (*daily cashflow*) yang menopang likuiditas jangka pendek untuk konsumsi rutin keluarga (Davis et al., 2017; Odoh et al., 2019). Sinergi antara fungsi akumulasi aset (melalui ternak sapi) dan stabilisasi arus kas (melalui pekerjaan non-peternakan) inilah yang membentuk kerangka pertahanan ekonomi rumah tangga peternak rakyat (Hasan et al., 2023). Namun, sejauh mana proporsi dan efektivitas sinergi kedua sumber pendapatan ini dalam menopang total pendapatan rumah tangga di wilayah spesifik seperti Bone Bolango masih perlu dikaji lebih mendalam.

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besaran pendapatan riil serta mendeskripsikan struktur kontribusi dari sinergi antara usaha ternak sapi potong dengan sektor non-peternakan pada rumah tangga peternak di Desa Bulotalangi. Penelitian ini secara spesifik diarahkan untuk menguraikan bagaimana mekanisme *living saving* dari ternak sapi dan *daily cashflow* dari pekerjaan non-peternakan bekerja secara simultan dalam menopang ekonomi rumah tangga. Temuan dari studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai strategi bertahan hidup (*survival strategy*) peternak, yang pada gilirannya dapat menjadi landasan empiris bagi perumusan kebijakan pemberdayaan ekonomi pedesaan yang lebih holistik dan berbasis pada karakteristik lokal.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Bulotalangi, Kecamatan Bulango Timur, Kabupaten Bone Bolango. Penentuan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan bahwa desa tersebut merupakan sentra pengembangan ternak sapi potong dengan populasi ternak yang signifikan dan mayoritas penduduknya memiliki usaha ternak sapi. Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, terhitung mulai bulan Januari sampai dengan Maret 2025. Gambar 1 menyajikan peta administrasi Desa Bulotalangi, Kecamatan Bulango Timur, Kabupaten Bone Bolango, yang menjadi lokus penelitian. Desa ini terdiri dari empat dusun yang menjadi basis pemukiman utama para peternak responden. Karakteristik topografi wilayah didominasi oleh dataran rendah dan sebagian area pegunungan, yang menyediakan daya dukung lingkungan memadai untuk penyediaan hijauan pakan ternak alami. Batas-batas wilayah meliputi Desa Meranti di sebelah Utara, Desa Huntu Utara di sebelah Selatan, serta Desa Bulotalangi Timur dan Bulotalangi Barat di sisi lainnya. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada potensi wilayah sebagai salah satu sentra populasi sapi potong di Kecamatan Bulango Timur, di mana mayoritas penduduknya menjadikan usaha ternak sapi sebagai mata pencaharian pendukung sektor pertanian.



Gambar 1. Peta Desa Bulotalangi Kecamatan Bulango Timur

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan metode survei. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapang dan wawancara langsung dengan responden menggunakan instrumen kuesioner terstruktur untuk mendapatkan informasi mengenai identitas peternak, biaya produksi, penerimaan, dan pendapatan rumah tangga. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait serta literatur yang relevan dengan topik penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peternak sapi potong yang berdomisili di Desa Bulotalangi, dengan jumlah total sebanyak 67 orang. Mengingat jumlah populasi yang relatif kecil (kurang dari 100 orang), maka teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah metode sampling jenuh (sensus), di mana seluruh anggota populasi sebanyak 67 peternak dijadikan responden penelitian.

Analisis data

Analisis data yang digunakan meliputi analisis pendapatan usaha tani dan analisis deskriptif struktur pendapatan rumah tangga. Pendapatan bersih usaha ternak dihitung dengan mengurangkan Total Penerimaan (*Total Revenue/TR*) dengan Total Biaya (*Total Cost/TC*). Secara matematis dirumuskan :

$$\pi = \text{TR} - \text{TC}$$

Dimana TR adalah hasil perkalian antara jumlah produksi (Q) dengan harga jual (P), sedangkan TC adalah penjumlahan dari Biaya Tetap (TFC) dan Biaya Variabel (TVC). Selanjutnya, untuk mengetahui sinergi ekonomi rumah tangga, dilakukan analisis kontribusi proporsional untuk membandingkan persentase pendapatan dari tiga sumber utama: (1) Usaha ternak sapi, (2) Usaha ternak lain, dan (3) Sektor non-peternakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sosio-Ekonomi Responden sebagai Determinan Usaha Analisis terhadap profil responden di Desa Bulotalangi memberikan gambaran mengenai kapasitas sumber daya manusia dalam mengelola usaha peternakan. Berdasarkan sensus terhadap 67 peternak, ditemukan bahwa mayoritas responden (80,6%) berada pada rentang usia produktif (16-60 tahun) . Dominasi kelompok usia produktif ini menjadi modal dasar yang krusial, mengingat sistem pemeliharaan sapi potong di lokasi penelitian masih bersifat semi-intensif dan tradisional yang sangat mengandalkan kekuatan fisik untuk mencari pakan hijauan dan pembersihan kandang.

Namun, potensi fisik ini dihadapkan pada tantangan kapasitas manajerial akibat tingkat pendidikan formal yang relatif rendah. Sebanyak 61,1% responden hanya menamatkan pendidikan hingga Sekolah Dasar (SD). Rendahnya tingkat pendidikan ini berimplikasi pada pola pikir usaha yang cenderung "apa adanya" (subsisten) dan lambat dalam mengadopsi teknologi peternakan modern, seperti teknologi pakan fermentasi atau inseminasi buatan. Temuan ini sejalan dengan pendapat Arifin *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa peternakan rakyat di Indonesia seringkali terkendala oleh minimnya inovasi akibat rendahnya literasi peternak. Meskipun demikian, kekurangan ini dikompensasi oleh pengalaman beternak yang cukup panjang, di mana

66% responden memiliki pengalaman antara 5 hingga 15 tahun . Pengalaman empiris ini membentuk pengetahuan lokal (*indigenous knowledge*) yang membuat mereka mampu bertahan menghadapi fluktuasi iklim dan penyakit ternak dengan cara-cara tradisional.

Efisiensi Biaya Berbasis Sumber Daya Lokal Sebelum masuk pada struktur pendapatan, penting untuk memahami struktur biaya yang membentuk pendapatan tersebut. Di Desa Bulotalangi, peternak menerapkan strategi "biaya rendah" (*low-cost strategy*) dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia secara gratis. Komponen biaya terbesar dalam usaha peternakan modern biasanya adalah pakan (mencapai 60-70%), namun di lokasi penelitian, biaya ini berhasil ditekan seminimal mungkin.

Strategi pemanfaatan limbah ini mengonfirmasi efektivitas sistem integrasi tanaman-ternak (crop-livestock integration) dalam menekan biaya produksi secara signifikan. Studi empiris terbaru menunjukkan bahwa substitusi pakan komersial dengan residu tanaman mampu menurunkan ketergantungan pada input eksternal, sehingga stabilitas aliran kas keluarga lebih terjaga (Adama *et al.*, 2024). Meskipun produktivitas per ekor dalam sistem rakyat ini tidak setinggi peternakan industri, efisiensi biaya input (*low-input*) menjamin margin keuntungan yang tetap positif dan layak secara finansial (Kamarudin *et al.*, 2025; Triono *et al.*, 2024). Dengan demikian, pola integrasi ini menjadi kunci keberlanjutan fungsi ternak sebagai "tabungan jangka panjang" (*long-term saving*) yang tangguh terhadap fluktuasi pasar maupun risiko iklim, tanpa membebani arus kas harian rumah tangga (Otálora *et al.*, 2022).

Temuan utama penelitian ini adalah teridentifikasinya pola diversifikasi pendapatan yang membentuk jaring pengaman ekonomi rumah tangga. Pendapatan total rumah tangga peternak di Desa Bulotalangi terbentuk dari tiga pilar utama: usaha ternak sapi, usaha ternak non-sapi, dan sektor non-peternakan. Rincian kontribusi masing-masing sektor disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pendapatan total rumah tangga peternak di Desa Bulotalangi

Sumber Pendapatan	Rincian Aktivitas/Komoditas	Rata-rata Pendapatan (Rp/Tahun)	Kontribusi (%)	Fungsi Ekonomi Rumah Tangga
A. Sektor Peternakan		Rp 21.389.552	46%	
1. Usaha Ternak Sapi	Penjualan Sapi Potong	Rp 17.089.552	37%	<i>Living Saving</i>
2. Ternak Lain	Ternak Kambing & Ayam Buras	Rp 4.300.000	9%	<i>Buffer Stock</i>
B. Sektor Non-Peternakan		Rp 24.716.418	53%	
1. Luar Sektor (<i>Off-Farm/Non-Farm</i>)	Buruh (51,1%), Pengemudi Bentor (22,2%), Wiraswasta (13,3%), Tukang (11,1%), Pedagang (2,3%)	Rp 24.716.418	53%	<i>Daily Cashflow</i>
Total Pendapatan		Rp 46.105.970	100%	Stabilitas Ekonomi (<i>Resilience</i>)

Sumber : Data diolah, 2025

Berdasarkan Tabel 1, total pendapatan rumah tangga peternak mencapai Rp 46.105.970 per tahun. Angka ini menunjukkan bahwa rata-rata rumah tangga peternak di Desa Bulotalangi memiliki taraf ekonomi yang relatif baik, berada di atas garis kemiskinan pedesaan. Namun, yang menarik untuk dibahas lebih dalam adalah komposisi penyusun pendapatan tersebut.

Sektor non-peternakan memberikan kontribusi dominan sebesar 53% atau setara Rp 24.716.418. Tingginya angka ini disebabkan oleh keterlibatan aktif kepala keluarga dalam profesi non-agraris seperti pengemudi bentor, buruh bangunan, dan pedagang. Dominasi sektor non-peternakan ini sejalan dengan fenomena *de-agrarianization* di banyak wilayah pedesaan Indonesia, di mana sektor pertanian tidak lagi menjadi satu-satunya tumpuan hidup. Dominasi sektor non-peternakan ini sejalan dengan fenomena *de-agrarianization* di banyak wilayah pedesaan Indonesia, di mana sektor pertanian tidak lagi menjadi satu-satunya tumpuan hidup. Diversifikasi ke sektor non-pertanian terbukti menjadi strategi adaptasi paling efektif untuk meminimalkan risiko kegagalan panen atau volatilitas harga komoditas. Studi terbaru mengonfirmasi bahwa ketahanan pendapatan meningkat ketika rumah tangga memiliki sumber penghasilan non-tani, terutama sebagai penyangga (*buffer*) saat terjadi guncangan pasar atau cuaca Ba *et al.* (2021). Lebih lanjut, Kusumo *et al.* menekankan bahwa kombinasi pendapatan pertanian dan non-pertanian menciptakan stabilitas arus kas yang lebih baik, sehingga memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga secara berkelanjutan.

Sementara itu, usaha ternak sapi memberikan kontribusi sebesar 37% atau Rp 17.089.552. Meskipun persentasenya berada di urutan kedua, nilai ini sangat signifikan dan relevan dengan karakteristik ekonomi regional. Penelitian di Kawasan Timur Indonesia menunjukkan bahwa kontribusi subsektor peternakan terhadap pendapatan rumah tangga umumnya berada pada kisaran 30–50%, tergantung skala kepemilikan ternak (Wutwensa *et al.*, 2022). Hal ini sejalan dengan studi di Maluku yang menyoroti peran sapi tradisional dalam meningkatkan ketahanan pendapatan keluarga, di mana pendapatan ternak terbukti mendukung pengeluaran pangan serta membuka peluang ekonomi non-tani (Tatipikalawan *et al.*, 2022). Posisi kontribusi

37% di Desa Bulotalangi ini mengonfirmasi bahwa usaha ternak sapi bukan sekadar sambilan, melainkan pilar ekonomi kedua yang vital untuk menjaga stabilitas pendapatan rumah tangga.

Mekanisme Sinergi: "*Living Saving*" dan "*Daily Cashflow*" Analisis lebih dalam terhadap data di atas menyingkap sebuah mekanisme sinergi yang unik antara sektor peternakan dan non-peternakan. Perbedaan karakteristik penerimaan uang (*cash inflow*) antara kedua sektor ini justru menciptakan keseimbangan likuiditas rumah tangga.

Peran Sektor Non-Peternakan sebagai "*Daily Cashflow*": Pekerjaan sebagai pengemudi bentor atau pedagang menghasilkan pendapatan harian atau mingguan. Pendapatan sebesar Rp 24,7 juta per tahun dari sektor ini (rata-rata Rp 2 juta per bulan) berfungsi untuk menutup kebutuhan operasional rumah tangga sehari-hari, seperti makan, listrik, dan biaya sekolah anak. Tanpa pendapatan ini, peternak akan terpaksa menjual sapi sebelum mencapai bobot optimal hanya untuk memenuhi kebutuhan makan, yang tentu akan merugikan secara ekonomi.

Peran Ternak Sapi sebagai "*Living Saving*" (Tabungan Hidup): Pendapatan dari ternak sapi sebesar Rp 17 juta tidak diterima secara eceran, melainkan secara lump sum (sekaligus) saat sapi dijual. Dalam perspektif ekonomi rumah tangga, sapi berfungsi sebagai akumulasi aset. Peternak "menabung" tenaga dan waktu setiap hari dengan mencari rumput, dan "mencairkan" tabungan tersebut saat sapi dijual. Dana besar ini biasanya dialokasikan untuk kebutuhan tersier atau investasi besar, seperti renovasi rumah, biaya pernikahan anak, atau membeli kendaraan. Sejalan dengan temuan Triono et al. (2024) yang menegaskan posisi sapi potong sebagai aset investasi likuid untuk keperluan mendesak (*buffer stock*) sekaligus penstabil arus kas rumah tangga. Sinergi ini semakin diperkuat oleh kehadiran ternak lain (ayam/kambing) yang menyumbang 9%, yang berfungsi sebagai diversifikasi pendapatan untuk memperkuat ketahanan terhadap guncangan eksternal (Idrissou et al., 2020). Dalam mekanisme ekonomi rumah tangga, jika ada kebutuhan yang terlalu besar untuk ditutupi gaji buruh namun terlalu kecil untuk menjual sapi, maka ternak kecil ini menjadi solusi "tabungan jangka menengah" yang efektif.

Dengan demikian, struktur pendapatan rumah tangga di Desa Bulotalangi menunjukkan sebuah portofolio ekonomi yang tangguh. Ketergantungan pada sektor non-peternakan (53%) tidak melemahkan peran sektor peternakan, melainkan justru melindunginya. Pendapatan harian dari luar sektor memungkinkan peternak untuk memelihara sapi lebih lama hingga mencapai harga jual terbaik, tanpa terdesak kebutuhan dapur. Sebaliknya, kepemilikan sapi memberikan rasa aman (*security*) bagi peternak bahwa mereka memiliki dana cadangan besar di belakang mereka.

Temuan ini membantah asumsi bahwa tingginya pendapatan non-pertanian berarti sektor pertanian ditinggalkan. Justru di Desa Bulotalangi, pendapatan non-pertanian menjadi "subsidi silang" yang memungkinkan usaha peternakan rakyat tetap eksis dan berkelanjutan di tengah himpitan ekonomi. Integrasi antara pola cashflow harian dari pekerjaan luar dan pola saving dari ternak sapi inilah yang disebut sebagai sinergi ekonomi yang menopang kesejahteraan rumah tangga peternak secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Rata-rata pendapatan rumah tangga peternak sapi di Desa Bulotalangi mencapai Rp 46.105.970 per tahun, yang terbentuk dari akumulasi tiga sumber pendapatan utama. Struktur kontribusi menunjukkan adanya sinergi peran fungsional antar-sektor, di mana sektor non-peternakan memberikan kontribusi dominan sebesar 53% (Rp 24.716.418) yang berperan vital sebagai penopang arus kas harian (*daily cashflow*) untuk kebutuhan operasional keluarga, sedangkan usaha ternak sapi memberikan kontribusi signifikan sebesar 37% (Rp 17.089.552) yang berfungsi strategis sebagai tabungan aset keluarga (*living saving*), dilengkapi oleh usaha ternak lainnya sebesar 9% (Rp 4.300.000). Disimpulkan bahwa integrasi antara pendapatan harian dari pekerjaan non-agraris dan akumulasi aset dari ternak sapi merupakan strategi adaptasi ekonomi yang efektif dalam menciptakan stabilitas finansial dan ketahanan ekonomi rumah tangga peternak di pedesaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adama, B., Salifou, O.-K., Koulibaly, B., Dramane, T., & Mamadou, T. (2024). Analysis of the Management of Cereal Crop Residues on Farms to Optimise Cattle Feed in the Western Cotton Growing Zone of Burkina Faso. *Journal of Agricultural Studies*, 12(2), 101. <https://doi.org/10.5296/jas.v12i2.21834>
- Arifin, A., Biba, M. A., & Syafiuddin, S. (2021). The Contribution of Rainfed Rice Farming to Income and Food Security of Farmers' Household. *Journal of Socioeconomics and Development*, 4(2), 180. <https://doi.org/10.31328/jsed.v4i2.2252>
- Ayana, G. F., Megento, T. L., & Kussa, F. G. (2021). The Extent of Livelihood Diversification on the Determinants of Livelihood Diversification in Assosa Wereda, Western Ethiopia. *Geojournal*, 87(4), 2525–2549. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10379-5>

- Ba, M., Anwar, A., & Mughal, M. (2021a). Non-farm Employment and Poverty Reduction in Mauritania. *Journal of International Development*, 33(3), 490–514. <https://doi.org/10.1002/jid.3533>
- Ba, M., Anwar, A., & Mughal, M. (2021b). Non-farm Employment and Poverty Reduction in Mauritania. *Journal of International Development*, 33(3), 490–514. <https://doi.org/10.1002/jid.3533>
- Bojnec, Š., & Knific, K. (2021). Farm Household Income Diversification as a Survival Strategy. *Sustainability*, 13(11), 6341. <https://doi.org/10.3390/su13116341>
- Davis, B. G., Giuseppe, S. D., & Zezza, A. (2017). Are African Households (Not) Leaving Agriculture? Patterns of Households' Income Sources in Rural Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 67, 153–174. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.09.018>
- Dereje, D., Tilahun, T., & Yirgu, T. (2024). Livelihood Diversification Strategies and Food Security in the Weaving-Based Livelihood System of Gamo Zone, Southern Ethiopia. *F1000research*, 13, 1459. <https://doi.org/10.12688/f1000research.156450.1>
- Gafur, N. A., Sakakibara, M., Komatsu, S., Sano, S., & Sera, K. (2022). Environmental Survey of the Distribution and Metal Contents of Pteris Vittata in Arsenic–Lead–Mercury-Contaminated Gold Mining Areas Along the Bone River in Gorontalo Province, Indonesia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 530. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010530>
- Gajabo, T. Y. (2024). Impact of Livelihood Diversification on Food Security of Rural Households in Boloso Sore District of Wolaita Zone, South Ethiopia. *J. Econ. Bus. Com.*, 1(2), 13–22. <https://doi.org/10.69739/jebc.v1i2.143>
- Gebru, G. W., Ichoku, H. E., & Phil-Eze, P. O. (2018). Determinants of Livelihood Diversification Strategies in Eastern Tigray Region of Ethiopia. *Agriculture & Food Security*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0214-0>
- Happyana, D. (2017). Analisis Tingkat Keuntungan Usaha Penggemukan Sapi Potong Rakyat Di Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 5(2), 33. <https://doi.org/10.23960/jipt.v5i2.p33-39>
- Hasan, H., Siregar, A. R., Rohani, St., Sirajuddin, S. N., Jamila, J., Nirwana, N., Astaman, P., & Darwis, M. (2023). Analisis Komparasi Pendapatan Pada Usaha Pembibitan Dan Penggemukan Sapi Potong. *Peternakan Lokal*, 5(2), 105–115. <https://doi.org/10.46918/peternakan.v5i2.1902>
- Hidayat, D., Agung, A., Pujiati, A., & Nihayah, D. M. (2024). Analisis Elastisitas Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Daging Sapi. *Jepp Jurnal Ekonomi Pembangunan Dan Pariwisata*, 4(2), 97–105. <https://doi.org/10.52300/jepp.v4i2.15961>
- Idrissou, Y., Séidou, A. A., Baco, M. N., Yabi, A. J., & Traoré, I. A. (2020). Adaptation Strategies of Cattle Farmers in the Dry and Sub-Humid Tropical Zones of Benin in the Context of Climate Change. *Heliyon*, 6(7), e04373. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04373>
- Ijaz, M., Yar, M. K., Badar, I. H., Ali, S., Islam, Md. S., Jaspal, M. H., Hayat, Z., Sardar, A., Ullah, S., & Guevara-Ruiz, D. (2021). Meat Production and Supply Chain Under COVID-19 Scenario: Current Trends and Future Prospects. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.660736>
- Jahja, M., Mudatstsir, A., Supu, I., Arifin, Y. I., Rauf, J., Sakakibara, M., Yamaguchi, T., Metaragakusuma, A. P., & Butolo, I. (2024). How Effective Are Palm-Fiber-Based Erosion Control Blankets (ECB) Against Natural Rainfall? *Sustainability*, 16(4), 1655. <https://doi.org/10.3390/su16041655>
- Kamarudin, M. A. I., Abdullah, F. A., Aris, N. F. M., & Samah, S. N. A. A. (2025). Socio-Economic Performance in the Utilisation of Crop Residue as Cattle Feed: A Study in Northern and East Coast Regions of Peninsular Malaysia. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1535(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1535/1/012006>
- Kusumaningrum, R., Darjanto, A., Nurmalinga, R., Mulatsih, S., & Suprehatin, S. (2024). Supply and Demand of Beef in Indonesia: A System Dynamics Approach. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1341(1), 012085. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1341/1/012085>
- Kusumo, R. A. B., Mukti, G. W., & Charina, A. (2024). Kerentanan Rumah Tangga Petani Padi Sawah Tadah Hujan (Studi Kasus Di Kecamatan Kroya Kabupaten Indramayu). *Mimbar Agribisnis Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 10(2), 1991. <https://doi.org/10.25157/ma.v10i2.13888>
- Martauli, E. D., Karo, S. B., Sembiring, S., & Sembiring, R. (2022). Analysis of Cattle Livestock Development Potential in North Sumatra Province. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(2), 193. <https://doi.org/10.23960/jipt.v10i2.p193-208>
- Mayulu, H., Ergi, E., Haris, Muh. I., & Soepriyadi, A. (2020). Analisis Finansial Usaha Sapi Potong Peternakan Rakyat Di Kecamatan Sebulu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Journal of Tropical Agrifood*, 2(1), 16. <https://doi.org/10.35941/jtaf.2.1.2020.3624.16-25>

- Odoh, N. E., Nwibo, S. U., Eze, A. V., & Igberi, C. O. (2019). Farm and Non-Farm Income Diversification Activities Among Rural Households in Southeast, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 23(2), 113. <https://doi.org/10.4314/jae.v23i2.12>
- Otálora, X. D. d., Dragoni, F., Prado, A. d., Estellés, F., Wilfart, A., Król, D., Balaine, L., Anestis, V., & Amon, B. (2022). Identification of Representative Dairy Cattle and Fodder Crop Production Typologies at Regional Scale in Europe. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(5). <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00830-3>
- Priyono, P., Rusdiana, S., Maplani, M., & Talib, C. (2024). Enhancing Beef Supply Through Beef Self-Sufficiency Policy in Indonesia: An Econometric Approach. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1360(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1360/1/012035>
- Repi, T., Biahimo, S. D. J., Yasin, I., Mokoginta, M. M., Ervandi, Mohamad, Mokoolang, S., & Gobel, Y. A. (2023). Agriculture System and Bioresources Utilization in Villages Around Bogani Nani Wartabone National Park: A Case Study of Ilomata Village, Gorontalo. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 1230(1), 012061. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012061>
- Sahala, J., Kadju, F. Y. D., Banu, M., Kolo, Y., Feka, W. V., & Chamdi, A. N. (2023). Analisis Kelayakan Finansial Usaha Penggemukan Sapi Bali Pola Peternakan Rakyat Di Kecamatan Miomaffo Barat, Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jas*, 8(2), 59–63. <https://doi.org/10.32938/ja.v8i2.4164>
- Sumaryanti, L., Nurcholis, N., & Muchlis, D. (2024). Analysis of Regional Potential in Merauke Regency Based on Superior Livestock Population Using a Hybrid Algorithm. *Mathematical Modelling and Engineering Problems*, 11(3), 754–764. <https://doi.org/10.18280/mmep.110320>
- Suryani, E., Hendrawan, R. A., Muhandhis, I., & Dewi, L. P. (2016). Dynamic Simulation Model of Beef Supply Chain to Fulfill National Demand. *Jurnal Teknologi*, 78(9). <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9609>
- Tatipikalawan, J. M., Sangadji, I., & Ririmasse, P. M. (2022). Potensi Sosial Ekonomi Dan Peran Peternakan Sapi Tradisional Dalam Meningkatkan Pendapatan Keluarga Di Kabupaten Buru Provinsi Maluku. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak Dan Tanaman*, 10(1), 29–37. <https://doi.org/10.30598/ajitt.2022.10.1.29-37>
- Triono, M. A. A., Rukmana, D., & Rahmadanih, R. (2024). Productivity and Farmers' Income in Rice Plants Crop-Cattle Integration Farming System in Lera Village, Wotu Sub-District, East Luwu District. *International Journal of Religion*, 5(10), 2045–2053. <https://doi.org/10.61707/rke7qb94>
- Wutwensa, H. F., Matatula, M. J., Ririmasse, P. M., & Rajab, R. (2022). Pendapatan Usaha Sapi Potong Pola Integrasi Dengan Tanaman Kelapa Di Kecamatan Teon Nila Serua Kabupaten Maluku Tengah. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak Dan Tanaman*, 10(2), 96–105. <https://doi.org/10.30598/ajitt.2022.10.2.96-105>

KUALITAS PROTEIN KASAR, SERAT KASAR DAN LEMAK KASAR WAFER RANSUM KOMPLIT BERBASIS LEVEL AMPAS SAGU YANG BERBEDA UNTUK RANSUM RUMINANSIA

(Quality Of Crude Protein, Crude Fiber And Ether Extract Of Complete Ration Wafer Based On Different Sago Dregs Levels For Ruminant Ration)

Irvan Eilza*, Triani Adelina, Yendraliza & Anwar Efendi Harahap

Program Studi Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

*E-mail korespondensi: 12180112409@students.uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Sago dreg that is abundant and underutilized can pollute the environment. Sago dreg can be processed into complete ration wafers to enhance nutritional value, facilitate storage, and provide feed for Bali cattle. The objective of this study was to determine the nutritional value in terms of crude protein, crude fiber, and crude fat content of complete ration wafers based on sago dreg with various addition levels of 0%, 10%, 20%, and 30%. The research method used was a Completely Randomized Design (CRD) with four treatment levels of sago dreg addition and four replications for each treatment. Parameter used in this research were P0 = complete ration wafers with 0% sago dreg, P1 = complete ration wafers with 10% sago dreg, P2 = complete ration wafers with 20% sago dreg, P3 = complete ration wafers with 30% sago dreg. The study parameters included crude protein (%), crude fiber (%), ether extract (%). Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and further tested with Duncan Multiple Range Test (DMRT) if significantly different. The results showed that the sago dreg level significantly affected the crude protein and crude fiber content of the wafers ($P < 0.01$), with crude protein decreasing and crude fiber increasing as sago dreg increased. Ether extract content showed no significant difference among treatments. The conclusion of the study is that complete ration wafers with 10% sago dreg provide the best nutritional value with crude protein content of 8.58%, crude fiber of 18.91%, and ether extract of 6.92%.

Keywords: complete ration wafer, nutrition, sago dreg.

PENDAHULUAN

Tanaman sagu merupakan salah satu tanaman pangan yang berpotensi untuk dikembangkan dan dimanfaatkan di Indonesia. Kabupaten Kepulauan Meranti adalah salah satu daerah penghasil sagu di Provinsi Riau dengan produksi perkebunan sagu menurut kecamatan di Kabupaten Kepulauan Meranti tahun 2023 berjumlah 266,66 ton dari berbagai kecamatan. Kecamatan Tebing Tinggi Barat dengan total 71,75 ton, Tebing Tinggi dengan total 3,30 ton, Tebing Tinggi Timur dengan total 94,49 ton, Rangsang 3,72 ton, Rangsang Pesisir 17,91 ton, Rangsang Barat 1,98 ton, Merbau 31,71 ton, Pulau Merbau 11,53 ton dan Tasik Putri Puyu 30,27 ton (BPS Kabupaten Kepulauan Meranti, 2023). Proses pengolahan sagu juga dapat menghasilkan limbah ikutan berupa kulit batang sekitar 17-25 % dan ampas sagu 75– 83% (McClatchey dkk., 2006). Berdasarkan data tersebut diperkirakan limbah ampas sagu di Meranti 199,99 ton sekitar 75% ampas sagu dari keseluruhan. Limbah berupa ampas sagu banyak tersedia pada musim panen dan selama ini ampas sagu terbuang percuma.

Berdasarkan hasil dari analisis Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Kimia UIN Suska Riau (2014), kandungan nutrisi ampas sagu bahan kering 47,20%, protein kasar 0,83%, serat kasar 11,44%, lemak kasar 0,99%, abu 1,80% dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen 84,94%. Ada kecenderungan pabrik sagu membuang limbahnya di daratan atau ke sungai. Dampak yang terjadi adalah perubahan parameter perairan sekitar kawasan membuang limbah, baik dari sisi warna, rasa dan bau. Limbah ini masih jarang dimanfaatkan untuk pakan ternak jika ampas sagu tidak dimanfaatkan akan mencemari lingkungan sekitar. sehingga perlu dilakukan pengolahan limbah yaitu pembuatan pakan ransum komplit berbasis ampas sagu. Pemanfaatan bahan baku pakan lokal sebagai pakan lokal ternak dapat digunakan secara optimal dan menambahkan zat makanan sesuai dengan kebutuhan menjadi ransum komplit yang berbentuk wafer.

Teknologi pengolahan pakan ruminansia adalah teknik yang digunakan untuk mengubah bahan pakan menjadi bentuk yang lebih bernutrisi, awet, mudah diberikan dan efisien bagi ruminansia melalui pembuatan

seperti hay, silase, pellet dan wafer. Pakan ternak dalam bentuk wafer merupakan suatu bentuk pakan kering yang memiliki bentuk fisik kompak dan ringkas yang merupakan hasil proses pemanasan dan tekanan yang tinggi sehingga diharapkan dapat memudahkan dalam penanganan. Bentuk wafer selain dapat meningkatkan kandungan gizi juga memberi keuntungan, mempermudah penyimpanan, transportasi dan diharapkan dapat meningkatkan palatabilitas konsumsi wafer ransum komplit. Wafer diolah dengan metode pemanasan dan pemadatan sehingga dalam pemberian ke ternak lebih mudah dan efisien. Kadar air yang terkandung dalam wafer yaitu kurang dari 14% sehingga tidak mudah rusak serta memiliki kualitas nutrisi yang lengkap (Pratama dkk, 2015).

Damara (2022) melaporkan bahwa wafer ransum komplit dari level ampas sagu 30% menghasilkan nilai BK 62,82%, PK 6,16%, LK 4,15%, SK 11,79%, dan BETN 72,67%. Perianita, (2019) melaporkan bahwa wafer ransum komplit pada sapi bali dari penambahan 30% ampas sagu menghasilkan BK 91,80%, PK 11,92%, LK 2,10%, SK 18,47% dan BETN 60,02%. Berdasarkan kondisi di atas maka telah dilakukan penelitian yang berjudul Kualitas Protein Kasar, Serat Kasar dan Lemak Kasar Wafer Ransum Komplit Berbasis Level Ampas Sagu yang Berbeda untuk Ransum Ruminansia.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Universitas Negeri Islam Sultan Syarif Kasim Riau, penelitian ini telah dilaksanakan selama 3 bulan dimulai bulan Maret – Mei 2025.

Bahan dan Alat

Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu ampas sagu, rumput lapang, dedak jagung, dedak padi halus, ampas tahu, molases.

Bahan yang digunakan untuk analisis proksimat wafer meliputi aquades, asam klorida (HCl), kalium sulfat (K_2SO_4), magnesium sulfat ($MgSO_4$), natrium hidroksida (NaOH), asam benzoat, asam borat (H_3BO_3), eter, benzena, metilen red, brom kresol green dan acetone.

Alat

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu mesin penggiling pakan (grinder), timbangan (untuk menimbang bahan), baskom (tempat bahan), mesin wafer, terpal (alas penjemur wafer), plastik (tempat wafer yang akan disimpan), karung (tempat ampas sagu basah), pisau, aluminium foil, gunting, kamera, penggaris, cawan porselen.

Peralatan yang digunakan dalam analisis proksimat adalah perangkat analisis proksimat yaitu pemanas, kjeltec, timbel, fibertec, labu ukur, timbangan analitik, soxtec, kertas saring, tanur listrik, tang crusibel, gelas piala, buret, desikator, digestion tubes straight, cawan crusibel, aluminium cup lengkap dengan erlemeyer.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah penelitian Eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Adapun perlakuan yaitu :

P0 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 0 %

P1 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 10 %

P2 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 20 %

P3 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 30 %

Analisis data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan yang mengacu pada rumus Steel dan Torrie (1993). Model sistematis Rancangan Acak Lengkap adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ : Rataan Umum

τ_i : Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} : Pengaruh galat percobaan pada dari perlakuan ke-I ulangan ke-j

i : 1, 2, 3, dan 4 (Perlakuan)

j : 1, 2, 3, dan 4 (Ulangan)

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji Anova dan jika berbeda nyata akan diuji lebih lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menurut Steel dan Torrie (1993)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Protein Kasar Wafer Penelitian

Rataan kandungan protein kasar wafer berbasis ampas sagu dalam formulasi ransum ruminansia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan kandungan protein kasar (%) wafer penelitian

Perlakuan	Kandungan PK
P0 : Wafer Ransum Komplit + 0% Ampas Sagu	8,62 ^b ± 0,43
P1 : Wafer Ransum Komplit + 10% Ampas Sagu	8,58 ^b ± 0,62
P2 : Wafer Ransum Komplit + 20% Ampas Sagu	8,11 ^{ab} ± 0,35
P3 : Wafer Ransum Komplit + 30% Ampas Sagu	7,49 ^a ± 0,34

Ket: Data adalah rata-rata ± Standar Deviasi ; Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata, dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 1) menunjukkan bahwa level ampas sagu yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap penurunan kandungan protein kasar wafer. Kandungan protein kasar terendah terdapat pada perlakuan P3 dan perlakuan tertinggi pada perlakuan P0, dan P1.

Penambahan persentase ampas sagu sampai 30% memperlihatkan hasil kandungan PK wafer yang semakin menurun. Berdasarkan hasil dari analisis Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Kimia UIN Suska Riau (2014), ampas sagu memiliki kandungan PK 0,83%, maka banyak ampas sagu akan mempengaruhi kandungan PK, hal ini dapat dilihat pada perlakuan P3 yang memiliki nilai PK terendah (7,49%). Suyitno dan Kamarinjani, (1996) yang menyatakan bahwa komponen pengendali perubahan kadar PK adalah kadar air, kandungan BK pada perlakuan P3 memiliki nilai 84,40%. Selain itu Rangkuti (2011) menyatakan bahwa kadar PK yang tinggi dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya jenis bahan pakan.

Kandungan protein kasar wafer berbasis ampas sagu dalam formulasi ransum ruminansia pada penelitian ini berkisar antara 7,49-8,62. Nilai yang didapat ini lebih tinggi dibandingkan penelitian yang dilaporkan oleh Herbowo (2018) yang melaporkan kandungan protein kasar wafer ransum komplit sapi bali dengan penambahan tepung ampas tebu pada lama penyimpanan yang berbeda adalah berkisar 3,88% - 8,61%. Perianita (2018) juga mendapat hasil kandungan nutrisi dari wafer ransum komplit sapi bali dengan penambahan level ampas sagu sampai 30% menurunkan protein kasar (13,92% -11,92%).

Kandungan Serat Kasar Wafer Penelitian

Rataan kandungan Serat Kasar wafer berbasis ampas sagu dalam formulasi ransum ruminansia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan Kandungan Serat Kasar (%) Wafer Penelitian

Perlakuan	Kandungan SK
P0 : Wafer Ransum Komplit + 0% Ampas Sagu	16,91 ^a ± 1,47
P1 : Wafer Ransum Komplit + 10% Ampas Sagu	18,91 ^a ± 1,46
P2 : Wafer Ransum Komplit + 20% Ampas Sagu	15,40 ^a ± 1,84
P3 : Wafer Ransum Komplit + 30% Ampas Sagu	25,97 ^b ± 3,50

Ket: Data adalah rata-rata ± Standar Deviasi ; Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata, dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05 dan 0,01

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa penambahan level ampas sagu berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap peningkatan kandungan serat kasar wafer ransum ruminansia. Kandungan serat kasar tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dan perlakuan terendah pada perlakuan P0, P1 dan P2.

Penambahan persentase ampas sagu sampai 30% memperlihatkan hasil kandungan serat kasar wafer yang meningkat. Kandungan serat kasar wafer ransum ruminansia mengalami peningkatan, diduga karena perbedaan penambahan persentase level ampas sagu pada substrat. Bahan asal substrat adalah berupa produk limbah hasil pertanian dengan kandungan serat kasar yang relatif tinggi, yaitu kandungan serat kasar ampas sagu 11,55% (Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Universitas Riau, 2018), maka banyak ampas sagu akan mempengaruhi kandungan serat kasar, hal ini dapat dilihat pada perlakuan P3 yang memiliki nilai SK tertinggi 25,97%. Aling dkk (2020) melaporkan penggunaan komposisi ransum dengan porsi serat kasar mendekati angka 30% sebagai bagian dari perlakuan ransum komplit yang menunjukkan hasil pencernaan serat kasar yang baik, dan batas maksimal serat kasar yang efektif pada ransum ruminansia dapat berada di sekitar 30% untuk menjaga pencernaan optimal.

Kandungan SK pada wafer ransum ruminansia pada penelitian ini mengalami peningkatan yaitu sebesar 16,91-25,97. Nilai yang didapat ini lebih tinggi dibandingkan penelitian yang dilaporkan oleh Perianita (2018) yang mendapat hasil kandungan nutrisi dari wafer ransum komplit sapi bali dengan penambahan level ampas sagu sampai 30% dengan nilai serat kasar 15,53%-18,47%.

Kandungan Lemak Kasar Wafer Penelitian

Rataan kandungan Lemak Kasar wafer berbasis ampas sagu dalam formulasi ransum ruminansia dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Kandungan Lemak Kasar (%) Wafer Penelitian

Perlakuan	Kandungan LK
P0 : Wafer Ransum Komplit + 0% Ampas Sagu	6,20 ± 0,49
P1 : Wafer Ransum Komplit + 10% Ampas Sagu	6,92 ± 0,91
P2 : Wafer Ransum Komplit + 20% Ampas Sagu	6,58 ± 0,75
P3 : Wafer Ransum Komplit + 30% Ampas Sagu	5,96 ± 0,01

Ket: Data adalah rata-rata ± Standar Deviasi

Dari hasil analisis sidik ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa penambahan level ampas sagu sampai 30% tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap perubahan kandungan LK wafer ransum sapi bali.

Kandungan LK yang relatif sama pada semua perlakuan diduga dipengaruhi oleh kandungan LK bahan penyusun utama wafer yaitu ampas sagu. Ampas sagu memiliki LK yang rendah yaitu 0,28% (Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Universitas Riau, 2018), sehingga kenaikan proporsi sampai 30% ampas sagu pada pembuatan wafer masih menghasilkan LK yang relatif sama.

Kandungan LK pada ampas sagu pada penelitian berada pada kisaran 5,96% - 6,20%. Nilai yang didapat ini lebih tinggi dibandingkan penelitian yang dilaporkan oleh Perianita (2018) yang mendapat hasil kandungan nutrisi dari wafer ransum komplit sapi bali dengan penambahan level ampas sagu sampai 30% menurunkan lemak kasar 2,10% - 3,26%.

KESIMPULAN

Perlakuan wafer ransum komplit dengan penambahan ampas sagu 30% belum menghasilkan nilai nutrisi yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan terbaik adalah perlakuan P1 (10% ampas sagu) dengan nilai PK 8,58%, SK 18,91%, dan LK 6,92%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam Kementerian Agama Republik Indonesia atas bantuan dana riset kluster kolaborasi internasional Tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Aling, C., Tuturoong, R. A. V., Tulung, Y. L. R., & Waani, M. R. (2020). Kecernaan Serat Kasar dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) Ransum Komplit Berbasis Tebon Jagung pada Sapi PO. *Zootec*, 4(2), 428-438.
- BPS. (2022). Kabupaten Kepulauan Meranti.
- Damara, D. (2022). Kandungan Nutrisi Wafer Ransum Komplit Berbasis Ampas Sagu dengan Level Berbeda untuk Ternak Ruminansia. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Herbowo, F. (2018). Kualitas Nutrisi Pakan Wafer Ransum Komplit dengan Penambahan Tepung Ampas Tebu sebagai Substitusi Rumput Lapang pada Lama Penyimpanan yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Kimia. (2014). Hasil Analisis Proksimat Kulit Buah Kopi, Ampas Sagu dan Jagung. Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian. (2018). Hasil Analisis Proksimat Ampas Sagu. Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- McClatchey, W., Manner, I. Harley, Elevitch & Craig. R. (2006). *Metroxylon sp.* Ecology papers Inc. London.

- Perianita. (2019). Kandungan Nutrisi Wafer Ransum Komplit dengan Penambahan Level Ampas Sagu Berbeda untuk Sapi Bali. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Pratama. T., F. Fathul & Muhtarudin. (2015). Organoleptik Wafer dengan Berbagai Komposisi Limbah Pertanian di Desa Bandar Baru Kecamatan Sukau Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(2),92-97.
- Steel, R.G. & J.H. Torrie. (1993). *Prinsip dan Prodesur Statistika (Pendekatan Biometrik)*. Penerjemah B. Sumantri. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

EVALUASI SIFAT FUNGSIONAL EDIBLE COATING PATI SAGU BERDASARKAN PARAMETER KIMIA UNTUK APLIKASI PADA KEMASAN BUMBU INSTAN

(Evaluation of the Functional Properties of Edible Sago Starch-Based Coatings Using Chemical Parameters for Instant Seasoning Packaging Applications)

Iffadhiya Fathin Adiba*, Wimpy Prendika, Muhammad Rafly, Pegi Haryanto

Program Studi Teknologi Pascapanen Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Riau, Indonesia

*E-mail korespondensi: adiba@itp2i-yap.ac.id

ABSTRACT

Instant seasoning packaging typically utilizes conventional plastic, which is difficult to decompose and can pollute the environment. As an environmentally friendly alternative, this study investigates the potential of sago starch-based edible coating (Metroxylon sago Rottb.) as a biodegradable packaging material. The study's purpose was to evaluate the functional properties and chemical stability of sago starch edible coating by testing its water content, solubility, and pH. Sago starch was gelatinized, mixed with glycerol as a plasticizer, molded, and dried at 50°C to form a thin film. Carboxymethyl cellulose (CMC) was added at 0% and 15%. The addition of CMC increased the water content from 23.61% to 24.61%, though this difference was not statistically significant. Solubility increased from 14.56% to 20.66%, indicating improved water dissolution. The pH of the film solution also increased slightly from 6.6 to 6.8. Overall, the addition of CMC increased solubility without significantly changing the water content and demonstrated good chemical stability. This sago starch-based edible coating has the potential to be used as a biodegradable packaging material to replace conventional plastic in instant noodle seasoning products.

Keywords : carboxymethyl cellulose (CMC), degradable packaging, pH, solubility, and water content

PENDAHULUAN

Penggunaan kemasan berbasis plastik konvensional pada produk pangan, termasuk bumbu instan, masih sangat dominan karena sifatnya yang praktis dan murah. Namun demikian, plastik memiliki kelemahan utama yaitu sulit terurai secara alami sehingga berpotensi mencemari lingkungan dan menimbulkan masalah keberlanjutan dalam jangka panjang (Sudesh dan Iwata, 2008). Oleh karena itu, pengembangan bahan kemasan biodegradable menjadi kebutuhan mendesak untuk mengurangi ketergantungan terhadap plastik sekaligus mendukung sistem pangan yang lebih ramah lingkungan.

Edible coating merupakan salah satu teknologi alternatif yang semakin banyak dikembangkan sebagai solusi kemasan ramah lingkungan. Lapisan tipis yang dapat dimakan ini berfungsi sebagai barrier terhadap oksigen, uap air, dan transfer massa lainnya sehingga mampu meningkatkan stabilitas produk pangan (Krochta and De Mulder-Johnston, 1997). Pati merupakan bahan yang banyak dimanfaatkan dalam pembuatan edible coating karena harganya murah, aman dikonsumsi, mudah terbiodegradasi, dan mampu membentuk film melalui proses gelatinisasi (Bourtoom, 2008). Di antara berbagai sumber pati, pati sago (Metroxylon sago Rottb.) merupakan salah satu kandidat unggulan di Indonesia karena ketersediaannya melimpah, kandungan amilosanya cukup tinggi, serta memiliki karakteristik fisik dan kimia yang sesuai untuk pembentukan film (Rahman *et al.*, 2019).

Meskipun demikian, film berbahan dasar pati murni biasanya memiliki kelemahan, seperti rapuh, kurang elastis, dan memiliki stabilitas fungsional yang rendah (Falguera *et al.*, 2011). Untuk mengatasi kekurangan tersebut, penambahan bahan hidrokoid seperti carboxymethyl cellulose (CMC) banyak diteliti karena dapat meningkatkan stabilitas, integritas struktural, homogenitas, serta sifat mekanik film (Rachtanapun *et al.*, 2021). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa CMC mampu memperbaiki kekuatan tarik, ketebalan, dan kemampuan barrier pada berbagai film berbasis polisakarida (Lestari *et al.*, 2020; Apriliyanti *et al.*, 2022). Namun demikian, kajian mengenai pengaruh CMC terhadap karakteristik fungsional dan stabilitas kimia film berbasis pati sago, khususnya untuk aplikasi pada bumbu instan, masih terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik edible coating berbasis pati sago dengan penambahan CMC, terutama terkait sifat fungsional dan stabilitas kimianya. Parameter yang diuji meliputi kadar air, kelarutan, dan pH sebagai indikator kualitas dan potensi aplikasinya sebagai bahan kemasan biodegradable pada produk bumbu instan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kemasan ramah lingkungan yang efektif menggantikan plastik konvensional.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pascapanen Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia pada bulan September - November 2025.

Metode Penelitian

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pati sagu komersial, carboxymethyl cellulose (CMC) food grade sebagai bahan penstabil, gliserol sebagai plasticizer, serta aquadest sebagai pelarut.

Pembuatan Edible Coating

Suspensi pati sagu 4% (b/v) dipanaskan hingga mencapai suhu gelatinisasi 70–80°C sambil diaduk hingga homogen. Setelah proses gelatinisasi selesai, larutan didinginkan hingga suhu $\pm 50^\circ\text{C}$ kemudian ditambahkan gliserol sebesar 30% dari total berat padatan. CMC ditambahkan sesuai perlakuan, yaitu 0% dan 15%. Seluruh campuran diaduk menggunakan hotplate stirrer hingga terbentuk larutan film yang homogen.

Pencetakan Coating

Larutan edible coating dituangkan secara merata ke dalam loyang kaca datar, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Setelah kering, film dilepaskan secara hati-hati dan disimpan dalam desikator sebelum dilakukan analisis.

Analisis Kadar Air

Kadar air film diukur menggunakan metode oven drying pada suhu 105°C hingga berat konstan. Persentase kadar air dihitung dari selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan.

Analisis Kelarutan

Kelarutan ditentukan dengan merendam potongan film dalam 50 mL aquadest pada suhu ruang selama 24 jam. Sampel yang tidak larut disaring dan dikeringkan kembali untuk memperoleh berat sisa. Kelarutan dihitung berdasarkan persentase film yang larut dalam air.

Analisis pH

pH diukur dengan melarutkan 1 gram film ke dalam 100 mL aquadest yang telah dipanaskan hingga 70°C. Setelah dihomogenkan, pH larutan film diukur menggunakan pH meter digital.

Analisis data

Data kadar air, kelarutan, dan pH dianalisis menggunakan uji ANOVA dengan perangkat lunak SPSS untuk melihat pengaruh penambahan CMC terhadap karakteristik edible coating. Perbedaan antarperlakuan diuji lanjut menggunakan uji Tukey pada taraf signifikansi 5%. Hasil disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Edible Film Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Carboxymethyl Cellulose

Hasil pengamatan visual (Gambar 1) menunjukkan bahwa edible film pati sagu tanpa penambahan CMC (0%) memiliki tekstur yang lebih buram, kurang homogen, dan tampak menunjukkan agregasi polimer pada beberapa bagian permukaan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kemampuan pati sagu dalam membentuk jaringan film yang kompak masih terbatas. Hal ini berkaitan dengan karakteristik dasar pati terutama struktur amilopektin yang bercabang yang membuat membentuk film homogen menjadi cukup menantang karena orientasi molekulnya tidak terdistribusi secara merata saat proses pengeringan berlangsung (Sukhija *et al.*, 2016).

Sebaliknya, penambahan CMC sebesar 15% menghasilkan film yang lebih jernih, lebih rata, dan tampak memiliki struktur permukaan yang lebih halus. CMC sebagai derivat selulosa dengan sifat hidrofilik mampu meningkatkan interaksi intermolekuler dengan amilosa dan amilopektin melalui pembentukan ikatan hidrogen baru yang lebih kuat dan teratur. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa CMC dapat berfungsi sebagai film-forming enhancer karena mampu meningkatkan viskositas larutan dan mengontrol laju migrasi air selama pengeringan, sehingga film menjadi lebih padat dan seragam (Rachtanapun *et al.*, 2021; Ma *et al.*, 2020).

Perubahan visual dari buram menjadi lebih jernih dalam film yang mengandung CMC mengindikasikan peningkatan keteraturan struktur polimer. Film yang terbentuk lebih transparan ketika polimer yang menyusunnya tersusun secara lebih paralel dan tidak membentuk partikel agregat besar yang memantulkan

cahaya (Pérez-Gago and Krochta, 2002). Dengan demikian, peningkatan homogenitas tampak berhubungan dengan interaksi polimer yang lebih baik.

Secara aplikatif, karakteristik visual yang lebih baik merupakan indikator positif untuk penggunaan film ini sebagai kemasan bumbu instan, karena film yang homogen cenderung memiliki sifat mekanik dan kelarutan yang lebih dapat diprediksi (Tongnuanchan and Benjakul, 2014). Foto produk edible film pati sagu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Foto produk edible film pati sagu dengan (a) penambahan 0% CMC; (b) penambahan 15% CMC

Kadar Air Film

Kadar air edible film merupakan parameter penting yang menentukan fleksibilitas, stabilitas penyimpanan, dan ketahanan mekanik. Hasil pengukuran menunjukkan kadar air film 0% CMC sebesar 23,61%, dan meningkat menjadi 24,61% pada perlakuan 15% CMC. Meskipun terdapat kenaikan 1%, perbedaan ini tidak signifikan secara statistik (Tabel 1).

Tabel 1. Kadar Air edible film pati sagu dengan dan tanpa CMC

Perlakuan	Kadar Air (%)
0% CMC	23.61 ^a
15% CMC	24.61 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\leq 5\%$

CMC secara teori dapat meningkatkan kadar air film karena kandungan gugus karboksimetilnya dapat menarik air dan membentuk ikatan hidrogen (Ma *et al.*, 2020). Namun, peningkatan moderat yang diamati mengindikasikan bahwa matriks pati yang telah tergelatinisasi sudah cukup stabil, sehingga ruang bebas untuk penyerapan air tidak meningkat secara drastis meskipun CMC ditambahkan. Interaksi pati–CMC belum membentuk struktur hidrogel penuh, yang biasanya terjadi pada konsentrasi CMC lebih tinggi (20–40%) (Yuan *et al.*, 2021), dan Sebagian gugus hidrofilik CMC mungkin berinteraksi dengan pati, bukan dengan air, sehingga kontribusinya terhadap retensi air minim. Temuan ini sejalan dengan laporan Muscat *et al.* (2012), bahwa penambahan hidrokoloid tertentu tidak selalu meningkatkan kadar air bila struktur pati pada film sudah membentuk jaringan padat. Hal ini mendukung potensi edible film pati sagu CMC sebagai pengganti plastik konvensional.

Kelarutan

Kelarutan merupakan parameter krusial untuk memastikan film dapat larut dalam air panas ketika digunakan sebagai kemasan bumbu instan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kelarutan film tanpa CMC sebesar 14,56% dan kelarutan film dengan 15% CMC sebesar 20,66%. Perbedaan ini bermakna secara statistik, menunjukkan bahwa CMC berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kelarutan. Kelarutan edible film pati sagu dengan dan tanpa penambahan CMC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelarutan edible film pati sagu dengan dan tanpa CMC

Perlakuan	Kelarutan (%)
0% CMC	14.56 ^b
15% CMC	20.66 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\leq 5\%$

Peningkatan kelarutan edible film berbasis pati sagu setelah penambahan CMC sebesar 15% menunjukkan adanya perubahan signifikan pada struktur internal film. Secara kimia, CMC merupakan turunan

selulosa bermuatan negatif akibat keberadaan gugus karboksimetil pada rantai polimernya. Gugus bermuatan negatif ini bersifat sangat hidrofilik sehingga mampu menarik molekul air dengan lebih kuat dibandingkan struktur pati murni. Mekanisme ini sejalan dengan temuan Rachtanapun et al. (2021) yang melaporkan bahwa penggunaan CMC dalam matriks biopolimer dapat meningkatkan kelarutan melalui peningkatan afinitas terhadap air akibat interaksi elektrostatis antara gugus karboksilat dan molekul air.

Selain itu, peningkatan kelarutan juga dipengaruhi oleh perubahan struktur mikro pada film. Penambahan CMC dapat melemahkan ikatan intermolekuler antara rantai amilosa dan amilopektin pada pati. Amilosa secara alami cenderung membentuk struktur heliks yang saling berasosiasi membentuk domain semikristalin yang relatif sulit larut. Ketika CMC berinteraksi dengan rantai amilosa, sebagian ikatan hidrogen antar rantai patah, sehingga struktur yang awalnya kompak berubah menjadi lebih longgar dan amorf. Xu et al. (2022) menjelaskan bahwa gangguan terhadap zona kristalin menyebabkan peningkatan mobilitas rantai polimer, sehingga memudahkan penetrasi air dan mempercepat proses pelarutan. Hal ini juga diperkuat oleh analisis teoritis yang menunjukkan bahwa polimer dengan struktur lebih amorf memiliki energi aktivasi pelarutan yang lebih rendah dibandingkan polimer semikristalin.

CMC juga berperan sebagai plasticizing extender yang melemahkan ikatan molekul antar polimer, terutama ketika digunakan bersamaan dengan plasticizer seperti gliserol. Menurut Sothornvit & Krochta (2000), hidrokoloid linear seperti CMC mampu mendorong terbentuknya jarak antarmolekul yang lebih besar dalam matriks pati. Ruang kosong (free volume) yang meningkat membuat molekul air lebih mudah berdifusi masuk ke dalam film, sehingga mempercepat proses disintegrasi dan pelarutan. Oleh karena itu, kombinasi sifat hidrofilik CMC, gangguan struktur kristalin pati, dan peningkatan free volume secara simultan menjelaskan mengapa kelarutan edible film meningkat signifikan dari 14,56% menjadi 20,66%.

Tingkat kelarutan edible film sebesar 20–21% menempatkan film ini pada kategori bahan kemasan yang cukup reaktif terhadap air, sehingga cocok untuk aplikasi pada kemasan bumbu instan. Pada aplikasi praktis, kemasan yang mudah larut merupakan nilai tambah yang signifikan, terutama untuk produk-produk seperti bumbu mie instan atau bumbu sup instan. Ketika film dicelupkan atau diseduh dalam air panas (80–100°C), struktur film segera mengalami hidrasi, menyebabkan pecahnya ikatan intermolekul dan pelepasan komponen film ke dalam larutan secara cepat. Dengan demikian, konsumen dapat menggunakan produk dengan lebih praktis tanpa perlu membuka atau membuang kemasan, sehingga mengurangi timbunan sampah plastik dan mendukung konsep eco-friendly packaging. Konsep ini juga sejalan dengan tren pangan berkelanjutan dan pengembangan edible packaging berbasis biopolimer (Siracusa, 2019).

Namun demikian, kelarutan tinggi juga dapat menjadi kendala dalam stabilitas penyimpanan. Edible film dengan tingkat kelarutan tinggi cenderung sensitif terhadap kelembapan lingkungan. Pada kondisi penyimpanan dengan kelembapan relatif >70%, film berpotensi mengalami pelembekan, lengket, atau bahkan deformasi. Hal ini dapat menurunkan kualitas mekanik film dan membuatnya sulit diaplikasikan pada skala industri. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan hidrofilisitas biasanya berbanding terbalik dengan stabilitas terhadap uap air (Fakhouri et al., 2015). Oleh karena itu, untuk produksi komersial, formulasi edible film masih perlu dimodifikasi agar lebih stabil selama penyimpanan namun tetap larut ketika digunakan.

Beberapa strategi yang dapat diterapkan meliputi penambahan komponen hidrofobik seperti lilin alami (beeswax, carnauba wax), asam lemak, atau minyak esensial yang berfungsi menciptakan lapisan penahan air pada permukaan film. Selain itu, teknologi double-coating atau bilayer film juga dapat digunakan untuk menghasilkan film dengan permukaan luar hidrofobik dan bagian dalam yang tetap larut. Alternatif lain adalah modifikasi pati melalui proses asetilasi atau oksidasi untuk menurunkan afinitasnya terhadap air namun tetap mempertahankan kemampuan larut pada kondisi panas. Dengan demikian, edible film berbasis pati sagu–CMC memiliki potensi komersial yang tinggi, namun diperlukan optimasi lanjutan untuk memastikan stabilitas produk selama penyimpanan.

pH

Nilai pH edible film menunjukkan kestabilan yang cukup baik, dengan nilai pH 6,60 untuk film tanpa CMC dan 6,80 untuk film dengan penambahan 15% CMC. Kenaikan pH sebesar 0,2 tergolong sangat kecil dan secara statistik tidak signifikan, menandakan bahwa penambahan CMC tidak memicu perubahan kimia besar dalam sistem pati. Kelarutan edible film pati sagu dengan dan tanpa penambahan CMC dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. pH edible film pati sagu dengan dan tanpa CMC

Perlakuan	pH
0% CMC	6.60 ^a
15% CMC	6.80 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\leq 5\%$

Stabilitas pH ini menunjukkan bahwa tidak terjadi reaksi degradasi yang dapat memengaruhi struktur dasar biopolimer, seperti hidrolisis atau oksidasi, selama proses pembuatan film. Hal ini sejalan dengan

karakteristik CMC yang memiliki pH netral hingga sedikit basa, sehingga penambahannya hanya memberikan efek minor terhadap pH larutan film. García *et al.* (2014) menjelaskan bahwa stabilitas pH merupakan indikator penting dalam evaluasi edible film karena pH dapat memengaruhi warna, ketidakstabilan kimia, dan kompatibilitas dengan produk pangan.

pH netral pada edible film sangat penting dalam konteks keamanan pangan (food safety). pH yang terlalu rendah dapat memicu terjadinya reaksi hidrolisis, mempercepat kerusakan polimer, atau bahkan menyebabkan rasa asam pada produk yang dikemas. Sebaliknya, pH yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perubahan rasa, reaksi pencoklatan non-enzimatis, atau ketidakstabilan nutrisi tertentu. Oleh karena itu, pH 6,6–6,8 dinilai sangat aman dan stabil untuk aplikasi kemasan pangan. Stabilitas pH ini juga menguntungkan untuk produk bumbu instan, yang umumnya memiliki komponen volatil seperti bawang putih, lada, atau minyak atsiri yang sensitif terhadap perubahan pH. Dengan pH yang stabil, edible film tidak memengaruhi karakteristik organoleptik bumbu dan mendukung keamanan konsumsi langsung. Nilai pH yang netral juga mengurangi risiko interaksi kimia dengan bahan pengemas lain atau peralatan proses, sehingga menambah kelayakan edible film untuk aplikasi industri.

Peran CMC dalam Peningkatan Sifat Edible Coating

Penambahan CMC dalam formulasi edible coating berbasis pati sagu memainkan peran penting dalam meningkatkan sifat fisik dan kimia film, terutama pada parameter kadar air, kelarutan, dan pH. Berdasarkan hasil penelitian, film dengan 15% CMC menunjukkan peningkatan kadar air dan kelarutan, serta perubahan pH yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi antara pati dan CMC memberikan efek langsung terhadap struktur dan karakteristik film.

Dari perspektif kadar air, sifat hidrofilik CMC yang memiliki gugus karboksimetil bermuatan negatif menyebabkan film lebih mudah mengikat dan mempertahankan molekul air. Gugus hidroksil dan karboksilat pada CMC berpotensi membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air maupun dengan gugus hidroksil pati, sehingga menciptakan matriks yang lebih terbuka dan mampu menahan air lebih besar dibandingkan film tanpa CMC. Fenomena ini sejalan dengan laporan Rachtanapun *et al.* (2021) yang menjelaskan bahwa meningkatnya kapasitas pengikatan air merupakan karakteristik umum hidrokoloid berbasis selulosa. Namun, meskipun kadar air meningkat, hasil penelitian menunjukkan bahwa film masih berada pada kategori stabil karena peningkatannya tidak menyebabkan deformasi struktur atau penurunan kekuatan secara signifikan.

Dalam hal kelarutan, CMC berperan dalam mengganggu ikatan intermolekuler antara rantai amilosa, sehingga menghasilkan struktur matriks yang lebih amorf. Struktur yang lebih amorf memungkinkan air panas untuk lebih mudah menembus, menyebabkan matriks film cepat terdisintegrasi pada suhu 80–100°C. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa film dengan 15% CMC memiliki kelarutan mencapai ± 20 –21%, yang tergolong ideal untuk aplikasi kemasan bumbu instan. Penambahan CMC juga meningkatkan free volume dalam film, mempercepat difusi air dan meningkatkan laju pelarutan (Xu *et al.*, 2022). Oleh karena itu, peran CMC tidak hanya memperbaiki homogenitas permukaan dan stabilitas mekanik, tetapi juga memberikan kontrol terhadap respons kelarutan film selama proses penggunaan.

Sementara itu, dari aspek pH, film menunjukkan perubahan yang sangat kecil dari 6,60 menjadi 6,80 setelah penambahan CMC. Hal ini mengindikasikan bahwa CMC tidak menyebabkan reaksi kimia berarti seperti hidrolisis atau oksidasi pada pati. Stabilitas pH ini sangat penting karena memastikan bahwa interaksi CMC–pati tidak mengubah keamanan konsumsi, kompatibilitas dengan bumbu yang dikemas, atau stabilitas komponen aktif dalam pangan (García *et al.*, 2014). Dengan demikian, penambahan CMC pada konsentrasi 15% menunjukkan keseimbangan yang baik antara peningkatan sifat fungsional film dan stabilitas kimia sistem.

Meskipun CMC memberikan banyak keuntungan fungsional, konsentrasi yang terlalu tinggi dapat meningkatkan sifat hidrofilik film secara berlebihan, sehingga menurunkan ketahanannya terhadap uap air dan membuat film rentan lembek pada kelembapan tinggi. Oleh karena itu, penentuan konsentrasi optimal seperti 15% menjadi penting untuk menjaga keseimbangan antara daya larut, stabilitas mekanik, kadar air, dan pH agar sesuai untuk aplikasi pangan.

Implikasi untuk Industri Pangan

Pengembangan edible coating dari pati sagu memberikan peluang besar untuk diaplikasikan secara luas. Hasil penelitian yang menunjukkan kadar air yang moderat, kelarutan tinggi, dan pH netral memiliki implikasi penting untuk aplikasi industri pangan. Edible coating berbasis pati sagu yang diformulasi dengan 15% CMC sangat potensial untuk digunakan pada kemasan bumbu instan karena mudah larut dalam air panas, aman dikonsumsi, dan tidak mengubah rasa atau komposisi kimia bumbu. Tingkat kelarutan 20–21% dinilai ideal untuk single-use edible packaging yang dirancang untuk larut saat proses penyajian makanan. Dengan demikian, film ini dapat menggantikan plastik konvensional pada kategori tertentu, sehingga mengurangi limbah dan memberikan nilai tambah pada keberlanjutan lingkungan.

Kadar air yang lebih tinggi akibat penambahan CMC juga memberikan fleksibilitas lebih pada film, membuatnya tidak mudah retak atau patah selama proses pengemasan. Permukaan yang lebih homogen dan

halus meningkatkan estetika visual film, sehingga cocok untuk produk-produk yang mengutamakan tampilan premium. Selain itu, pH netral memastikan bahwa edible coating kompatibel dengan bahan pangan seperti bumbu, sayuran segar, atau bahan makanan beraroma kuat yang sensitif terhadap perubahan pH. Stabilitas pH ini juga penting untuk mempertahankan kestabilan antioksidan dan komponen volatil dalam produk pangan.

Dari perspektif industri, penggunaan pati sagu sebagai bahan dasar edible film juga memberikan manfaat ekonomi dan sosial. Sagu adalah komoditas lokal Indonesia yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku industri pengemasan ramah lingkungan. Pengembangan teknologi edible film berbasis sagu dapat memperkuat rantai pasok lokal dan mengurangi ketergantungan pada pati impor seperti pati jagung atau tapioka. Selain itu, pemanfaatan sagu sebagai bahan biopolimer membantu mempercepat transisi industri pangan menuju penggunaan bahan kemasan berkelanjutan dan biodegradable. Hal ini mendukung upaya nasional untuk mengurangi limbah plastik, memperkuat ketahanan pangan, serta mendorong inovasi berbasis sumber daya lokal..

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis komprehensif, dapat disimpulkan bahwa penambahan CMC memberikan dampak positif yang signifikan terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film berbasis pati sagu. CMC meningkatkan ketebalan film, memperbaiki homogenitas permukaan, mengurangi porositas, serta menghasilkan film dengan karakteristik visual yang lebih baik. Perubahan nilai L^* , a^* , dan b^* masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk aplikasi pangan, sehingga penambahan CMC tidak mengganggu fungsi estetika film. Selain itu, struktur permukaan yang lebih padat dan stabil membantu meningkatkan sifat mekanik dan kemampuan barrier film. Dengan demikian, formulasi *edible coating* berbasis pati sagu dan CMC merupakan solusi pengemasan berkelanjutan yang potensial untuk diaplikasikan di berbagai sektor industri pangan modern.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia atas dukungan fasilitas laboratorium yang diberikan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Fakhouri, F. M., Martelli, S. M., Caon, T., Velasco, J. I., & Mei, L. H. I. (2015). Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated red crimson grapes. *Food Packaging and Shelf Life*, 5, 68–75.
- García, M. A., Gómez-Guillén, M. C., & López-Caballero, M. E. (2014). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Food Science and Technology International*, 20(4), 209–222.
- Rachtanapun, P., Klunklin, W., Thongdang, T., & Tongdeesoontorn, W. (2021). Carboxymethyl cellulose-based films: Properties, applications, and future trends. *Journal of Polymers and the Environment*, 29, 1600–1612.
- Siracusa, V. (2019). Food packaging permeability behaviour: A report. *Food Packaging and Shelf Life*, 17, 100–110.
- Sothornvit, R., & Krochta, J. M. (2000). Plasticizers in edible films and coatings. In J. M. Krochta, E. A. Baldwin & M. O. Nisperos-Carriedo (Eds.), *Edible coatings and films to improve food quality* (pp. 41–68). CRC Press.
- Xu, Y., Kim, J., & Hanna, M. A. (2022). Effect of hydrocolloid addition on starch-based biodegradable films: A structural and mechanical perspective. *Carbohydrate Polymers*, 291, 119512.

CORRELATION OF BODY CONDITION SCORE AND CHEST CIRCUMFERENCE AS PARAMETERS OF REPRODUCTIVE EFFICIENCY LEVEL OF BALI CATTLE IN BARRU REGENCY

Fadhil Muharram^{1*}, Zulkharnaim², I Putu Gede Didik Widiarta³, Kirana Dara Dinanti Adiputra⁴, Andi Nurmasytha AS⁵, Muhammad Rizki Fadillah⁶, Eva Amalia Pertiwi⁷, Fitri Harianti⁸

^{1,3,4,5,6}Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

²Departemen Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

⁷Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

⁸Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

*E-mail korespondensi: fadhilmuharram@faperta.unmul.ac.id

ABSTRACT

Bali cattle are a native Indonesian germplasm derived from bull and have high adaptability to tropical environments, good production performance, and superior reproductive ability. Livestock quality generally involves the measurement of various body dimensions, such as chest circumference, body length, shoulder height, and body condition score. The purpose of this study is to examine how Bali cattle at the Maiwa Breeding Center, Tanete Riaja District, Barru Regency, relate to pregnancy and body condition score and chest circumference. A total of 50 Bali heifers were used as the study sample. Chest circumference measurements and BCS assessment were carried out on the heifers until they reached mating age. Next, the samples were divided into two groups: group I (25 non-pregnant cows) and group II (25 pregnant cows). Data were analyzed quantitatively using a correlation test to examine the relationship between chest circumference and BCS, as well as pregnancy status. The results revealed that pregnant cows had a higher chest circumference (132.6 ± 6.4 cm) than non-pregnant heifers (127.4 ± 5.4 cm). BCS scales 5 and 6 were more prevalent in pregnant cows (20% and 6%), whereas BCS scale 4 was more common in non-pregnant cows (36%). Correlation analysis showed a strong correlation between BCS and chest circumference in both pregnant ($r = 0.78$; $R^2 = 0.60$) and non-pregnant ($r = 0.80$; $R^2 = 0.65$) cows. These results suggest that chest circumference and BCS play a crucial role in determining the pregnancy status of Balinese cattle.

Keywords : Bali Cattle, Body Condition Score, Chest Circumference, Pregnancy.

PENDAHULUAN

Sapi Bali merupakan plasma nutfah ternak Indonesia yang memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Populasi sapi Bali tersebar luas di berbagai daerah, termasuk di Sulawesi Selatan, karena kemampuannya beradaptasi terhadap kondisi lingkungan tropis, efisiensi pemanfaatan pakan berserat, serta ketahanan terhadap penyakit (Abadi dkk., 2025). Karakteristik morfologis sapi Bali, seperti ukuran tubuh yang kompak dan tingkat produktivitas yang cukup baik, menjadikannya pilihan utama bagi peternak rakyat. Permintaan terhadap daging sapi yang terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk mendorong upaya peningkatan produktivitas dan reproduktivitas sapi Bali. Salah satu tantangan utama yang dihadapi peternak adalah optimalisasi tingkat kebuntingan, yang secara langsung memengaruhi laju pertumbuhan populasi. Upaya peningkatan keberhasilan kebuntingan tidak hanya bergantung pada manajemen perkawinan, tetapi juga pada kondisi tubuh dan ukuran morfometrik ternak (Rahmatullah, 2023). Oleh karena itu, pemantauan parameter fisik seperti *Body Condition Score* (BCS) dan lingkaran dada menjadi penting untuk evaluasi kesiapan reproduksi indukan.

Body Condition Score merupakan metode penilaian secara visual dan palpasi pada kondisi tubuh ternak, yang mencerminkan cadangan energi dalam tubuh. BCS yang ideal pada sapi betina sebelum perkawinan memiliki hubungan erat dengan keberhasilan kebuntingan, karena mencerminkan status gizi dan metabolisme yang optimal (Harmayani dkk., 2023). Ternak dengan BCS terlalu rendah cenderung mengalami kesulitan reproduksi akibat defisit energi, sementara BCS terlalu tinggi berisiko menyebabkan gangguan

metabolik dan kegagalan kebuntingan (Chebel *et al.*, 2018). Kadar lemak tubuh yang berlebihan cenderung mengakibatkan penyumbatan pada saluran reproduksi, yang secara langsung berkontribusi terhadap disfungsi organ-organ reproduksi. Sebaliknya, ternak dengan kondisi tubuh yang kurus (Body Condition Score/BCS rendah) dapat menghambat kapasitas tubuh untuk mensintesis hormon-hormon reproduksi dan mengganggu proses ovulasi (Masir dan Fausiah, 2020). Penilaian BCS bersifat praktis, ekonomis, dan dapat dilakukan secara rutin di lapangan sehingga menjadi alat penting dalam manajemen reproduksi. Skala peternakan rakyat seperti di Kecamatan Tanete Riaja Kabupaten Barru, evaluasi BCS dapat membantu peternak menentukan kesiapan ternak untuk dikawinkan.

Selain BCS, lingkaran dada juga merupakan parameter morfometrik yang dapat digunakan untuk memprediksi bobot hidup, panjang tubuh, dan performa pertumbuhan pada sapi (Mawaddah dkk., 2024). Parameter ini sering digunakan untuk memperkirakan status energi dan kesehatan ternak secara umum. Ternak dengan lingkaran dada yang optimal umumnya memiliki cadangan energi yang cukup serta organ reproduksi yang berkembang optimal, sehingga peluang kebuntingan meningkat. Kelebihan atau kekurangan cadangan energi dapat menurunkan tingkat ovulasi dan keberhasilan embrio, serta mengubah komunikasi seluler di folikel ovarium (Bastos dkk., 2023). Pengukuran lingkaran dada dilakukan dengan pita ukur pada posisi di belakang kaki depan, sehingga relatif mudah dan tidak memerlukan peralatan canggih. Di MBC, pengukuran lingkaran dada menjadi indikator tambahan untuk menilai kesiapan kawin indukan sapi Bali.

Mitra Maiwa Breeding Center (MBC) di Kecamatan Tanete Riaja Kabupaten Barru berperan penting sebagai pusat pembibitan dan pengembangan sapi Bali di Sulawesi Selatan. Pusat ini menerapkan sistem pemeliharaan kelompok dengan manajemen reproduksi yang terstruktur. Namun demikian, tingkat kebuntingan ternak mitra masih bervariasi, yang diduga dipengaruhi oleh profil kesehatan, kondisi musim dan ukuran morfometrik individu. Pemahaman hubungan antara BCS, lingkaran dada, dan kebuntingan akan memberikan dasar ilmiah bagi peternak untuk meningkatkan efisiensi reproduksi. Dengan pendekatan ini, peternak dapat mengoptimalkan pemilihan induk yang memiliki peluang kebuntingan lebih tinggi, sehingga mendukung percepatan peningkatan populasi sapi Bali.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara *Body Condition Score* dan lingkaran dada dengan tingkat kebuntingan sapi Bali. Pendekatan ini diharapkan dapat mengidentifikasi parameter fisik yang paling berpengaruh terhadap keberhasilan kebuntingan, sehingga dapat dijadikan acuan dalam manajemen reproduksi. Temuan penelitian ini diharapkan memberikan manfaat praktis bagi peternak dalam meningkatkan produktivitas sapi Bali melalui pemilihan indukan yang tepat.

BAHAN DAN METODE

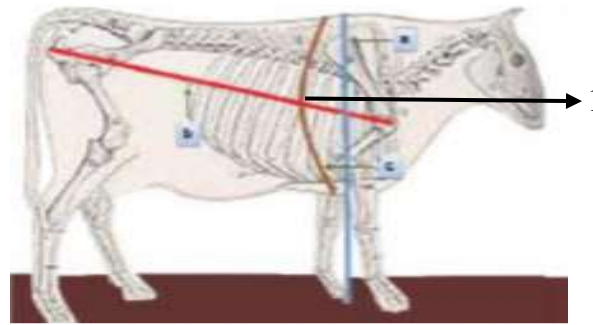
Materi Penelitian

Materi penelitian melibatkan 50 ekor sapi Bali betina dara berumur satu tahun, yang berlokasi di Kecamatan Tanete Riaja, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan. Pengumpulan data awal dilakukan pada tahun 2017, mencakup pengukuran Skor Kondisi Tubuh (Body Condition Score) dan lingkaran dada sapi Bali dara. Selanjutnya, data ini ditabulasi dan dihubungkan dengan catatan status kebuntingan dari Maiwa Breeding Center pada tahun 2020. Berdasarkan status kebuntingan tersebut, subjek penelitian diklasifikasikan menjadi dua kelompok dengan jumlah yang setara: Kelompok I terdiri dari 25 ekor sapi Bali bunting, dan Kelompok II terdiri dari 25 ekor sapi Bali yang tidak bunting.

Parameter Pengukuran

Pengukuran Lingkaran dada

Pengukuran yang dilakukan bersifat kuantitatif. Cara pengukuran lingkaran dada dapat dilihat pada Gambar 1. Pengukuran lingkaran dada dilakukan dengan melingkarkan pita ukur (cm) secara horizontal mengelilingi rongga dada. Titik pengukuran yang digunakan adalah melalui bagian posterior punuk (belakang punuk) dan di belakang sendi bahu (sendi *scapulohumeral*).



Gambar 1. Cara mengukur Lingkar Dada (1)

Penilaian *Body Condition Score*

Penilaian *Body Condition Score* (BCS) dilakukan menggunakan skala 1 hingga 9, di mana setiap skor memiliki kriteria spesifik berdasarkan tingkat timbunan lemak dan penampakan struktur tulang (Rasby dan Funston, 2016)

Kondisi Kurus (BCS 1–3): Sapi berada pada defisit energi yang signifikan. BCS 1 ditandai dengan ketajaman ekstrem pada semua struktur tulang, termasuk bahu, rusuk, punggung, *hook*, dan *pin*, yang tidak ditutupi lemak atau otot sama sekali. Pada BCS 2, tulang belakang (*processus spinosus*) mudah terlihat dan terasa tajam, dan tidak ada penumpukan lemak yang terlihat di bagian belakang. Pada BCS 3, lapisan lemak mulai terbentuk di beberapa area (pinggang, punggung, *forerib*), namun tulang belakang masih dapat dideteksi secara terpisah melalui palpasi dan terasa menonjol.

Kondisi Ideal/Transisi (BCS 4–5): Ini adalah rentang kondisi optimal hingga batas. BCS 4 menunjukkan rusuk ke-12 dan ke-13 serta *forerib* masih sedikit terlihat, dan *processus spinosus* melintang hanya dapat dibulatkan dengan tekanan. Pada BCS 5, rusuk tidak lagi terlihat, kecuali dalam kondisi menyusut, dan *processus spinosus* melintang menjadi tumpul, membutuhkan tekanan kuat untuk dirasakan, dan tidak menonjol secara visual.

Kondisi Gemuk hingga Obesitas (BCS 6–9): Sapi memiliki cadangan lemak berlebih. Pada BCS 6, tulang rusuk tertutup sepenuhnya, dan bagian belakang sapi tampak montok dan penuh, terasa kenyal. BCS 7 ditandai dengan sulitnya membedakan ruang antar *processus spinosus*, di mana tulang belakang hanya terdeteksi dengan sentuhan yang sangat keras, disertai timbunan lemak yang berlimpah di sekitar pangkal ekor. BCS 8 menunjukkan ternak yang berwarna kuning terang dan halus; semua struktur tulang tertutup, dengan lapisan lemak yang tebal dan tidak merata. Akhirnya, BCS 9 merepresentasikan obesitas, di mana kepala ekor tertutup sepenuhnya di bawah lemak, tulang tidak dapat dirasakan, dan kelebihan lemak tersebut dapat mengganggu mobilitas normal hewan.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari subjek penelitian yang berupa hasil pengamatan langsung. Data primer yang terdapat didalam penelitian ini ialah data dari MBC Kabupaten Barru berupa lingkar dada dan *Body Condition Score*.
2. Analisis data kuantitatif dengan melihat korelasi antara lingkar dada dan *Body Condition Score* menggunakan analisis koefisien korelasi sederhana (r) dengan rumus:

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$$R^2 = r^2 \times 100\%$$

Keterangan:

- r : Korelasi
 Y : Lingkar Dada
 X : *Body Condition Score*
 n : Jumlah Sampel
 R^2 : Koefisien Determinasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rataan Lingkar Dada

Rataan lingkar dada sapi Bali bunting dan tidak bunting ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan lingkar dada sapi Bali bunting dan tidak bunting.

Status sapi Bali	Nilai Rata-Rata LD (cm)
Bunting	132.6 ± 6.4
Tidak Bunting	127.4 ± 5.4

Sumber: Data Maiwa Breeding Center, 2017.

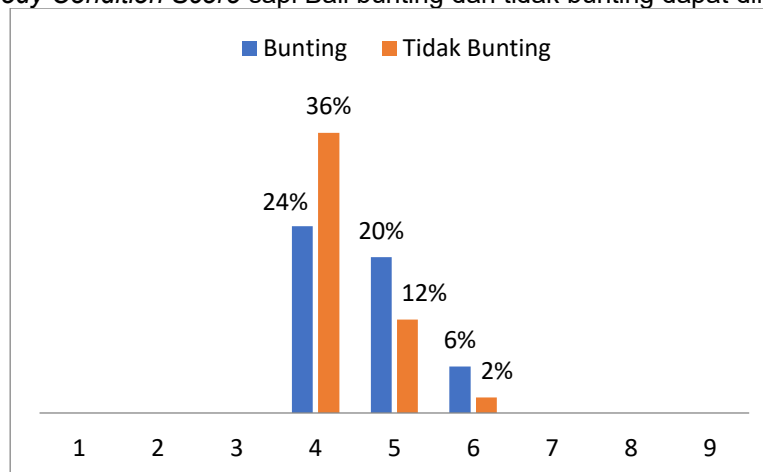
Berdasarkan data Maiwa Breeding Center pada Tabel 2. mengenai rata-rata lingkar dada sapi Bali bunting dan tidak bunting, sapi Bali bunting memiliki rata-rata lingkar dada lebih ideal dibandingkan sapi Bali tidak bunting. Ukuran rata-rata lingkar dada sapi Bali usia 1-3 tahun yaitu 144 cm (Mubarak & Akhsan, 2023). Perbedaan pertumbuhan lingkar dada pada sapi Bali dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu genetik dan nutrisi. Hamdani dkk. (2017) menyatakan bahwa lingkar dada pada sapi dipengaruhi oleh faktor lingkungan, genetik, pakan, manajemen dan jenis kelamin.

Kondisi awal penyebaran sapi Bali di Kecamatan Tanete Riaja, Kabupaten Barru mengalami kendala pemenuhan pakan akibat musim kemarau. Sapi Bali tidak bunting berada pada lokasi yang mengalami kekurangan pakan sehingga pemenuhan pakan perlu didistribusi dari desa lain. Selain itu, adanya perpindahan sapi Bali dari pemilik satu kepemilikan lain dengan tujuan monitoring Maiwa Breeding Center dan performa yang kurang baik dari peternak sebelumnya menjadi indikator adanya faktor stress yang terjadi pada ternak. Kedua faktor ini mengakibatkan sapi Bali mengalami kekurangan nutrisi dan stress yang mempengaruhi pertumbuhan lingkar dada. Gunawan dkk. (2016) menyatakan bahwa kandungan nutrisi dalam ransum berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap lingkar dada sapi Bali.

Peningkatan lingkar dada pada sapi Bali merefleksikan laju pertumbuhan otot dan lemak; pertumbuhan kedua komponen tersebut yang optimal akan berkorelasi positif dengan peningkatan dimensi lingkar dada. Otot dan lemak yang terbentuk ini berfungsi sebagai sumber energi esensial untuk mendukung dan mengoptimalkan produktivitas sapi Bali (Gunawan dkk., 2016). Selain itu, berdasarkan data dari Maiwa Breeding Center (Tabel 2), rata-rata lingkar dada sapi Bali yang bunting ditemukan lebih besar, menunjukkan adanya kontribusi signifikan lingkar dada terhadap status kebuntingan. Temuan ini konsisten dengan penelitian Zulkharnaim dkk, (2021) yang menyimpulkan bahwa dimensi linear tubuh seperti lingkar dada, panjang badan, dan tinggi badan dapat digunakan sebagai indikator prediktif terhadap produktivitas sapi Bali betina.

Persentasi *Body Condition Score* Sapi Bali Bunting dan Tidak Bunting

Persentasi *Body Condition Score* sapi Bali bunting dan tidak bunting dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentasi *Body Condition Score* sapi Bali bunting dan tidak bunting

Analisis data dari Maiwa Breeding Center, sebagaimana disajikan dalam Gambar 2, menunjukkan bahwa persentase *Body Condition Score* (BCS) sapi Bali bunting lebih tinggi pada skala ideal (BCS 5 dan 6) dibandingkan dengan sapi Bali yang tidak bunting. Hal ini mengindikasikan bahwa sapi bunting cenderung

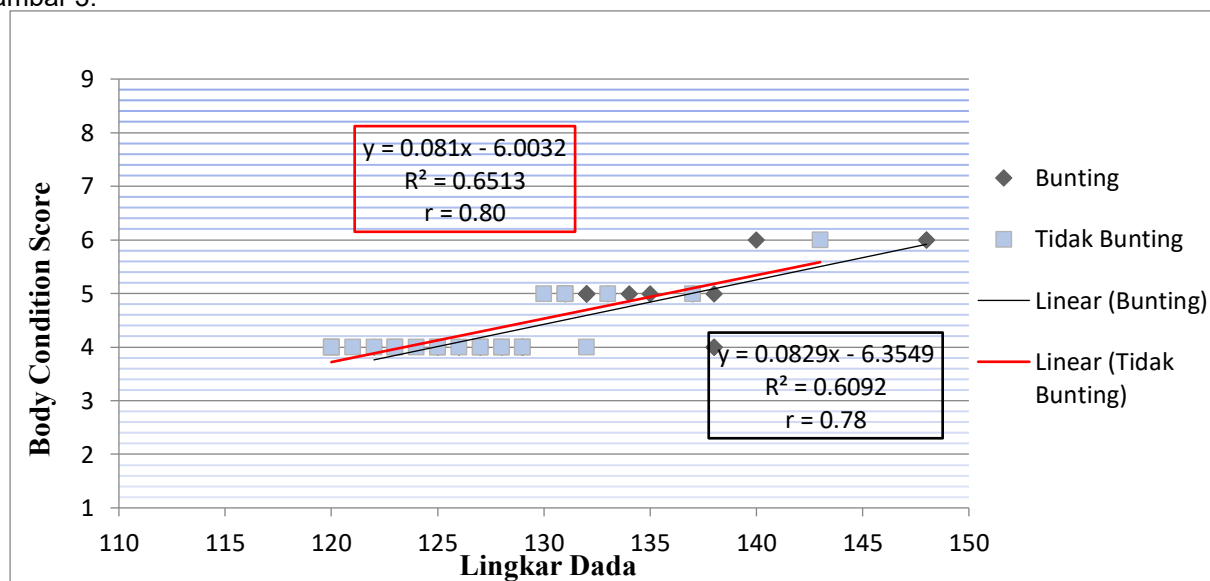
berada dalam kategori kondisi tubuh sedang hingga gemuk—kondisi yang dianggap optimal sebagai calon induk (ideal untuk reproduksi) dan secara signifikan memengaruhi status kebuntingan. Selanjutnya, kondisi BCS yang ideal sangat krusial karena fluktuasi bobot badan dapat mengganggu sistem reproduksi. Ternak yang memiliki bobot badan melebihi batas ideal berisiko mengalami gangguan reproduksi dan penyakit metabolik. Sebaliknya, bobot badan yang di bawah ambang batas ideal juga dapat berdampak negatif terhadap fungsi sistem reproduksi (Budiawan dkk, 2015).

Sapi dengan Skor Kondisi Tubuh (BCS) ideal (skala 5–7) merupakan indikator yang kuat terhadap reproduksi yang optimal. Kondisi ini, menurut Wahyudi (2008), dapat meningkatkan kualitas estrus dan keberhasilan Inseminasi Buatan (IB) hingga 20%, yang pada akhirnya memfasilitasi terjadinya kebuntingan. Peningkatan fertilitas ini didukung oleh fakta bahwa ternak dengan BCS yang memadai akan mengalami involusi uteri yang sempurna (kembalinya siklus estrus normal) dengan lebih cepat. Sebaliknya, BCS yang rendah sering kali dikaitkan dengan kadar hormon reproduksi utama (estrogen, progesteron) dan hormon metabolisme (leptin, IGF-I) yang lebih rendah FSH (Sitaresmi dkk., 2020). Selain itu, BCS rendah juga berkorelasi dengan kondisi anestrus *postpartum*, penurunan aktivitas ovarium, dan gangguan pada pelepasan hormon luteinizing (LH) serta hormon perangsang folikel (FSH). Secara fundamental, nilai BCS ideal mencerminkan tercukupinya kebutuhan nutrisi pakan, yang esensial untuk mendukung aktivitas hormonal, termasuk hormon reproduksi.

Namun, kondisi sapi Bali di Maiwa Breeding Center, Kecamatan Tanete Riaja, Kabupaten Barru, menunjukkan dominasi pada BCS skala 4 (cenderung kurus). Kondisi ini dinilai belum optimal untuk mencapai kebuntingan, sejalan dengan Eversol dkk., (2009) yang merekomendasikan BCS 5–7 sebagai rentang ideal untuk sapi betina bunting. Sapi yang kurus dapat gagal mencapai kebuntingan karena kebutuhan nutrisi tubuh yang tidak terpenuhi, yang pada gilirannya menyebabkan gangguan pada sistem produksi dan hormon yang diperlukan untuk reproduksi. Oleh karena itu, perbaikan proses reproduksi harus difokuskan pada pemenuhan kecukupan nutrisi sepanjang masa pemeliharaan, terutama pada fase kritis menjelang perkawinan, selama kebuntingan, dan laktasi (Amin, 2014).

Korelasi Parameter Lingkar Dada dan *Body Condition Score* Terhadap Performa Kebuntingan Sapi Bali

Korelasi lingkar dada dan *Body Condition Score* terhadap kebuntingan sapi Bali dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Korelasi Lingkar Dada dan *Body Condition Score* (BCS) terhadap kebuntingan sapi Bali

Hasil analisis yang disajikan pada Gambar 3 menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat antara lingkar dada dan *Body Condition Score* (BCS) pada kedua kelompok sapi Bali. Secara spesifik, sapi Bali yang bunting menunjukkan korelasi sebesar $r = 0.78$, dengan koefisien determinasi $R^2 = 0.60$ atau 60%. Sementara itu, sapi Bali yang tidak bunting juga memperlihatkan hubungan yang kuat dan positif dengan nilai korelasi $r = 0.80$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0.65$ atau 65%. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang mengaitkan status nutrisi dan dimensi tubuh. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa status nutrisi, yang diindikasikan oleh BCS, berkorelasi positif dan signifikan dengan lingkar dada ($r = 0.53$). Hal ini mengindikasikan bahwa sapi Bali dengan status nutrisi yang lebih baik cenderung memiliki lingkar dada yang lebih besar (Sari dkk., 2022). Meskipun demikian, Sari dkk., (2022) menekankan bahwa BCS tidak boleh dijadikan satu-satunya tolok ukur untuk menilai performa reproduksi atau pertumbuhan, mengingat adanya

pengaruh dari sistem pemeliharaan dan faktor lingkungan lainnya. Selain itu, Suretno dkk. (2017) juga menegaskan bahwa BCS sapi memiliki keterkaitan dengan lingkaran dada dan tinggi badan.

Peningkatan ukuran lingkaran dada dan BCS mencerminkan akumulasi otot dan lemak pada sapi Bali. Kondisi tubuh dengan komposisi otot dan lemak yang optimal sangat penting untuk mendukung produktivitas. Pendapat ini sejalan dengan Gunawan dkk. (2016) yang menjelaskan bahwa pertambahan lingkaran dada pada sapi Bali adalah representasi dari pertumbuhan otot dan lemak; semakin baik pertumbuhan kedua komponen tersebut, semakin tinggi pula peningkatan lingkaran dadanya. Lebih lanjut, Purwanto dkk. (2013) mengemukakan bahwa kondisi tubuh (termasuk bobot badan dan lingkaran dada) mencerminkan cadangan lemak yang berfungsi sebagai sumber energi esensial untuk mengoptimalkan produktivitas, khususnya selama perkembangan janin (*fetus*).

Berdasarkan hasil penelitian pada Gambar 3, terlihat bahwa lingkaran dada dan Body Condition Score (BCS) pada sapi Bali yang bunting menunjukkan korelasi yang cukup kuat, yaitu sebesar 0,78 dengan koefisien determinasi 0,60 atau 60%. Nilai tersebut disertai dengan dominasi BCS pada skala 5 hingga 6, yang menggambarkan kondisi tubuh sedang hingga mendekati gemuk. Kondisi ini dianggap sebagai rentang yang ideal untuk mendukung terjadinya kebuntingan, karena lingkaran dada dan BCS berada pada tingkat yang mendukung fungsi reproduksi secara optimal. Sementara itu, sapi Bali yang tidak bunting juga menunjukkan korelasi lingkaran dada dan BCS yang kuat, yakni sebesar 0,80 dengan koefisien determinasi 0,65 atau 65%, namun didominasi oleh BCS skala 4 yang mengarah pada kondisi tubuh lebih kurus. BCS yang rendah dapat menurunkan kemampuan tubuh dalam produksi hormon-hormon reproduksi serta mengganggu proses ovulasi (Masir & Fausiah, 2020). Rentang BCS yang optimal untuk mendukung kebuntingan pada sapi Bali dilaporkan berada pada kisaran 5,75–7,0 (Mansur dkk., 2024). Proporsi tubuh yang baik berkontribusi penting terhadap keberhasilan kebuntingan, karena BCS memengaruhi cadangan energi dan regulasi hormon reproduktif seperti leptin dan estrogen yang berperan dalam proses ovulasi dan pembentukan kebuntingan (Laksmi dkk., 2018).

Abdelli dkk., (2017) mengatakan bahwa apabila terjadi penimbunan lemak pada saluran reproduksi akibat kegemukan maka akan menyebabkan gangguan siklus estrus, angka kebuntingan rendah, distokia, abortus dan retensi plasenta. *Body Condition Score* terlalu rendah memperpanjang masa anestrus dan menurunkan peluang kebuntingan, sedangkan *Body Condition Score* terlalu tinggi juga meningkatkan risiko gangguan reproduksi (Mansur dkk., 2024). Faktor lain yang dapat mendukung kebuntingan adalah manajemen pemeliharaan, pemberian pakan yang berkualitas dan mencukupi nilai gizi harian ternak, terhindar dari penyakit dan stress. Pemberian pakan dengan kualitas rendah pada sapi induk akan mengganggu performa sapi induk dan mengalami kesulitan dalam melahirkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat hubungan yang signifikan antara *Body Condition Score* (BCS) dan lingkaran dada terhadap tingkat kebuntingan sapi Bali di Kecamatan Tanete Riaja, Kabupaten Barru. Sapi Bali dengan lingkaran dada yang lebih besar serta BCS pada kisaran 5–6 memiliki peluang kebuntingan yang lebih tinggi dibandingkan sapi dengan BCS rendah (skala 4). Korelasi positif yang kuat ($r = 0,78$; $R^2 = 0,60$) menunjukkan bahwa kedua parameter tersebut berperan penting dalam mendukung performa reproduksi. Kondisi tubuh yang ideal mencerminkan status nutrisi dan energi yang memadai untuk mendukung proses hormonal dan fisiologis kebuntingan. Dengan demikian, BCS dan lingkaran dada dapat dijadikan indikator praktis untuk memprediksi kesiapan reproduksi sapi Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M., Saili, T., & Yunus, L. (2025). *Model Pembibitan Wilayah Sumber Bibit Sapi Bali di Indonesia (Tinjauan Peternakan Rakyat Berkelanjutan)*. Deepublish.
- Abdelli, A., Raboisson, D., Kaidi, R., Ibrahim, B., Kalem, A., & Iguer-Ouada, M. (2017). Elevated non-esterified fatty acid and β -hydroxybutyrate in transition dairy cows and their association with reproductive performance and disorders: A meta-analysis. *Theriogenology*, 93, 99–104. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.01.030>
- Amin, R. U. (2014). Nutrition: Its role in reproductive functioning of cattle-a review. *Veterinary Clinical Science*, 2(1), 1–9.
- Bastos, N. M., Goulart, R. S., Bambil, D. B., Bridi, A., Mazzarella, R., Alves, L., da Silva Rosa, P. M., Neto, A. L., Silva, S. L., de Almeida Santana, M. H., Negrão, J. A., Pugliesi, G., Meirelles, F. V., Perecin, F., & da Silveira, J. C. (2023). High body energy reserve influences extracellular vesicles miRNA contents within the ovarian follicle. *PLoS ONE*, 18(1 January), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280195>
- Budiawan, A., Ihsan, M. N., & Wahjuningsih, S. (2015). Hubungan body condition score terhadap service per conception dan calving interval sapi potong Peranakan Ongole di Kecamatan Babat Kabupaten

- Lamongan. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 16(1), 34–40.
- Chebel, R. C., Mendonça, L. G. D., & Baruselli, P. S. (2018). Association between body condition score change during the dry period and postpartum health and performance. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4595–4614.
- Eversole, D. E., Browne, M. F., Hall, J. B., & Dietz, R. E. (2009). *Body condition scoring beef cows*.
- Gunawan, I. W., Suwiti, N. K., & Sampurna, P. (2016). Pengaruh pemberian mineral terhadap lingkaran dada, panjang dan tinggi tubuh sapi Bali jantan. *Buletin Vet. Udayana*, 8(2), 128–134.
- Harmayani, R., Alimuddin, A., & Azima, F. (2023). Hubungan Body Condition Score dengan Service Per Conception pada Induk Sapi Bali di Dusun Tempos Desa Tempos Kecamatan Gerung Lombok Barat. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(2), 368–378. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i2.438>
- Laksmi, D., Trilaksana, I., Darmanta, R. J., Darwan, M., Bebas, I., & Agustina, K. (2018). Correlation between body condition score and hormone level of Bali cattle with postpartum anestrus. *Indian Journal of Animal Research*. <https://doi.org/10.18805/ijar.b-971>
- Mansur, M., Toleng, A., Yusuf, M., Syamsu, J., & Hasrin, H. (2024). Critical risk factors influencing reproductive disorders in Bali cows: A comprehensive study on age, parity, and body condition score in smallholder farms of South Sulawesi. *Open Veterinary Journal*, 14, 3355–3362. <https://doi.org/10.5455/ovj.2024.v14.i12.20>
- Masir, U., & Fausiah, A. (2020). Paritas dan body condition score (BCS) ternak sapi bali di wilayah Kanusung, Sulawesi Barat. *Jurnal Sains Dan Teknologi Peternakan*, 1(2), 55–59.
- Mawaddah, U., Sudirman, S., Amrullah, A., Budiman, C., & Yani, A. (2024). Analisis Komparasi Rumus Djagra Dalam Memperkirakan Bobot Badan Ternak Sapi Bali (Studi Kasus Di UPTD. BPTHMT Serading). *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 25(1), 34–40. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2024.025.01.4>
- Nur Rahmatullah, S. (2023). Keragaman dan Hubungan Ukuran Tubuh Terhadap Produktivitas Sapi Bali (*Bos sondaicus*) di Kota Samarinda. *Jurnal Ilmu Dan Industri Peternakan*, 9(2), 116–129. <https://doi.org/10.24252/jiip.v9i2.33599>
- Purwanto, H., Sudewo, A. T. A., & Utami, S. (2013). Hubungan antara bobot lahir dan Body Condition Score (BCS) periode kering dengan produksi susu di BBPTU sapi perah Baturraden. *J. Ilmiah Peternakan*, 1(1), 134–141.
- Rasby, R. J., & Funston, R. N. (2016). I and management : Nutrition of cows : nvited eview Supplementation and feed. *The Professional Animal Scientist*, 32(2), 135–144. <https://doi.org/10.15232/pas.2015-01462>
- Sari, D., Said, S., Nahrowi, N., Priyanto, R., & Muladno, M. (2022). Effect of Body Condition Score on Reproductive Performance and Chest Girth of Bali cows in Different Rearing Systems. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*. <https://doi.org/10.14334/jitv.v26i4.2886>
- Sitairesmi, P., Widyobroto, B., Bintara, S., & Widayati, D. (2020). Effects of body condition score and estrus phase on blood metabolites and steroid hormones in Saanen goats in the tropics. *veterinary world*, 13, 833–839. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.833-839>
- Suretno, N. D., Purwanto, B. P., Priyanto, R., & Supriyatna, I. (2017). Evaluasi kesesuaian lingkungan berdasarkan penampilan produksi empat bangsa sapi pada ketinggian berbeda di Provinsi Lampung. *J. Vet*, 18(3), 478.
- Wahyudi, E. (2008). Hubungan Antara Body Condition Score (BCS) dengan Days Open (DO) Pada Sapi Peranakan Ongole. *Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang*.
- Z, M., & Akhsan, F. (2023). Identifikasi karakteristik sapi bali sebagai hewan kurban di desa galung, kabupaten barru, sulawesi selatan. *Journal Gallus Gallus*. <https://doi.org/10.51978/gallusgallus.v1i3.353>
- Zulkharnaim, S Baco, A Ako, S Baba, L Rahim, I. S. and H. (2021). Use of body linear measurements to estimate the reproductive performance of cattle in smallholder farms by a participative breeding system in South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012127>

EVALUASI FRAKSI SERAT WAFER RANSUM KOMPLIT BERBAHAN AMPAS SAGU DALAM FORMULASI RANSUM SAPI BALI

(Evaluation of the Fiber Fraction Ration Wafer Made from Sago Pulp in Cattle Ration)

Yarma Kurnia*, Triani Adelina, Jully Handoko, Anwar Efendi Harahap

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Sultan Syarif Kasim
JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru

*Email korespondensi: yarmakunia2001@gmail.com

ABSTRACT

Sago pulp is a type of plantation waste with a crude fiber content of 20.3% and low protein (2.1%) so it needs further processing in the form of complete ration wafers. The purpose of this study was to evaluate the value of Acid Detergent Fiber, Neutral Detergent Fiber, and hemicellulose of complete ration wafers made from sago pulp in ration formulation. This study was conducted in February - March 2025. This study used a Completely Randomized Design (CRD) method with 4 treatments and 4 replications, namely complete ration wafers + 0% sago pulp (P0), complete ration wafers + 10% sago pulp (P1), complete ration wafers + 20% sago pulp (P2), complete ration wafers + 30% sago pulp (P3). The parameters measured were the value of Neutral Detergent Fiber, Acid Detergent Fiber and hemicellulose. The results of the study showed that complete ration wafers made from sago dregs had a very significant effect ($P < 0.01$) on the values of Neutral Detergent Fiber, Acid Detergent Fiber, and hemicellulose. The conclusion of the study was that the addition of 30% sago dregs did not produce the highest values of Neutral Detergent Fiber, Acid Detergent Fiber, and hemicellulose. The best treatment was produced by the addition of 20% sago dregs with Acid Detergent Fiber values of 18.72%, Neutral Detergent Fiber 51.76%, and hemicellulose 33.03%.

Keywords: complete, hemicellulose, ration, sago pulp

PENDAHULUAN

Menurut Syartiwiidya (2023), sagu (*Metroxylon* sp.) merupakan flora endemik Indonesia dengan luas areal sekitar 1,128 juta hektar, mencakup 51,3% dari total luas ekosistem sagu global. Secara keseluruhan, lahan sagu dunia mencapai 6,5 juta hektar, di mana Indonesia menguasai sekitar 5,4 juta hektar, dengan lebih dari 95% atau sekitar 5,3 juta hektar berada di Papua. Namun, tingkat pemanfaatan lahan sagu di Indonesia masih tergolong rendah, dengan pemanfaatan yang baru mencapai sekitar 6% dan produksi yang tidak melebihi 500.000 ton per tahun. Dari jumlah tersebut, sekitar 80% produksi nasional berasal dari Provinsi Riau, di mana lebih dari 95% budidayanya dilakukan oleh perkebunan rakyat. Di Provinsi Riau, tanaman sagu tersebar di lima kabupaten utama, yaitu Kepulauan Meranti, Indragiri Hilir, Bengkalis, Siak, dan Pelalawan.. Kabupaten Kepulauan Meranti dan Indragiri Hilir berkontribusi sebesar 97,9% terhadap total produksi sagu di Provinsi Riau. Sebagian besar area perkebunan sagu, yakni 62,1%, serta 93,0% dari total produksi sagu di provinsi tersebut, terkonsentrasi di Kabupaten Kepulauan Meranti (Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2023). Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Meranti (2023), Produksi perkebunan sagu menurut kecamatan di Kabupaten Kepulauan Meranti tahun 2023 berjumlah 266,66 ton dari berbagai kecamatan. Di antara wilayah penghasil sagu, Kecamatan Tebing Tinggi Timur menjadi kontributor terbesar dengan produksi mencapai 16,68 ton. Dari satu pohon sagu, sekitar 17-25% berupa pati sagu yang dapat diekstraksi, sementara sisanya, yakni 75-83%, terdiri dari ampas sagu sebagai hasil sampingan (Latuconsina dan Satyarno, 2015). Dari data diatas dapat diperkirakan potensi limbah ampas sagu sebesar 185,25 ton. Banyaknya produksi sagu di Meranti dan pastinya memiliki limbah sagu yang bisa diolah sehingga ampas sagu ini sangat berpotensi untuk dijadikan sumber pakan ternak.

Hasil Analisis Laboratorium Ilmu Nutrisi Ruminansia Fakultas Peternakan Unand (2022) menunjukkan kandungan fraksi serat ampas sagu yang belum diolah adalah 37,89% NDF; 18,56% ADF; 19,33% hemiselulosa; 15,35% selulosa; 2,33% lignin. Ampas sagu berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan karena mengandung Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) 76,51%, tapi tidak bisa digunakan sebagaipakan tunggal karena rendahnya kandungan protein kasar tapi kandungan serat kasarnya tinggi (Sisriyenni dkk., 2017).

Siregar (2008) menyatakan bahwa pakan yang baik adalah pakan yang mengandung zat makanan yang memadai kualitas dan kuantitasnya, seperti energi, protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan mineral, yang semuanya dibutuhkan dalam jumlah yang tepat dan seimbang sehingga bisa menghasilkan produk daging yang berkualitas dan berkuantitas tinggi. Oleh karena itu, formulasi pakan yang tepat menjadi faktor krusial dalam menjaga produktivitas ternak sekaligus menekan biaya produksi. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan limbah pertanian, seperti ampas sagu, sebagai bahan baku alternatif. Namun, kendala utama dalam penggunaan ampas sagu adalah tingginya kadar serat kasar serta rendahnya

kandungan protein. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan proses pengolahan dengan mengembangkan pakan komplit berbasis ampas sagu yang diperkaya dengan berbagai sumber protein dan dikemas dalam bentuk wafer guna meningkatkan efisiensi bentuk wafer dengan dimensi 5 x 5 x 3 cm pada proses pembuatannya terdapat bagian yang tidak terkena panas, sehingga tidak banyak mengalami degradasi nutrisi. Adapun dalam proses pembuatan pellet menghasilkan produk dengan ukuran yang lebih kecil yang memungkinkan seluruh bagian terkena panas, sehingga degradasi protein dan serat kasar lebih tinggi dibandingkan wafer (Argadyasto et al. 2015). serta memudahkan dalam penanganan, penyimpanan dan transportasi (Pratama dkk., 2015).

Menurut Ningrum dkk. (2013) kandungan wafer adalah memiliki kualitas nutrisi lengkap, bahan baku bukan hanya dari hijauan makanan ternak seperti rumput dan legum tetapi juga dapat memanfaatkan limbah pertanian, perkebunan, atau limbah pabrik pangan, tidak mudah rusak oleh faktor biologis karena mempunyai kadar air kurang dari 14%, ketersediaan berkesinambungan karena sifatnya yang awet dapat bertahan cukup lama sehingga dapat mengantisipasi ketersediaan pakan pada musim kemarau serta dapat dibuat pada musim hujan ketika hasil hijauan makanan ternak dan produksi pertanian melimpah.

Menurut Van Soest (1982), sehubungan dengan kemampuan ternak ruminansia mencerna serat kasar, maka dari analisis proksimat dikembangkan oleh Van Soest untuk mengetahui komponen apa yang ada pada serat. Bahan pakan terdapat fraksi serat yang sukar dicerna yaitu *Neutral Detergent Fiber* (NDF). NDF adalah zat yang tidak larut dalam detergent netral dan merupakan bagian terbesar dari dinding sel tanaman, NDF terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin dan silika serta protein fibrosa serta fraksi serat lainnya yaitu acid detergent fiber (ADF) yang merupakan zat yang tidak larut dalam detergent asam yang terdiri dari selulosa, lignin dan silika. Ahmad (2022) melaporkan bahwa penambahan level ampas sagu sampai 30% dapat menurunkan kandungan fraksi serat wafer ransum komplit. Khair (2021) melaporkan bahwa ampas sagu yang di berikan perekat tepung tapioka sebanyak 5% pada wafer menghasilkan kandungan fraksi serat terbaik. Halimatussadiyah (2019) menyatakan bahwa penambahan level ampas sagu 30% menghasilkan fraksi serat terbaik dengan menggunakan bahan penyusun berbeda yaitu bungkil kedelai. Berdasarkan uraian di atas maka telah dilakukan kajian ilmiah yang lebih lanjut tentang "Evaluasi fraksi serat wafer ransum komplit berbahan ampas sagu dalam formulasi ransum" untuk pakan sapi bali".

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada pembuatan wafer ini yaitu ampas sagu, rumput lapang, dedak jagung, dedak padi halus, ampas tahu, dan molases. Bahan yang digunakan untuk analisis fraksi serat yaitu Larutan NDS, larutan ADS, air panas dan alkohol 96%

Alat yang digunakan yaitu alat pencetak wafer, baskom (tempat bahan), mixer (mesin pencampur pakan), terpal (alas untuk menjemur), plastik (tempat untuk menyimpan wafer), timbangan, penggaris, cawan literan, dan galon air. Alat untuk analisis fraksi serat yaitu *erlenmeyer*, kertas saring, pompa vacum, oven, eksikator, *waterbath*, desikator, gelas filter, dan fibertex.

Tempat dan Waktu

Penelitian pembuatan wafer dan analisis fraksi serat dilakukan di Lab. Nutrisi dan Teknologi Pakan UIN Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian dilaksanakan pada Bulan Februari-Maret 2025.

Metode Penelitian

Metode penelitian akan dilakukan penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Adapun perlakuan yaitu :

- R1 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 0 %
- R2 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 10 %
- R3 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 20 %
- R4 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan bahan ampas sagu 30 %

Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis secara statistik dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Steel dan Torrie (1995) dengan model matematis sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- M = nilai tengah umum atau rata-rata umum
- α_i = pengaruh perlakuan ke-i
- ϵ_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- i = perlakuan ke 1, 2, 3 dan 4

J = ulangan ke 1, 2, 3 dan 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Acid Detergent Fiber

Rataan nilai *Acid Detergent Fiber* wafer ransum komplit dengan penambahan level ampas sagu berbeda masing masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai ADF wafer ransum komplit

Perlakuan	ADF (%)
P0 = Wafer Ransum Komplit + 0% Ampas Sagu	18,15 ^a ± 6,35
P1 = Wafer Ransum Komplit + 10% Ampas Sagu	21,00 ^a ± 1,15
P2 = Wafer Ransum Komplit + 20% Ampas Sagu	18,72 ^a ± 2,03
P3 = Wafer Ransum Komplit + 30% Ampas Sagu	30,84 ^b ± 1,01

Keterangan: Data adalah rata-rata ± Standar Deviasi Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$)

Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa perlakuan penambahan ampas sagu sampai 30% memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perubahan *Acid Detergent Fiber*. perlakuan P3 (penambahan 30% ampas sagu) menghasilkan ADF paling tinggi (30,84%), dan perlakuan P0, P1, dan P2 menghasilkan nilai ADF paling rendah, dengan nilai P0, P1, dan P2 yang relatif sama (18,15% - 21,00%). Dari tabel terlihat bahwa penambahan level ampas sagu akan meningkatkan nilai ADF. Perlakuan dengan penambahan 30% ampas sagu (P3) menghasilkan nilai ADF tertinggi sebesar 30,84%. Nilai ini diduga dipengaruhi oleh kandungan ADF ampas sagu yaitu 48,66 (Sungadji dkk, 2008). Ampas sagu merupakan komponen dengan jumlah yang banyak pada susunan ransum, sehingga penambahan ampas sagu akan meningkatkan kandungan ADF pada hasil penelitian. Perlakuan dengan penambahan 0%, 10%, dan 20 %, menghasilkan ADF paling rendah diduga karena dipengaruhi oleh nilai ADF ampas sagu dalam ransum, semakin sedikit penambahan ampas sagu maka semakin sedikit mempengaruhi kenaikan nilai ADF wafer.

Kandungan *Acid Detergent Fiber* (ADF) pada wafer ransum dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satu faktor utama adalah bahan baku yang digunakan. Misalnya, Penggunaan pelepah sawit sebagai bahan baku wafer dapat menghasilkan kandungan ADF yang bervariasi tergantung pada jenis filtrat yang digunakan dalam proses pembuatan (Adli dkk., 2022). Kandungan ADF pada penelitian ini berkisar 30,84% - 18,15% Lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Khalifah (2017) yang memiliki kandungan ADF wafer pakan komplit berbasis ampas sagu dengan penambahan sumber protein berkisar antara 27,72%-23,39%. Hasil ini lebih rendah dibandingkan Halimatussa'diyah (2019) bahwa dimana kandungan ADF wafer ransum komplit berbahan ampas sagu adalah bernilai sebesar 67,64% - 54,23%.

Neutral Detergent Fiber

Nilai *Neutral Detergent Fiber* wafer ransum komplit dengan penambahan level ampas sagu berbeda masing masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai NDF wafer ransum komplit

Perlakuan	NDF (%)
P0= Wafer Ransum Komplit + 0% Ampas Sagu	63,90 ^{ab} ± 11,14
P1 = Wafer Ransum Komplit + 10% Ampas Sagu	68,97 ^b ± 2,86
P2 = Wafer Ransum Komplit + 20% Ampas Sagu	51,76 ^a ± 7,97
P3 = Wafer Ransum Komplit + 30% Ampas Sagu	56,86 ^{ab} ± 6,80

Keterangan: Data adalah rata-rata ± Standar Deviasi Superskrip. yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$)

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penambahan ampas sagu pada wafer ransum komplit dengan level yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penurunan kandungan NDF pada wafer ransum komplit. Pada Tabel 4.2. terlihat bahwa semakin tingginya persentase penambahan ampas sagu pada setiap perlakuan maka terjadi penurunan kandungan NDF dengan nilai berkisar antara 68,90 % sampai 51,76 %. Berdasarkan analisis sidik ragam terlihat bahwa penurunan kandungan NDF yang terendah terdapat pada perlakuan 20% dan merupakan perlakuan yang terbaik untuk menurunkan kandungan NDF pada wafer ransum komplit.

Penurunan kadar NDF pada wafer ransum komplit dengan penambahan 20% ampas sagu menunjukkan bahwa ikatan selulosa di dinding sel telah merenggang, sehingga pakan menjadi lebih mudah dicerna. Kondisi ini diduga juga karena terjadinya proses pengolahan ransum menjadi wafer dengan dilakukan pengeringan bahan, penggilingan, pengempresan dan pemanasan, juga diduga karena berkaitan dengan kandungan NDF dari ampas sagu, dari hasil penelitian Khair (2021) bahwa semakin tinggi penambahan persentase ampas sagu dalam substrat maka terjadi penurunan kandungan NDF dengan nilai berkisar antara 39,53 % sampai 32,69 %. Hasil penelitian tersebut lebih rendah di bandingkan penelitian ini, dengan nilai 51,76% sampai 68,90%.

Hemiselulosa

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terlihat rata-rata nilai Hemiselulosa wafer ransum komplit dengan penambahan level ampas sagu berbeda masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai *Hemiselulosa* wafer ransum komplit berbahan ampas sagu

Perlakuan	Hemiselulosa (%)
P0 = Wafer Ransum Komplit + 0% Ampas Sagu	45,74 ^b ± 2,79
P1 = Wafer Ransum Komplit + 10% Ampas Sagu	47,96 ^b ± 6,80
P2 = Wafer Ransum Komplit + 20% Ampas Sagu	33,03 ^a ± 7,04
P3 = Wafer Ransum Komplit + 30% Ampas Sagu	26,01 ^a ± 10,52

Keterangan: Data adalah rata-rata ± Standar Deviasi Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$)

Hubungan hemiselulosa merupakan hasil dari pengurangan ADF dan NDF sehingga jika nilai ADF atau NDF tinggi maka akan menurunkan nilai hemiselulosa wafer ransum komplit berbahan ampas sagu. Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa penambahan ampas sagu sampai 30% pada wafer ransum komplit dengan level yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penurunan kandungan hemiselulosa pada wafer ransum komplit, bahwa nilai terendah didapat pada P3 dan P2 dan nilai yang tertinggi pada perlakuan P0 dan P1. Menurut Ahmad (2022) hal ini berkaitan dengan kandungan NDF dan ADF sama-sama terjadi penurunan wafer ransum komplit pada level 30%, demikian menunjukkan bahwa diduga penggunaan ampas sagu dengan persentase yang berbeda yaitu 0% - 30% memberi pengaruh sangat nyata terhadap kandungan hemiselulosa wafer ransum komplit hal ini berbanding lurus dengan kandungan NDF dan ADF yang juga semakin rendah.

Pencetakan dan pemanasan pada pembuatan wafer diduga tidak mempengaruhi kandungan silase. Menurut Danilo 2015 perlakuan ternak intensif suhu tinggi dan durasi lama menyebabkan degradasi atau solubilisasi hemiselulosa. Tetapi pemanasan singkat pada pencetakan wafer mungkin akan memberi pengaruh kecil. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa kandungan hemiselulosa berkisar antara 26,01% - 47,96%. Nilai ini lebih tinggi dengan yang dilaporkan oleh Mucra dkk (2020) pada penelitian kualitas nutrisi fraksi serat wafer ransum komplit substitusi dedak jagung dengan level persentase ampas sagu yang berbeda dengan kisaran nilai hemiselulosa 3,27% - 6,45%.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian adalah perlakuan wafer ransum komplit dengan penambahan ampas sagu 30% tidak dapat menurunkan kandungan ADF dan NDF, dan dapat menurunkan hemiselulosa. Dan Perlakuan terbaik adalah pada penambahan ampas sagu 20 % dengan nilai ADF 18,72%, NDF 51,76% dan hemiselulosa 33,03%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pemberi bantuan dana dari Program Hibah pengabdian masyarakat Tahun 2024 melalui litabdimas kementerian Agama RI

DAFTAR PUSTAKA

- Adli A, F. Dwi., Zumarni, K. Fitrah., dan Sadarman. 2022. Pengaruh perbedaan bahan perekat dan sumber filtrat terhadap fraksi serat dan kualitas fisik wafer ransum komplit. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Ahmad J. 2022. Kandungan Fraksi Serat Wafer Ransum Komplit Berbasis Ampas Sagu Dengan Level Berbeda Pada Ransum Ternak Ruminansia. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Suska Riau.

- Argadyasto D, Y. Retnani, D. Diapari. 2015. Pengolahan daun lamtoro secara fisik dengan bentuk mash, pellet, dan wafer terhadap performa domba. *Buletin Makanan Ternak*. 102:19-26.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Meranti. 2023. Kabupaten Kepulauan Meranti dalam angka 2023. Badan Pusat Statistik.
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. 2023. Luas Perkebunan di Provinsi Riau. Pekanbaru: Dinas Perkebunan, Provinsi Riau
- Halimatussa'diyah. 2023. Pengaruh Penambahan Ampas Sagu dalam Wafer Ransum Komplit terhadap Kualitas Serat Pakan. *Skripsi* Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Khair Z. 2021. Kandungan Fraksi Serat Wafer Ransum Komplit dengan Penambahan Ampas Sagu yang Disimpan dengan Jenis Perekat dan Lama Penyimpanan yang Berbeda. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Khalifah, F. 2017. Pengaruh pemberian sumber protein berbeda terhadap kandungan NDF dan ADF wafer pakan komplit berbasis ampas sagu. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanudin. Makasar.
- Latuconsina, M. H. dan I. Satyarno, 2015. Batako ringan dengan campuran limbah ampas sagu. *Tesis*. Universitas Gadjah Mada
- Mucra, D. A., Adelina, T., Harahap, A. E., Mirdhayati, I., dan Perianita, L. 2020. Kualitas Nutrisi dan Fraksi Serat Wafer Ransum Komplit Substitusi Dedak Jagung dengan Level Persentase Ampas Sagu yang Berbeda. *Jurnal Peternakan*, 17(1), 49-53.
- Ningrum R. R. D. S., H. H. Hardoko,, dan B.B. Sasmito,. 2013. Pengaruh Ekstrak Kasar Fukoidan Alga Coklat *Sargassum polycystum* sebagai Anti kanker Terhadap Viabilitas Sel Hela. Universitas Brawijaya. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan*, 1(1), 83-92.
- Pratama, T., F. Fathul,, dan Muhtarudin. 2015. Organoletipik wafer dengan berbagai komposisi limbah pertanian di Desa Bandar Baru Kecamatan Sukau Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(2), 92-97.
- Siregar. 2008. Ransum Ternak Ruminansia. Penebar Swadaya. Jakarta
- Syartiwidya, S. 2023 "Potensi Sagu (*Metroxylon sp.*) dalam Mendukung Ketahanan Pangan di Provinsi Riau", Selodang Mayang: *Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, 9(1), pp. 77-84. doi: 10.47521/selodangmayang.v9i1.277.
- VanSoest, P. J. 1982 .*Nutritional Ecology of The Ruminant and Book*, Corvalilis, Vol. 112, 1982, pp. 126- 127.

FRAKSI SERAT SILASE LIMBAH SAYUR KOL DAN SAWI MENGGUNAKAN BERBAGAI SUMBER ADITIF SEBAGAI PAKAN RUMINANSIA

(Fiber Fraction of Cabbage Vegetable Waste Using Various Additional Sources as Ruminant Feed)

Virna Divya Rimarsha*, Evi Irawati, Triani Adelina, Anwar Efendi Harahap

Program Studi Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 28293

Email: vrnadvyars135@gmail.com

ABSTRACT

Utilizing cabbage and mustard greens waste as a substitute for forage for livestock is one of the efforts to provide limited forage in the dry season in the form of silage. Additives can be added to improve silage quality. This research aims to determine the quality of the fiber fraction contained in cabbage and mustard greens vegetable waste silage using various different additive sources. This research used a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 5 replications. Treatments are, P1 (70% cabbage and mustard greens waste + 30% rice bran); P2 (70% cabbage and mustard greens + 30% corn flour); P3 (70% cabbage and mustard greens waste + 30% piles); P4 (70% cabbage and mustard greens waste + (30% rice bran + corn flour + cassava)). The parameters observed include Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), Acid Detergent Lignin (ADL), cellulose and hemicellulose. The results of this research show that the administration of different additives has a very significant effect ($P < 0.01$) on reducing the NDF, ADF and ADL content, and a significant effect ($P < 0.05$) on increasing the cellulose and hemicellulose content. The conclusion of this research is that the use of various additive source materials will reduce the content of NDF, ADF, and ADL and increase the hemicellulose and cellulose content of cabbage and mustard green vegetable waste silage so that it can be used as ruminant feed.

Keywords: additives, fiber, cabbage, silage, lignin

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan merupakan hasil yang ditimbulkan oleh tindakan aktifitas manusia yang menimbulkan perubahan langsung atau tidak langsung, pencemaran lingkungan ini akan menyebabkan dampak yang negatif seperti pencemaran yang dihasilkan kendaraan, limbah organik dan lain-lain. Pencemaran yang dihasilkan limbah di pasar merupakan salah satu masalah yang sering dialami masyarakat sekitar, hal ini pasar sebagai tempat transaksi jual beli barang bagi masyarakat dan aktifitas yang meningkat di pasar dapat meningkatkan limbah yang dihasilkan. Limbah yang dihasilkan pasar dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi kesehatan warga pasar tersebut, seperti menimbulkan bau busuk, dan sebagai media tumbuh berbagai kuman penyakit, selain itu proses pembuangan dan pembersihan limbah memerlukan biaya yang mahal. Limbah pasar tradisional memiliki karakteristik yang sedikit berbeda dengan limbah perumahan. Komponen limbah pasar lebih dominan limbah organik daripada limbah anorganik. Limbah pasar organik terdiri dari limbah sayuran dan limbah buah. Limbah sayur diperkirakan sebesar 48,3 % dari limbah pasar yang dihasilkan (Muktiani *et al.*, 2007). Jumlah produksi limbah Kota Pekanbaru perhari mencapai 867,41 ton, limbah yang sudah terolah perhari hanya sebanyak 31,23 ton, sampah yang bisa ditimbun sebanyak 407,72 ton sedangkan sampah yang tidak terkelola perhari mencapai 452,49 ton (Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Pekanbaru, 2020). Limbah organik pasar apabila digunakan sebagai bahan baku pakan memiliki beberapa keuntungan yaitu memiliki nilai ekonomis karena menghasilkan berbagai produk yang berguna dan harganya murah, mudah didapat dan tidak bersaing dengan manusia, selain itu dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah. Selain kelebihan, limbah organik memiliki kelemahan antara lain mudah busuk dan voluminous (*bulky*). Disamping potensi tersebut limbah sayuran memiliki beberapa kelemahan sebagai pakan, antara lain mempunyai kadar air tinggi (91,56%) yang menyebabkan cepat busuk sehingga kualitasnya sebagai pakan tidak tahan lama.

Nilai nutrisi yang terkandung dalam limbah sayur kol menurut fakta gizi yang diuraikan oleh Data Komposisi Pangan Indonesia bahwa dalam 100 gram sayur kol atau kubis terdapat kandungan gizi sebagai berikut energi 51 kalori (kal), protein 2.5 g, karbohidrat 8 g, serat 3,4 g, vitamin C 16 mg, kalsium 100 mg, vitamin B1 0,4 mg, kalium 100 mg, natrium 50 mg, vitamin B2 (Ribovlavin) 0,1 mg dan niasin 0,2 mg. Dari kandungan nutrisi ini, terlihat bahwa sayur kubis utamanya mengandung serat, vitamin, dan mineral seperti kalium. Sebagai sayuran, kol juga tergolong tinggi vitamin C. Kandungan sawi hijau per 100 gram menurut Direktorat Gizi Masyarakat (2020) meliputi: kalori: 22,00 k. protein: 2,30 gram. lemak: 0,30 gram.

karbohidrat: 4,00 g. serat: 1,20 g. kalsium (Ca): 220,50 mg. fosfor(p): 38,40 mg. besi(Fe): 2,90 mg. vitamin A: 969,00 SI. vitamin B1: 0,09 mg. vitamin B2: 0,10 mg. vitamin B3: 0,70 mg. vitamin C: 102,00 mg. Tinggi kandungan air pada sayuran menyebabkan limbah tersebut mudah busuk. Oleh sebab itu diperlukan teknik pengawetan salah satunya silase.

Silase merupakan salah satu teknologi pengawetan dengan proses fermentasi, dengan teknik ini pakan yang melimpah di musim penghujan dapat disimpan lebih lama untuk kebutuhan pakan di musim kemarau (Mulyono, 1998). Silase pakan sumber serat yang berasal dari limbah sayuran pasar merupakan pakan alternatif untuk mengganti hijauan pakan pada saat musim kemarau. Silase pakan dibuat dengan menggunakan penyimpanan secara anaerob sehingga diharapkan dapat disukai ternak (*palatable*). Kualitas silase dapat semakin meningkat apabila ditambahkan berbagai inokulan dan sumber karbohidrat mudah larut dalam air (WSC) antara lain bioaktivator, dedak padi dan molases. Dalam pembuatan silase dibutuhkan aditif sebagai media tumbuh bakteri asam laktat (BAL). Aditif yang biasanya digunakan dalam pembuatan silase adalah dedak padi, tepung jagung dan onggok. Berdasarkan hal diatas, maka telah dilakukan penelitian untuk melihat fraksi serat silase dari limbah sayur (kol dan sawi).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan silase adalah sayur kol dan sawi. Bahan untuk analisis Van Soest nya adalah aquades 1 liter, Natrium –lauril Sulfat 30 g, *Trittiplex* III 18,61 g, Natrium borat 10 H₂ 6,81 g, *Disodium Hydrogen* Na₂HPO₄ 4,58 g, H₂SO₄ 1 N : 27,26 mL, CTAB (*Cetyl-Trimethyl Amonium Bromide*) : 20 g, oktanol, alkohol 96%. Alat yang digunakan dalam pembuatan silase adalah alat pencacah, plastik, timbangan, terpal dan ember. Alat untuk analisis *Van Soest* adalah gelas piala 1.000 ml, spatula, pipet tetes, timbangan analitik, *fibertec* yang dilengkapi dengan *hot extraction* dan *cold extraction*, pemanas listrik, oven, tanur, desikator, dan cawan crusibel

Metode

Metode penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dan 5 ulangan terdiri dari: P1 = limbah kol dan sawi 70% + 30% dedak padi; P2 = limbah kol dan sawi 70% + 30% tepung jagung; P3 = limbah kol dan sawi 70% + 30% onggok; P4 = limbah kol dan sawi 70% + 30% (dedak padi + tepung jagung + onggok).

Peubah yang diukur

Peubah yang diukur dalam penelitian ini adalah kandungan fraksi serat yang meliputi NDF(%), ADF (%), ADL (%), Hemiselulosa (%) dan Selulosa (%)

Prosedur Penelitian

Limbah sayur terlebih dahulu dicacah menggunakan pisau dengan ukuran 3- 5 cm kemudian sayur dilakukan penimbangan berat segar. Selanjutnya hasil dari potongan dijemur selama 4-5 jam untuk mengurangi kadar air hingga mencapai 60-70%. Proses selanjutnya adalah pencampuran limbah sayur dengan bahan aditif (dedak padi, tepung jagung dan onggok) sesuai dengan perlakuan. Bahan yang telah tercampur rata dimasukkan ke dalam silo lalu ditutup dengan menggunakan selotip yang bertujuan agar udara tidak dapat masuk ke dalam silo tersebut. Silo kemudian disimpan dalam ruangan sampai dengan waktu fermentasi 14 hari. Selanjutnya pengujian kualitas fraksi serat silase

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Neutral Detergent Fiber (NDF) Silase

Kandungan NDF silase limbah sayur kol dan sawi menggunakan berbagai sumber aditif tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan NDF silase limbah sayur

Perlakuan	NDF (% BK)
P1 (limbah kol dan sawi 70%+dedak padi 30%)	39,07±2,30 ^b
P2 (limbah kol dan sawi 70%+tepung jagung 30%)	26,33±2,58 ^a
P3 (limbah kol dan sawi 70%+onggok 30%)	46,91±2,37 ^c
P4 (limbah kol dan sawi 70%+(dedak padi+tepung jagung+onggok 30%))	36,39±1,04 ^b

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh sangat nyata (P<0,01)

Tabel 1. menunjukkan bahwa pemberian aditif yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap kandungan NDF silase limbah sayur kol dan sawi. Hasil uji lanjut memperlihatkan perlakuan dengan penambahan aditif tepung jagung (P2) menghasilkan nilai NDF paling rendah (26,33%), kemudian diikuti dengan perlakuan penambahan aditif campuran (P4) yang relatif sama dengan perlakuan

dengan penambahan aditif dedak padi (P1). Perlakuan P3 (penambahan onggok) menghasilkan nilai NDF yang paling tinggi (46,91%). Perlakuan P2 (penambahan tepung jagung) lebih rendah dari perlakuan P3 (penambahan onggok) diduga karena onggok memiliki serat kasar yang lebih tinggi di banding tepung jagung maka dari itu tepung jagung lebih cepat dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber energi sedangkan onggok membutuhkan waktu yang cukup lama untuk di jadikan sumber energi bagi bakteri dan kandungan NDF yang tinggi akan menghambat proses pencernaan secara optimal oleh ternak Hal ini disebabkan karena ikatan dinding sel selama penyimpanan terutama lignoselulosa masih terlalu kuat (Aurora, 1989; Van Soest, 1982). Oleh karena itu pakan hijauan yang baik bagi ternak seharusnya memiliki kandungan NDF yang rendah, begitu juga dengan silase yang akan digunakan untuk pakan ternak. Nilai NDF penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Armin *et al.*, (2021) pada penggunaan silase pakan komplit berbahan dasar enceng gondok menghasilkan nilai rataan NDF yaitu 48,38%-53,16%. Hasil penelitian ini juga lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Mayangsari *et al.*, (2021) menggunakan silase kulit buah kakao menghasilkan nilai NDF yaitu 54,33%-75,39%.

Kandungan Acid Detergent Fiber (ADF) Silase

Rataan kandungan ADF silase limbah sayur kol dan sawi menggunakan berbagai sumber aditif tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan ADF silase limbah sayur.

Perlakuan	ADF (% BK)
P1 (limbah kol dan sawi 70%+dedak padi 30%)	33,01±2,03 ^c
P2 (limbah kol dan sawi 70%+tepung jagung 30%)	15,03±2,08 ^a
P3 (limbah kol dan sawi 70%+onggok 30%)	35,63±1,86 ^d
P4 (limbah kol dan sawi 70%+(dedak padi+tepung jagung+onggok 30%))	25,48±0,95 ^b

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh sangat nyata (P<0,01)

Tabel 2. menunjukkan bahwa pemberian aditif yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap kandungan ADF silase limbah sayur kol dan sawi. Hasil uji lanjut memperlihatkan perlakuan dengan penambahan aditif onggok (P3) menghasilkan nilai ADF paling tinggi 35,63%, kemudian mengalami penurunan dengan perlakuan penambahan aditif dedak padi (P1) diikuti dengan perlakuan penambahan aditif campuran (P4) hingga yang paling rendah penambahan aditif tepung jagung (P2) dengan nilai NDF 15,03%. Kandungan ADF paling rendah terdapat pada perlakuan penambahan tepung jagung, diduga karena bahan aditif yang digunakan memiliki kandungan fraksi serat yang rendah kadar air 7,68%, kadar abu 0,27%, kadar protein terlarut 2,48%, protein total 8,27%, dan serat kasar 2,3% sehingga mempengaruhi ADF silase yang dihasilkan, maka BAL lebih mudah memanfaatkan nya sebagai sumber energi. akibatnya ADF yang dihasilkan silase lebih rendah dibanding bahan aditif yang lain. Hal ini sesuai dengan pendapat Judoamidjojo dkk. (1989) menyatakan bahwa enzim selulose yang diproduksi oleh mikroba selulolitik digunakan untuk menghidrolisis komponen-komponen ADF sehingga kandungan ADF menurun dan semakin tinggi kandungan *Acid Detergent Fiber* (ADF) maka kualitas daya cerna hijauan pada ternak semakin rendah. Nilai ADF penelitian rendah dibandingkan hasil penelitian Sandi *et al.*, (2020) menggunakan silase hijauan rawa kumpai tembaga dan kemon air menghasilkan nilai rataan ADF yaitu 48,36%-55,48%. Hasil penelitian juga lebih rendah bila dibandingkan hasil penelitian Untu *et al.*, (2022) menggunakan silase sorgum *varietas* pahat yang disimpan hingga 7 minggu menghasilkan nilai ADF dengan rataan 37,15%-40,97%.

Kandungan Acid Detergent Lignin (ADL) Silase

Rataan kandungan ADL silase limbah sayur kol dan sawi menggunakan berbagai sumber aditif yang berbeda tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan ADL silase limbah sayur

Perlakuan	ADL (% BK)
P1 (limbah kol dan sawi 70%+dedak padi 30%)	7,87±0,13 ^c
P2 (limbah kol dan sawi 70%+tepung jagung 30%)	3,89±0,07 ^a
P3 (limbah kol dan sawi 70%+onggok 30%)	5,86±0,10 ^b
P4 (limbah kol dan sawi 70%+(dedak padi+tepung jagung+onggok 30%))	5,83±0,06 ^b

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh sangat nyata (P<0,01)

Tabel 3. menunjukkan bahwa pemberian aditif yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kandungan ADL silase limbah sayur kol dan sawi. Hasil uji lanjut memperlihatkan perlakuan dengan penambahan aditif tepung jagung (P2) menghasilkan nilai ADL paling rendah 3,89%, kemudian diikuti dengan perlakuan penambahan aditif campuran (P4) yang relatif sama dengan perlakuan dengan penambahan aditif onggok (P3). Perlakuan P1 (dedak padi) menghasilkan nilai ADL yang paling tinggi 7,87%. Lignin merupakan salah satu bagian dari fraksi serat yang mengandung karbon, *hydrogen* serta oksigen dengan komposisi karbon yang lebih tinggi sehingga karbon ini dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energi dalam proses metabolisme mikroba menghasilkan enzim ekstraseluler yang mampu memutuskan ikatan lignoselulosa yang terdapat pada fraksi serat kasar seperti selulosa dan hemiselulosa menjadi glukosa yang dapat dimanfaatkan mikroba sebagai nutrisi. Kandungan ADL paling tinggi pada dedak padi diduga karena pada prosesnya terjadi perombakan pada ikatan ligninselulosa yang terdapat pada serat kasar. Serat kasar pada dedak padi berkisar antara 10-16% sehingga bakteri mudah memanfaatkan dedak padi sebagai sumber energi pada proses silase. Nilai ADL penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan penelitian Ali *et al.*, (2019) pada silase ampas tebu dengan penambahan biomassa indigofera dan probiotik menghasilkan nilai ADL dengan rata-rata yaitu 7,52%-9,48%.

Kandungan Selulosa Silase

Kandungan selulosa silase limbah sayur kol dan sawi menggunakan berbagai sumber aditif yang tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata kandungan selulosa silase limbah sayur.

Perlakuan	Selulosa (% BK)
P1 (limbah kol dan sawi 70%+dedak padi 30%)	25,97±1,34 ^c
P2 (limbah kol dan sawi 70%+tepung jagung 30%)	12,06±0,81 ^a
P3 (limbah kol dan sawi 70%+onggok 30%)	23,06±1,78 ^b
P4 (limbah kol dan sawi 70%+(dedak padi+tepung jagung+onggok 30%))	31,76±1,47 ^d

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P<0,01$)

Tabel 4. menunjukkan bahwa pemberian aditif yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kandungan selulosa silase limbah sayur kol dan sawi. Hasil uji lanjut memperlihatkan perlakuan dengan penambahan aditif onggok memberikan nilai selulosa paling tinggi 31,76% diduga karena terjadi pencampuran ketiga bahan aditif yang membuat serat kasarnya sebagai sumber karbohidrat bertambah sehingga BAL sulit memprosesnya sebagai sumber energi karena adanya perombakan senyawa kompleks menjadi sederhana oleh bakteri yang menyebabkan lamanya proses fermentasi. Kandungan selulosa paling rendah terdapat pada perlakuan P2, diduga karena bahan aditif yang digunakan memiliki kandungan serat kasar yang rendah sehingga lebih cepat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi BAL. Akibatnya selulosa yang dihasilkan silase lebih rendah dibanding bahan aditif yang lain. Sumber energi BAL adalah tepung jagung karena memiliki kandungan WSC sebesar 5,42%, sehingga WSC dan serat kasar ini akan dicerna oleh BAL untuk dijadikan sumber energi dalam berkembang biak dan menghasilkan asam laktat. Menurut Minson (2012), WSC hijauan tropik mempunyai karakteristik yang berbeda jika dibandingkan di daerah *temperate*. WSC hijauan tropik sebagian besar komponen utama berada dalam bentuk pati yang secara alami BAL tidak memiliki kemampuan untuk memfermentasinya secara langsung namun berbanding terbalik dengan hijauan asal *temperate* pada umumnya mengandung WSC cukup tinggi dalam bentuk fruktan yang sangat mudah difermentasi oleh BAL. Kandungan selulosa penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Bana *et al.*, (2023) menggunakan silase ransum komplit dengan penambahan berbagai taraf jerami jagung menghasilkan nilai rata-rata selulosa yaitu 19,78%-25,81%, tetapi nilai selulosa penelitian hampir sama dengan penelitian Alfiardi *et al.*, (2023) menggunakan silase pakan komplit berbahan jerami jagung dengan penambahan *azolla piñata* sebagai pakan ternak ruminansia menghasilkan nilai rata-rata 21,04%-30,51%.

Kandungan Hemiselulosa Silase

Kandungan hemiselulosa silase limbah sayur kol dan sawi tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata kandungan hemiselulosa silase limbah sayur

Perlakuan	Hemiselulosa (% BK)
P1 (limbah kol dan sawi 70%+dedak padi 30%)	6,06±1,25 ^a
P2 (limbah kol dan sawi 70%+tepung jagung 30%)	11,30±0,80 ^b
P3 (limbah kol dan sawi 70%+onggok 30%)	11,28±1,41 ^b
P4 (limbah kol dan sawi 70%+(dedak padi+tepung jagung+onggok 30%))	10,91±0,26 ^b

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P<0,01$)

Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian aditif yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kandungan hemiselulosa silase limbah sayur kol dan sawi. Hasil uji lanjut memperlihatkan perlakuan dengan penambahan aditif dedak padi (P1) menghasilkan nilai hemiselulosa paling rendah (6,06%), kemudian diikuti dengan perlakuan penambahan aditif campuran (P4) 10,91% yang relatif sama dengan perlakuan dengan penambahan aditif onggok (P3) 11,28% dan perlakuan dengan penambahan tepung jagung (P2) 11,30%. Kandungan hemiselulosa paling rendah terdapat pada perlakuan P1 diduga karena bahan aditif yang digunakan memiliki kandungan fraksi serat yang lebih rendah sehingga mempengaruhi hemiselulosa silase yang dihasilkan. Kandungan hemiselulosa paling tinggi terdapat pada perlakuan P2, P3 dan P4 diduga karena hemiselulosa lebih sedikit dimanfaatkan jadi sumber energi BAL dan juga membutuhkan waktu yang lebih lama, akibatnya hemiselulosa silase masih menjadi cukup tinggi dibanding perlakuan. Hasil penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Jamaluddin *et al.*, (2024) pada pakan silase berbahan rumput gajah dengan penambahan ampas tahu sebagai pakan ruminansia menghasilkan nilai hemiselulosa dengan rata-rata 12,38%-13,30%. Kandungan hemiselulosa penelitian ini jauh lebih rendah bila dibandingkan penelitian Toni *et al.*, (2022) pada silase kulit pisang yang menggunakan level tepung tapioka berbeda menghasilkan nilai hemiselulosa pada rata-rata 27,46%-39,46%.

KESIMPULAN

Penggunaan berbagai bahan sumber aditif akan menurunkan kandungan NDF, ADF, dan ADL serta meningkatkan kandungan hemiselulosa dan selulosa silase limbah sayur kol dan sawi. Perlakuan dengan penambahan aditif tepung jagung memberikan hasil terbaik terhadap kualitas fraksi serat silase limbah sayur kol dan sawi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam Kementerian Agama Republik Indonesia atas bantuan dana sehingga kegiatan riset berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiardi, M., Munir, & Rasbawati. (2023). Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin silase pakan komplit berbahan dasar jerami jagung (*zea mays*) dengan penambahan azolla (*azolla pinnata*) sebagai pakan ternak ruminansia, *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 5(1), 1-6
- Ali, A., Kuntoro, B., Misrianti, R. (2019). Kandungan fraksi serat tepung silase ampas tebu yang ditambah biomasa indigofera sebagai pakan, *Jurnal Peternakan*, 16(1), 10-17
- Armin, A, Mustabi, J., Asriany, A., (2021). Kandungan NDF dan ADF silase pakan komplit yang berbahan dasar eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) dengan lama fermentasi berbeda. *Buletin Makanan Ternak*, 15(1), 21-19
- Aurora, S.P. 1989. Pencemaran Mikroba pada Ruminansia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bina, M.R., Syaruddin, Sahara, L.P., Sayuti, M. (2023). Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam silase ransum komplit dengan taraf jerami sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) yang berbeda, *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*, 2(1):44-53
- Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Pekanbaru. 2020. *Laporan akuntabilitas kinerja instansi*.

- Jamaluddin, N.F., Novieta, I.D., Irmayani. (2024). Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin silase berbahan dasar rumput gajah (*Pennisetum Purpureum*), dengan penambahan ampas tahu sebagai pakan ruminansia, *Jurnal Gallus Gallus*, 2(2), 52-60
- Judoamidjoj, R.M., E.G. said dan L. Hartono. 1989. Biokonversi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Koni, T.N.I., Tori, L., dan Foenay, T.A.Y. (2022). Fermentasi anaerobik untuk mengurangi komponen serat kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) dengan level tapioka berbeda, *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(3), 254-263
- Mayangsari, Harahap, A.E., Zumarni. (2021). Fraksi serat silase kulit buah kakao dengan penambahan level tepung jagung dan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 7(1), 25-32.
- Sandi, S., Riswandi, Wijaya, S.P., Ali, A.I.M.P., Sahara, E., Nurdin, A.S., Rofiq, N., Asmak. (2020). perubahan kandungan neutral detergent fiber, acid detergent fiber dan in-vitro true digestibility hijauan rawa dengan dan tanpa silase. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 9(2), 1-10.
- Untu, A.J., Waani, M.R., Tulung, Y.L.R., Tuturoong, R.A.V. (2022). Profil serat silase sorgum varietas pahat sebagai pakan ruminansia dengan lama penyimpanan ensilase yang berbeda, *Zootec*, 42(1), 254-260
- Minson, D.J. 2012. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press Inc. London
- Muktiani, A., J. Achmadi dan B. I. M. Tampubolon. 2007. Fermentabilitas Rumen Secara In Vitro Terhadap Sampah Sayur Yang Diolah. *J.Indon.Trop.Anim.Agric*. 32 (1) : 44- 50

PENGARUH PENAMBAHAN TWEEN 80 TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPLASTIK DARI PATI SAGU (*Metroxylon sagu* Rottb)

The Effect of Adding Tween 80 on the Characteristics of Bioplastics From Sago Starch (Metroxylon sagu Rottb.)

Stefany Andelina^{1*}, Ulyarti¹, Diana Pebriani Daulay¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Indonesia

* E-mail korespondensi: stefanyandelinaa451@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of adding Tween 80 on the characteristics of sago flour-based bioplastics (Metroxylon sagu Rottb). This study was prompted by the increasingly severe problem of plastic waste accumulation, which is difficult to decompose in the environment. Bioplastics offer an environmentally friendly alternative that can decompose naturally. Additionally, during the bioplastic manufacturing process, difficulties in releasing the bioplastic from the mold are often encountered. Therefore, Tween 80 was added to facilitate the release of bioplastics from molds through its surfactant properties. The experiment was conducted using a completely randomized design with six concentrations of Tween 80 (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, and 1.25 ml). The parameters observed included tensile strength, elongation, thickness, water resistance, and water vapor transmission rate (WVTR). The results showed that Tween 80 significantly affected all the properties tested. Increasing Tween 80 concentration reduced tensile strength and water resistance but increased elongation, thickness, and WVTR. The best results were obtained at a Tween 80 concentration of 0 ml with a tensile strength of 3.44 MPa, water resistance of 77.45%, WVTR of 4.43 g/m²·h, and a degradation period of 25 days.

Keywords: Bioplastic, Sago Starch, Tween 80

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik dalam kehidupan manusia semakin meningkat, pesat dan mengakibatkan terjadinya peningkatan limbah plastik terutama di Indonesia yang jumlahnya sudah sangat banyak. Maka limbah plastik ini dapat menyebabkan permasalahan pencemaran lingkungan seperti memicu terjadinya banjir karena plastik ini susah dihancurkan sehingga terjadinya penyumbatan pada saluran air yang berada dalam tanah. Plastik telah menjadi salah satu bahanyang lebih berharga dan memainkan peranpenting dalam kehidupan manusia, seperti kemasan makanan dan aplikasi biomedis. Namun demikian, plastik merupakan suatubahan yang tidak dapat terdegradasi secaraalami, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Rejeki *et al.*, 2023).

Perkembangan teknologi pertanian mendorong upaya pengurangan limbah plastik melalui pemanfaatan bioplastik berbahan alami seperti pati umbi-umbian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan bioplastik karena kekayaan sumber daya alamnya yang melimpah, meskipun penelitian di bidang ini masih terbatas (Dasumiati *et al.*, 2019). Bioplastik tergolong plastik ramah lingkungan karena dibuat dari bahan terbarukan seperti pati, minyak nabati, dan mikroorganisme yang mudah terurai secara alami (Maesaroh *et al.*, 2021). Selain itu, bioplastik memiliki keunggulan dapat digunakan seperti plastik konvensional namun mudah terdegradasi oleh aktivitas mikroorganisme, sehingga menjadi solusi alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan (Sulastris *et al.*, 2023).

Pati bisa diperoleh dari berbagai tanaman seperti sagu, umbi-umbian. Sagu termasuk tanaman yang mudah tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia; sehingga, ketersediaannya melimpah. Bioplastik yang hanya berbahan pati biasanya kualitasnya kurang baik, seperti terlalu rapuh. Oleh karena itu, diperlukan bahan lain untuk memperbaiki kualitas bioplastik. Bahan lain yang ditambahkan sebisa mungkin dapat memperbaiki kualitas bioplastik dari berbagai aspek, dengan tetap mempertimbangkan sifat degradasi plastik (Aspiana, 2020).

Sagu merupakan tanaman yang mudah dibudidayakan dan memiliki kandungan pati tinggi dengan produktivitas mencapai 25 ton/ha/tahun, jauh lebih besar dibandingkan sumber pati lain seperti ubi kayu atau jagung (Haryadi, 1992). Di Indonesia, sagu banyak ditemukan di Papua, Maluku, Riau, Sulawesi Tengah, dan Kalimantan, namun pemanfaatannya untuk pangan dan industri baru sekitar 10% dari potensinya (Yuniarti *et al.*, 2014). Pati sagu berpotensi besar sebagai bahan baku bioplastik ramah lingkungan karena mudah terurai di alam, meskipun masih terdapat kendala seperti sulitnya pelepasan bioplastik dari cetakan. Penggunaan Tween 80 sebagai surfaktan non-ionik dengan nilai HLB tinggi dapat mengatasi kendala tersebut dengan

meningkatkan kelarutan, fleksibilitas, serta mengurangi adhesi antara bioplastik dan cetakan, sehingga menghasilkan bioplastik yang lebih elastis dan mudah dilepaskan (Wanqing Deng *et al.*, 2023)

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti akan melakukan penelitian tentang "Pengaruh Penambahan *Tween* 80 Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Sagu (*Metroxylon Sagu Rottb*)". Pada penelitian ini dilakukan variasi penambahan tween 80 pada pati ubi jalar terhadap karakteristik bioplastik. Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *tween* 80 terhadap karakteristik bioplastik pati sagu dan untuk mendapatkan konsentrasi *tween* 80 yang tepat terhadap sifat fisik dan *barrier* terbaik.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pati sagu, Aquades, *Tween* 80, dan *Glycerol*. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik, oven, mikrometer sekrup, jangka sorong, *texture analyzer*, imigel, desikator tabung reaksi, ayakan 60 dan 200 mesh, blender, magnetik stirrer, stirrer, pH meter, baskom, batang pengaduk, spatula, gelas beaker, gelas ukur, labu ukur, dan *flexi glass* 20×20 cm.

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juni hingga agustus di Laboratorium Analisis dan Pengolahan Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, dan Laboratorium Pusat Studi Energi dan Nano Material Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Dengan 5 perlakuan konsentrasi tween 80 yaitu:

P1 : 0 ml

P2 : 0,25 ml

P3 : 0,5 ml

P4 : 0,75 ml

P5 : 1 ml

P6 : 1,25 ml

Setelah dilakukan penelitian pendahuluan maka didapatkan hasil perlakuan terbaik pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Komposisi Bioplastik 1 lapis

Perlakuan	Pati Sagu (g)	Gliserol (g)	Tween 80 (g)	Aquades (g)	Total
P1	4	2	0	144	150
P2	4	2	0,25	143,75	150
P3	4	2	0,5	143,5	150
P4	4	2	0,75	143,25	150
P5	4	2	1	143	150
P6	4	2	1,25	142,75	150

Pelaksanaan Penelitian

Proses pembuatan bioplastik dengan variasi konsentrasi *tween* 80 dilakukan dengan mencampurkan pati sebanyak 4 g yang berisi aquades, lalu campuran diaduk pada suhu ruang, kemudian dihomogenkan pada suhu 80°C dan diaduk menggunakan magnetik stirrer selama 10 menit lalu tambahkan gliserol dan tween 80 yang massanya sudah divariasikan. Sebelum campuran dituangkan pada cetakan diamkan dulu pada suhu ruang sekitar 5 menit untuk menghindari adanya gelembung-gelembung pada bioplastik, setelah itu campuran dituangkan pada cetakan 20×20 cm dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Tahap terakhir adalah mengeluarkan bioplastik dari oven, kemudian dapat dilepas dari cetakan. Lembaran *film* selanjutnya diuji karakteristiknya yang meliputi kuat tarik, elastisitas, ketebalan, daya serap air, dan degradasi bioplastik.

Parameter Yang Diamati

Kuat Tarik (Tensile Strength) (Pakerti & Muryeti, 2021)

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan sampel dipotong dengan ukuran 2 cm × 10 cm, lalu jepitkan pada klem sepanjang 1,5 cm. Kuat tarik ditentukan diatas beban maksimum saat bioplastik putus. Pengukuran uji tarik dapat ditentukan dengan Persamaan 1:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

σ = Kuat Tarik (N/m²)
 F = Gaya Tarik Maksimum (N)
 A = Lebar Film (m²)

Persen Perpanjangan (Elongasi) (Lailyningtyas et al., 2020)

Elongasi dapat juga didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula akibat adanya suatu gaya (gaya tarik) yang mempengaruhi. Uji persen pemanjangan dilakukan pada perhitungan panjang lembar bioplastik saat putus. Persentase pemanjangan dihitung menggunakan persamaan 2.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

ε = Elastisitas (%)
 Δl = Pertambahan Panjang (cm)
 L_0 = Panjang awal (cm)

Ketebalan (Warkoyo et al., 2014)

Ketebalan bioplastik diukur menggunakan mikrometer sekrup dengan akurasi 0,01 mm. Nilai ketebalan yang diperoleh merupakan rata-rata dari pengukuran yang dilakukan pada 5 titik yang dipilih secara acak.

Ketahanan Air (Pandu Lazuardi et al., 2013)

Sampel bioplastik dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm dan ditimbang menggunakan neraca analitik agar diketahui berat awal. Kemudian bioplastik dimasukkan ke dalam gelas beaker yang sudah diisi dengan aquades 5 ml. Kemudian didiamkan selama 20 menit pada suhu ruang. Setelah 20 menit kemudian keluarkan sampel bioplastik dari gelas dan keringkan. Timbang menggunakan neraca analitik untuk mengetahui berat akhir. Setelah itu hitung ketahanan air oleh bioplastik dengan rumus berikut.

$$\text{Ketahanan Air (\%)} = \frac{w - w_0}{w_0} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

w_0 = Berat sampel kering
 w = Berat sampel setelah direndam
 Ketahanan air % = 100 – Penyerapan air %.

Laju Transmisi Uap Air/WTVR (Pinerroz-Herandez, 2017)

Sebuah tabung yang mengandung kalsium klorida disegel menggunakan *ediblefilm* yang dihasilkan dari percobaan ini, Tabung ditimbang dan ditempatkan didalam pengering yang sebelumnya jenuh menggunakan natrium klorida jenuh (RH 75%). Perubahan berat tabung dari waktu ke waktu dicatat dan diplot sebagai fungsi waktu. WTVR dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{WTVR} = \frac{\text{Slope}}{A} \quad (4)$$

Keterangan:

WTVR = Water vapor transmission rate (g/m². Jam)
 Slope = Fungsi linear penambahan berat dan waktu (g/jam)
 A = Luas Film (m²).

Persentase Kumulatif Bioplastik (Fibriyani, 2017)

Uji degradasi dilakukan dengan cara meletakkan sampel bioplastik diatas tanah dengan Ph netral, setiap specimen sampel dipotong ukuran 2×2 cm. Sampel kemudian dibiarkan terkena udara terbuka sampai bioplastik terurai sempurna.

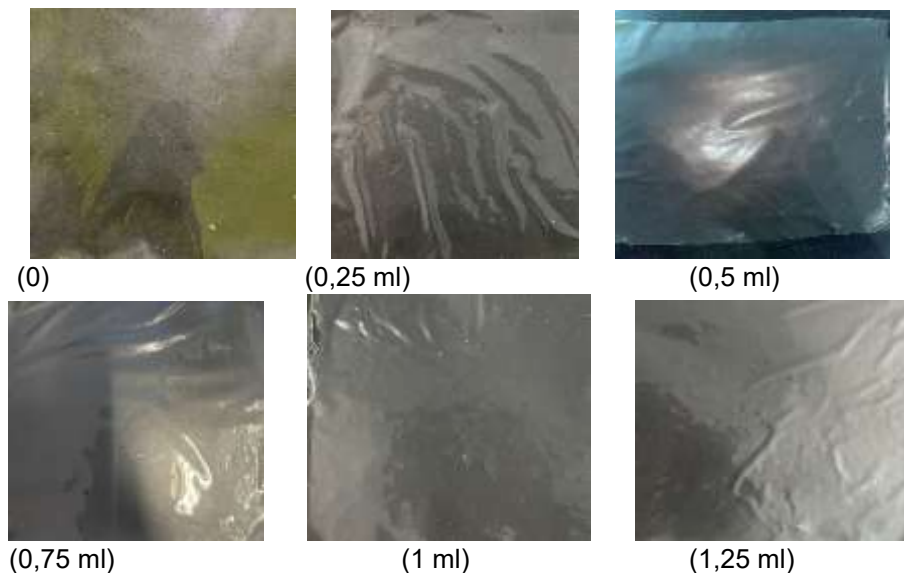
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode analisis ragam (*Analysys Of Variance/ANOVA*) pada taraf 5% dan 1%. Apabila hasil analisis tersebut menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan, maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%. Data persentase komulatif bioplastik dianalisis menggunakan aplikasi imagej.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioplastik

Bioplastik merupakan jenis plastik yang ramah lingkungan dibandingkan plastik konvensional, karena dapat terurai secara alami di lingkungan. Bioplastik ini biasanya berbentuk lembaran tipis yang elastis dan transparan dengan sedikit tingkat kekeruhan. Berikut adalah produk bioplastik yang terbuat dari pati sagu dibandingkan dengan plastik komersial pada Gambar 1.



Gambar 1. Bioplastik tepung pati sagu dengan berbagai penambahan tween 80

Pada gambar 1 merupakan hasil pembuatan bioplastik pati sagu dengan penambahan tween 80 yang menghasilkan satu lapisan bioplastik. Bioplastik dengan satu lapis memiliki tekstur dengan permukaan yang halus dan bersifat elastis. Bioplastik yang dihasilkan memiliki warna dan struktur yang berbeda-beda karena komposisi bahan yang digunakan. Semakin besar konsentrasi tween 80 yang digunakan menyebabkan bioplastik menjadi lebih berminyak/licin dan mempengaruhi karakteristik bioplastik tersebut. Permukaan bioplastik yang diperoleh lebih licin dan sedikit berminyak dan dibandingkan plastik komersial pada umumnya. Menurut Brandelero (Brandelero *et al.*, 2010) penambahan surfaktan seperti tween 80 pada bioplastik berbasis pati dapat mempengaruhi sifat mekanik dan permeabilitas bioplastik.

Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kuat tarik atau *tensile strength* adalah batas maksimum yang dapat dicapai pada saat sebuah bahan ditarik (Dahri, 2024). Kuat tarik merupakan salah satu parameter yang menentukan seberapa kuat bioplastik untuk menahan beban. Sifat mekanik dapat dipengaruhi oleh besarnya kandungan komponen-komponen penyusun bioplastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati sagu dengan penambahan Tween 80.

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 sangat berpengaruh nyata 5% terhadap kuat tarik bioplastik pada setiap perlakuan. Penambahan tween 80 menurunkan kuat tarik seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata kuat tarik bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Kuat Tarik (N/mm ²) ± SD
0	3,44 ± 0,69 ^d
0,25	2,45 ± 0,37 ^c
0,5	2,35 ± 0,14 ^c
0,75	1,33 ± 0,12 ^b
1	1,00 ± 0,14 ^{ab}
1,25	0,13 ± 0,06 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai kuat tarik bioplastik tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa penambahan tween 80, yaitu 3,44 N/mm², sedangkan nilai terendah kuat tarik bioplastik pada penambahan tween 80 sebanyak 1,25 ml yaitu 0,13 N/mm². Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah Tween 80 yang ditambahkan menurunkan kuat tarik. Penambahan tween 80 dapat menurunkan ketahanan terhadap tekanan mekanis sehingga kuat tarik akan menurun karena molekul yang rendah pada Tween 80. Tween 80 merupakan surfaktan non-ionik yang berfungsi sebagai plasticizer tambahan. Penambahan plasticizer pada bioplastik pati akan meningkatkan fleksibilitas dan elongasi dengan mengurangi ikatan antar rantai-rantai polimer (Purwanti, 2010). Dengan melemahnya ikatan antar-rantai ini, energi yang dibutuhkan untuk memisahkan molekul (kuat tarik) menjadi sangat kecil, sehingga film menjadi rapuh dan rentan terhadap kerusakan mekanis (Lailyningtyas *et al.*, 2020). Nilai kuat tarik akan menurun karena bioplastik kehilangan kekakuan dan kohesi internalnya.

Hasil penelitian sebelumnya oleh (Purwanti, 2010), Bahwa dengan bertambahnya jumlah plasticizer sorbitol dan kitosan nilai kuat tarik mengalami penurunan dari 3,94 Mpa menjadi 0,2 Mpa.

Elongasi (Perpanjangan Putus)

Elongasi merupakan salah satu parameter yang diuji sifat mekanik pada biopastik yang menunjukkan seberapa elastisitas bioplastik pada saat sampel ditarik hingga bioplastik putus (Pebri *et al.*, 2025). Pengujian elongasi bertujuan untuk mengetahui pertambahan panjang bioplastik terhadap panjang awalnya. Nilai elongasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata elongasi bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Elongasi (%) ± SD
0	4,74 ± 0,85 ^a
0,25	6,04 ± 0,32 ^{ab}
0,5	6,92 ± 0,56 ^{ab}
0,75	8,39 ± 0,71 ^b
1	11,29 ± 0,58 ^c
1,25	15,14 ± 0,72 ^d

Keterangan; Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Bersadarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan tween 80 pada pembuatan bioplastik secara signifikan meningkatkan nilai elongasi pada bioplastik. Semakin tinggi konsentrasi tween 80 yang ditambahkan, maka nilai elongasi bioplastik cenderung meningkat. Dari Tabel 3. menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 meningkatkan hasil nilai elongasi bioplastik tertinggi terdapat pada Tween 80 1,25 ml, yaitu sebesar 15,14 %. Dan nilai terendah terdapat pada jumlah Tween 0, sebesar 4,74%. Faktor yang mempengaruhi nilai elongasi bioplastik yaitu jenis dan konsentrasi surfaktan. Semakin tinggi penambahan tween 80 maka nilai elongasi semakin meningkat karena tween sebagai pemlastis mampu mengurangi interaksi antar molekul sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas pada bioplastik (Suryani, 2012).

Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu karakteristik penting dalam menentukan kualitas dan fungsi bioplastik, karena berpengaruh terhadap kekuatan mekanik serta sifat penghalangnya. Ketebalan mempengaruhi bioplastik dalam pembentukan produk yang dikemas dan permeabilitas udara. Pengukuran ketebalan bioplastik dilakukan dengan menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,01 mm. Nilai ketebalan yang didapat merupakan rata-rata dari pengukuran pada 5 titik posisi acak. Nilai ketebalan bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata ketebalan bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Ketebalan $\pm$ SD
0	0,31 $\pm$ 0,035 ^a
0,25	0,37 $\pm$ 0,023 ^b
0,5	0,50 $\pm$ 0,025 ^c
0,75	0,55 $\pm$ 0,015 ^d
1	0,62 $\pm$ 0,025 ^e
1,25	0,73 $\pm$ 0,030 ^f

Keterangan; Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4. Ketebalan bioplastik pati sagu meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penambahan tween 80 yang digunakan. Nilai ketebalan bioplastik terendah pada perlakuan 0 yaitu sebesar 0,31 $\pm$ 0,035 mm, Sedangkan nilai ketebalan tertinggi pada perlakuan 1,25 ml yaitu sebesar 0,73 $\pm$ 0,030 mm. Peningkatan ketebalan ini disebabkan peningkatan tween 80 pada setiap sampel. Peningkatan ketebalan pada bioplastik juga dapat dikaitkan dengan meningkatnya viskositas larutan pembentuk *film*. Penambahan surfaktan yang lebih tinggi menyebabkan larutan menjadi lebih kental, sehingga ketika dicetak dan dikeringkan lapisan bioplastik cenderung lebih tebal. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tween 80 berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan.

Hal ini sejalan dengan penelitian (Rodríguez *et al.*, 2006) yang menunjukkan bahwa penambahan surfaktan seperti Tween 20, Span 80, dan lesitin pada film berbasis pati kentang dari ketebalan 0,075 mm menjadi 0,115 mm seiring peningkatan konsentrasi surfaktan. Oleh karena itu hasil penelitian berbasis pati sagu dan penambahan tween 80 juga menghasilkan bioplastik yang lebih tebal.

Ketahanan Terhadap Air

Uji ketahanan air bioplastik dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap terhadap air. Pengujian ini digunakan untuk melihat kemampuan bioplastik dalam melindungi produk dari air (Pandu Lazuardi *et al.*, 2013). Nilai ketahanan air bioplastik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata ketahanan air bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Ketahanan Air (%)
0	77,45 $\pm$ 0,66 ^e
0,25	68,41 $\pm$ 6,05 ^d
0,5	49,64 $\pm$ 1,85 ^c
0,75	46,39 $\pm$ 4,19 ^c
1	37,78 $\pm$ 1,70 ^b
1,25	31,84 $\pm$ 10,76 ^a

Keterangan; Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 sangat berpengaruh nyata 5 % terhadap ketahanan air bioplastik pada setiap perlakuan. Dari hasil Tabel 9. Penambahan Tween 80 bioplastik pati sagu berpengaruh nyata terhadap ketahanan air bioplastik. Semakin tinggi penambahan Tween 80 maka daya serap air meningkat sedangkan ketahanan airnya semakin menurun. Hal ini dikarenakan Tween 80 merupakan surfaktan nonionik yang bersifat hidrofilik sehingga seiring penambahan konsentrasi tween mengakibatkan ketahanan air bioplastik semakin rendah. Bioplastik dengan kelarutan yang tinggi dapat mengakibatkan ketahanan air menjadi rendah (Kamaluddin *et al.*, 2022).

Laju Transmisi Uap Air/ Water Vapor Transmission Rate (WVTR)

WVTR merupakan parameter penting untuk menentukan tingkat permeabilitas lapisan bioplastik terhadap uap air. Lapisan dengan nilai WVTR yang rendah lebih tahan terhadap penetrasi uap air dan cocok untuk kemasan yang membutuhkan perlindungan kelembapan. Sebaliknya, nilai WVTR yang tinggi menunjukkan bahwa lapisan tersebut lebih permeabel terhadap uap air, yang dapat dipengaruhi oleh sifat hidrofilik lapisan dan struktur matriks lapisan itu sendiri (Yuniarti *et al.*, 2014). Nilai *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) atau transmisi uap air pada bioplastik pati sagu dengan penambahan tween 80 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Transmisi Uap Air Bioplastik dengan penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	WVTR (g/m ² /jam)
0	4,43 ± 0,36 ^a
0,25	5,32 ± 0,42 ^a
0,5	8,51 ± 1,41 ^{ab}
0,75	15,55 ± 5,25 ^b
1	24,69 ± 5,03 ^c
1,25	39,68 ± 6,94 ^d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DNMR

Peningkatan WVTR menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan Tween 80 maka kemampuan bioplastik dalam menahan transmisi uap air semakin besar untuk menembus lapisan bioplastik. Hal ini disebabkan karena Tween 80 merupakan surfaktan nonionik sehingga konsentrasi tinggi dapat mengganggu kerapatan struktur matriks bioplastik dan membentuk pori-pori yang mempermudah difusi uap air.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Brandelero *et al.*, 2010) Dimana nilai WVTR terendah pada *film* tanpa Tween kisaran $0,80 \times 10^{-7} \text{g/m}^2 \cdot \text{hari}$, Sedangkan yang tertinggi terdapat pada film dengan (50% pati + Tween 80 2%) sebesar $22,0 \times 10^{-7} \text{g/m}^2 \cdot \text{hari}$. Peningkatan nilai WVTR pada bioplastik pati sagu yang diamati dipenelitian ini dapat dijelaskan karena efek surfaktan Tween 80 yang meningkatkan sifat hidrofilik dan memperbesar volume bebas antar rantai polimer, sehingga uap air lebih mudah menembus permukaan bioplastik.

Persentase kumulatif Bioplastik

Pengujian persentase kumulatif bioplastik dilakukan untuk mengetahui laju degradasi bioplastik dalam jangka waktu tertentu hingga terurai sempurna di lingkungan alami (Kamaluddin *et al.*, 2022). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada hari pertama belum terjadi perubahan berarti, namun pada hari ke-5 hingga ke-7 mulai terlihat tanda-tanda degradasi berupa perubahan tekstur, pertumbuhan jamur, dan penurunan massa bioplastik. Penambahan Tween 80 mempercepat proses degradasi karena berperan menurunkan tegangan antar molekul pati, membuat struktur bioplastik lebih terbuka dan mudah ditembus air serta mikroorganisme. Bioplastik dengan konsentrasi Tween 80 lebih tinggi terurai lebih cepat, di mana seluruh sampel telah terdegradasi sempurna pada hari ke-25. Proses degradasi ini dipengaruhi oleh komposisi bahan dasar seperti pati yang mudah diuraikan oleh enzim amilase, ketebalan film yang menentukan laju penetrasi mikroba, serta kondisi lingkungan seperti kelembapan yang mendukung aktivitas biologis (Tanjung *et al.*, 2023).

Hubungan dan Statistik Parameter

Hubungan nilai kuat tarik dan elongasi menunjukkan hasil korelasi yang bersifat berbanding terbalik. Hal ini dikarenakan peningkatan nilai elongasi cenderung diikuti oleh penurunan kuat tarik, begitu pula sebaliknya. Secara fisik, hubungan ini menggambarkan keseimbangan antara elastisitas dan kekuatan struktur pada material bioplastik. Ketika bioplastik memiliki kemampuan renggang yang tinggi ikatan antar polimer menjadi lebih lentur dan mudah bergeser, sehingga menurunkan ketegangan maksimum yang mampu ditahan sebelum putus. Nilai elongasi tinggi menunjukkan bahwa material tersebut lebih fleksibel atau dapat merenggang lebih jauh sebelum putus. Hubungan kuat tarik dan elongasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Tarik dan Elongasi

Grafik pada Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 menyebabkan penurunan kuat tarik dan peningkatan elongasi sehingga keduanya memiliki hubungan berbanding terbalik. Semakin tinggi konsentrasi Tween 80 bioplastik menjadi lebih elastis namun kekuatannya menurun dengan titik keseimbangan terbaik pada perlakuan 0,5–0,75 ml. Selain itu hubungan antara ketahanan air dan WVTR juga berlawanan di mana peningkatan WVTR menandakan penurunan kemampuan bioplastik menahan air yang menunjukkan bahwa konsentrasi Tween 80 tinggi memperbesar permeabilitas terhadap uap air dan menurunkan daya tahan terhadap kelembapan. Hubungan ketahanan air dan WVTR dapat dilihat dari Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Ketahanan Air dan WVTR

Berdasarkan grafik pada Gambar 3, menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif antara ketahanan air dan WVTR pada bioplastik pati sagu. Semakin tinggi WVTR, semakin rendah ketahanan air, karena peningkatan konsentrasi tween 80 menurunkan kerapatan ikatan molekul pati. Pada konsentrasi tween rendah, bioplastik lebih rapat sehingga mampu menahan air lebih baik. Selain itu, ketebalan bioplastik juga berpengaruh langsung terhadap WVTR, di mana peningkatan ketebalan menyebabkan penurunan WVTR dan meningkatkan sifat penghalang air.



Gambar 4. Grafik Hubungan Ketebalan dan WVTR

Berdasarkan grafik pada gambar 4. terlihat bahwa hubungan antara ketebalan dengan WVTR bioplastik pati sagu dengan penambahan tween 80 memiliki pengaruh nyata atau hubungan positif antara parameter karena seiring bertambahnya tween 80 nilai WVTR juga meningkat. Peningkatan ketebalan ini dikarenakan penambahan surfaktan yang dapat memperkuat antar komponen bioplastik, sehingga struktur bioplastik yang terbentuk menjadi lebih tebal. Penambahan tween 80 dapat menyebabkan terbentuknya rongga-rongga kecil pada bioplastik terutama pada bioplastik 1 lapis sehingga dengan penambahan tween 80 juga meningkatkan laju WVTR atau uap air pada bioplastik yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 berpengaruh nyata terhadap karakteristik bioplastik pati sagu, di mana peningkatan konsentrasi Tween 80 menurunkan kuat tarik dan ketahanan air, namun meningkatkan elongasi, ketebalan, dan laju transmisi uap air (WVTR). Perlakuan terbaik diperoleh pada tanpa penambahan Tween 80 (P1) dengan kuat tarik 3,44 MPa, ketahanan air 77%, WVTR 4,43 g/m².jam, dan waktu degradasi 25 hari. Tween 80 berfungsi sebagai plasticizer yang meningkatkan fleksibilitas tetapi mengurangi kekompakan struktur bioplastik. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka Untuk bioplastik dari pati sagu tidak disarankan untuk menggunakan Tween 80 walaupun penggunaan Tween memudahkan pelepasan bioplastik dari cetakan. Namun, jika diperlukan bioplastik yang lebih mudah terurai dilingkungan, Tween 80 dapat digunakan dalam konsentrasi rendah. Penelitian lanjutan disarankan untuk menambahkan bahan penguat seperti kitosa, kalsium karbonat, atau selulosa guna untuk meningkatkan kekuatan mekanik bioplastik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditunjukkan kepada Universitas Jambi, Kampus Pondok Meja atas dukungan fasilitas, sarana, dan prasarana yang diberikan dalam menunjang kelancaran penelitian ini, Penghargaan juga diberikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi serta membantu dengan penuh kesabaran dan ketulusan dalam setiap tahapan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahri, K. (2024). Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Selulosa Sabut (Fiber) Kelapa Sawit Dengan Penambahan Sorbitol Dan Cmc (Carboxy Methyl Cellulose). *Skripsi*, 1–121.
- Dasumiati, Saridewi, N., & Malik, M. (2019). Food packaging development of bioplastic from basic waste of cassava peel (manihot utilisima) and shrimp shell. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 602(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/602/1/012053>
- Fibriyani, D. (2017). Pengolahan Onggok Singkong Sebagai Plastik Biodegradable Menggunakan Plasticizer Gliserin Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(2), 74–77. <https://doi.org/10.17728/jatp.195>
- Kamaluddin, M. A., Maryono, M., Hasri, H., Genisa, M. U., & Rizal, H. P. (2022). Pengaruh Penambahan Plasticizer Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Selulosa Limbah Kertas. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(02), 197. <https://doi.org/10.23960/aec.v7i02.2022.p197-208>
- Lailyningtyas, D. I., Iutfi, M., & Ahmad, A. M. (2020). Uji Mekanik Bioplastik Berbahan Pati Umbi Ganyong (Canna edulis) dengan Variasi Selulosa Asetat dan Sorbitol. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 8(1), 91–100. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.01.09>
- Maesaroh, Kartikawati, E., & Elvianasti, M. (2021). Upaya Peningkatan Sikap Peduli Lingkungan Melalui Pelatihan Bioplastik. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 360–366.
- Pandu Lazuardi, G., Sari Edi Cahyaningrum Jurusan Kimia FMIPA, dan, & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2013). Dan Pati Singkong Dengan Plasticizer Gliserol Preparation and Characterization Based Bioplastic Chitosan and Cassava Starch With Glycerol Plazticizer. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3), 161–166.
- Pebri, E., Putra, D., Larassati, D. P., Wijayani, R. A., Thamrin, E. S., Sylvia, T., Subara, D., Laksono, U. T., Pertanian, T. I., & Industri, F. T. (2025). Bioplastic Properties Of Banana Weevil Starch With Variation Glycerol Concentrations - Plastik dalam kehidupan manusia banyak digunakan sebagai bahan kemasan makanan dan minuman (Ilmiawati et al ., 2017). Plastik sebagai kemasan umumnya diguna. 13(2), 293–308.
- Rejeki, S., Faradilla, R. F., L, M., Elvira, I., & Libriani, R. (2023). Inovasi Pengembangan Bioplastik Berbasis Air Kelapa Di Desa Labuko Kecamatan Wakorumba Buton Utara. *HIRONO: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 109–116. <https://doi.org/10.55984/hirono.v3i2.153>
- Sulastri, I., Suryati, S., Azhari, A., Sulhatun, S., & Bahri, S. (2023). Pembuatan Bioplastik Dari Tepung Ubi Jalar (Ipomoea batatas) Dengan Pengaruh Penambahan Ampas Tebu (Saccharum officinarum) dan Gliserol. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(4), 481. <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i4.9844>
- Tanjung, denny akbar, & Sirmas, M. (2023). Pembuatan Komposit Bioplastik dari Pati Sagu Kombinasi Polietilen.
- Wanqing Deng, Huiyuan Zheng, Zichun Zhu, Yun Deng, Yuchen Shi Zhong, Danfeng Wang, and Y. (2023). *Wettability , and Preservation Properties of Electrically Sprayed*.
- Warkoyo, Rahardjo, B., Marseno, D. W., & Karyadi, J. N. W. (2014). Sifat Fisik, Mekanik dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (Xanthosoma sagittifolium) yang Diinkorporasi dengan Kalium Sorbat. *Agritech*, 34(1), 72–81.
- Yuniarti, L. I., Hutomo, G. S., & Rahim, A. (2014). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (Metroxylon sp). *e-Journal Agrotekbis 2* (1): 38-46. *Issn: 2338*, 2(1), 38–46.

STRATEGI PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI SUB-DAS OMBI DAS PALU

Management Strategy for Ombi Sub-Watershed of Palu River Basin

Sri Wahyuni^{1*}, Naharuddin¹ Arman Maiwa¹, Abdul Rosyid¹, Rukmi¹, Rizky Purnama¹

¹Prodi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia

*E-mail korespondensi : ririnsaido@gmail.com

ABSTRACT

The Ombi Sub-watershed, located in the Palu River Basin, plays an essential role in supporting hydrological functions, community livelihoods, and environmental stability. However, land conversion, intensive agriculture, and weak institutional coordination have contributed to the degradation of the watershed. This study aims to assess the current condition of Ombi Sub-watershed management and formulate strategic recommendations using a Likert Scale and SOAR analysis approach. Data were collected through interviews, questionnaires, and field observations involving 70 respondents consisting of village officials, disaster response groups, and community members. The results show that all five assessed dimensions Policy and Regulation (3.37), Institutional and Participation (3.26), Operational and Technical (2.80), Economic and Financing (2.70), and Social and Education (2.86) fall under the "moderate" category. These findings indicate that watershed management has been implemented but has not yet reached an optimal level. The SOAR analysis further reveals that strengths lie in the availability of regulatory frameworks and community participation, while opportunities emerge from environmental education and the adoption of eco-friendly technologies. Aspirations and results remain limited due to insufficient funding and weak coordination. The recommended strategies include strengthening institutional roles, aligning regulations with local needs, improving technical conservation practices, and enhancing community capacity through continuous education. Overall, effective management of the Ombi Sub-watershed requires integrated efforts involving policy improvement, financial support, technological adoption, and broader community engagement.

Keywords : Strategy, Participation, Conservation, Watershed Management

PENDAHULUAN

Sulawesi Tengah merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki banyak daerah aliran sungai (DAS) sangat penting karena memainkan peran vital dalam kehidupan masyarakat setempat. Secara geografis, Sulawesi Tengah memiliki daerah aliran sungai yang luas, dengan beberapa sungai besar yang cukup terkenal, seperti Sungai Lariang, Sungai Kabalutan, Sungai Poso, dan Sungai Rano (Panuntun *et al.*, 2025). Masing-masing sungai ini memiliki karakteristik serta manfaat yang berbeda. Salah satu sungai terbesar di Sulawesi Tengah adalah Sungai Palu (Ariyani *et al.*, 2020). DAS ini mencakup berbagai Sub-DAS, salah satunya adalah Sub-DAS Ombi, yang secara administrasi berada di Desa Balongga Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi.

Fungsi hidrologis DAS berkaitan erat dengan pengaturan dan kestabilan siklus air. DAS berperan dalam menangkap, menyimpan, dan mengalirkan air hujan ke sungai, danau, serta ke dalam lapisan tanah melalui infiltrasi. Vegetasi pada DAS membantu meningkatkan kapasitas resapan air dan mengurangi limpasan permukaan, sehingga dapat mengurangi risiko banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Selain itu, DAS menjaga kualitas air dengan menyaring sedimen dan zat pencemar sebelum air mencapai badan air utama (Widiatmoko *et al.*, 2020).

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) perlu dilakukan dengan pendekatan ekosistem yang melibatkan masyarakat lokal sebagai bagian penting dari upaya perbaikan kondisi lingkungan (Maiwa, 2025). Pengelolaan ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis atau fisik semata, tetapi juga mencakup dimensi sosial, ekonomi, serta kelembagaan yang saling berkaitan. Untuk mendukung kebijakan konservasi dan perencanaan wilayah yang berkelanjutan, ataupun pemantauan kondisi hidrologi. Khususnya debit dan kualitas air permukaan harus dipantau secara rutin dan berkesinambungan. Dengan demikian, pengelolaan DAS yang efektif dan menyeluruh, dapat memberi manfaat jangka panjang bagi lingkungan maupun masyarakat (Widiatmoko *et al.*, 2020).

Secara sosial-ekonomi, DAS menyediakan berbagai sumber daya dan jasa lingkungan yang menunjang kehidupan masyarakat. Seperti lahan dalam wilayah DAS dimanfaatkan untuk pertanian, perkebunan, perikanan, dan kehutanan, yang menjadi sumber penghidupan utama bagi banyak komunitas lokal. Selain itu, DAS juga digunakan untuk irigasi, air minum, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dan

kegiatan industri. DAS juga memiliki nilai sosial dan budaya, seperti tempat wisata alam, tempat ritual adat, atau simbol identitas masyarakat. Dengan pengelolaan yang baik, DAS dapat menjadi sumber daya yang berkelanjutan dan mendukung kesejahteraan ekonomi sekaligus menjaga kelestarian lingkungan (Kasus *et al.*, 2023).

Namun demikian Sub-DAS Ombi adalah wilayah yang mengalami tekanan yang signifikan akibat praktik pertanian intensif, alih fungsi hutan, serta lemahnya pengawasan tata guna lahan. Akibatnya, masyarakat Desa Balongga semakin sering mengalamibanjir dan kekeringan secara bergantian, yang berdampak langsung terhadap ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat.

Berdasarkan Kajian dari berbagai daerah tentang DAS menunjukkan bahwa adanya kerusakan DAS yang di sebabkan oleh kurangnya koordinasi strategi antara pemangku kepentingan dan partisipasi masyarakat, Sehingga perlu dilakukan kajian mendalam mengenai strategi pengelolaan DAS yang sesuai dengan karakteristik lokal Desa Balongga, baik dari segi biofisik, sosial, maupun kelembagaan. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi referensi dalam pengelolaan DAS berbasis masyarakat mencakup daerah rawan bencana (Sungai *et al.*, 2020)

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang di gunakan dalam penelitian voice recorder di gunakan untuk merekam suara informan, handphone di gunakan untuk mengambil dokumentasi, selama wawancara berlangsung dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah panduan pertanyaan (Kuisisioner) sebagai alat bantu pengumpulan data dan informasi yang di butuhkan dan mendukung keakuratan data yang di ambil.

Tempat dan Waktu

Penelitian akan di laksanakan di Desa Balongga, Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi. Penelitian berlangsung dari bulan Agustus hingga Oktober 2025.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk Penelitian ini adalah Metode Kualitatif, Metode Kualitatif adalah Metode Penelitian yang menggunakan Data Deskriptif yang mengamati fenomena Sosial, Peristiwa, Sikap, Keyakinan, dan Persepsi yang dimana dilakukan dengan teknik wawancara dan kuisisioner dan pengolahan data dilakukan secara sistematis dan mendalam (Adlini *et al.*, 2022)

Data primer yaitu data yang diperoleh melalui Wawancara dan Kuisisioner maupun melalui Observasi dan kegiatan Partisipatif lainnya, yang melibatkan Responden Penelitian lapangan yang berupa: Data Yang diambil pada pemerintah Desa Balongga untuk data Peta, Wawancara Kelompok Kelompok Siaga Bencana (KSB), Wawancara Aparatur Desa dan Kuisisioner serta yang berkaitan Langsung dengan Pengelolaan Sub-

DAS Ombi.

Data sekunder adalah data pendukung data primer yang berupa Jurnal, yang terkait dengan penelitian. melalui Studi Perpustakaan dan Literatur. Adapun data pendukung lainnya berupa data dari instansi, data desa terkait, pemangku kepentingan, terkait dengan Penelitian.

Analisis Data

Analisis Skala Likert

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan Skala Likert, yaitu model pengukuran sikap, persepsi, atau pendapat seseorang terhadap suatu pernyataan dengan menggunakan serangkaian pilihan jawaban yang terstruktur (Scale, 2013). Selanjutnya untuk mendesain strategi pengelolaan Sub-DAS Ombi DAS Palu, menggunakan pendekatan Analisis SOAR, yaitu di gunakan untuk menciptakan pemikiran dan desain strategis yang melibatkan semua pemangku kepentingan dalam proses berpikir.

Berikut adalah rumus yang di gunakan untuk menghitung persentase responden untuk setiap kategori dan skor rata-rata dari setiap kategori.

- a. Menghitung persentase tiap kategori jawaban:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Dimana :

P = Persentase responden untuk kategori tertentu

f= Frekuensi responden yang memilih kategori tersebut

N= Jumlah seluruh responden

Menghitung skor rata-rata tiap dimensi dengan rumus :

- b. Menghitung Skor Rata-rata Tiap Kategori

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$\bar{X}$ = Skor rata-rata per dimensi

$\sum X$ = Jumlah skor seluruh pernyataan dalam satu dimensi

n = Jumlah item atau pernyataan pada dimensi tersebut

di mana X_i adalah skor responden ke-i, dan n adalah jumlah responden (Sugiyono, 2019).

Perhitungan rata-rata dilakukan untuk masing-masing dimensi.

Tabel 1. Skoring Jawaban Masyarakat

Sikap Masyarakat	Skor
Sangat tidak setuju	1
Tidak Setuju	2
Netral	3
Setuju	4
Sangat setuju	5

Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel yang menunjukkan pengelolaan Sub-DAS Ombi DAS Palu secara keseluruhan dari kelima sikap masyarakat tersebut.

Tabel 2. Interpretasi Skor

Kategori	Klasifikasi
Sangat rendah	1.00-1.80
Rendah	1.81-2.60
Sedang	2.61-3.40
Tinggi	3.41-4.20
Sangat Tinggi	4.21-5.00

Analisis SOAR

Analisis SOAR merupakan salah satu alat perencanaan strategis dengan pendekatan yang memfokuskan pada kekuatan dan berusaha untuk memahami keseluruhan sistem Pendekatan SOAR terhadap rencana strategis memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan model tradisional. Analisis SOAR memungkinkan anggota organisasi menciptakan masa depan yang mereka inginkan sendiri dalam keseluruhan proses dengan cara melakukan penyelidikan, imajinasi, inovasi, dan inspirasi. Fokus internal SOAR adalah kekuatan organisasi. SOAR juga digunakan untuk analisis eksternal melihat aspek kekuatan, peluang, dan aspirasi (Wijayanti, 2016)

SOAR (*Strengths, Opportunities, Aspirations, and Results*) merupakan kerangka kerja yang berfokus pada hal positif yang dapat digunakan dalam menentukan Strategi dan rencana untuk membangun kedepannya melalui Kolaborasi, Pemahaman bersama dan komitmen untuk bertindak *Strengths* (Kekuatan): merujuk pada sumber daya internal, kompetensi, dan aset yang dimiliki oleh organisasi atau sistem yang sedang dianalisis. Dalam pengelolaan hutan, kekuatan bisa mencakup hal-hal seperti keberadaan tenaga ahli hutan, akses ke teknologi canggih, dukungan dari masyarakat lokal, atau akses ke dana yang memadai. Mengidentifikasi dan memahami kekuatan dalam pengelolaan hutan akan membantu mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada.

- *Opportunities* (Peluang): Mengacu pada faktor eksternal yang dapat dimanfaatkan untuk mencapai tujuan organisasi atau sistem. Dalam konteks pengelolaan hutan, peluang bisa berupa ketersediaan sumber daya alam yang belum dimanfaatkan, peningkatan permintaan pasar untuk produk kayu ramah lingkungan, atau dukungan dari lembaga internasional untuk program pelestarian hutan. Mengidentifikasi peluang ini membantu dalam merumuskan strategi yang tepat untuk mengambil manfaat dari situasi yang menguntungkan.
- *Aspirations* (Aspirasi): Mencakup tujuan atau cita-cita yang ingin dicapai oleh organisasi atau sistem. Dalam pengelolaan hutan, aspirasi bisa berhubungan dengan konservasi keanekaragaman hayati, meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal, atau mencapai sertifikasi keberlanjutan untuk produk hutan. Menggali aspirasi ini membantu dalam mengarahkan fokus strategi dan tindakan untuk mencapai tujuan yang diinginkan.
- *Results* (Hasil): Hasil diharapkan dari penerapan strategi dan tindakan tertentu. Dalam pengelolaan hutan, hasil bisa berupa peningkatan luas hutan yang lestari, pengurangan laju deforestasi, atau peningkatan nilai ekonomi produk hutan. Mengartikulasikan hasil yang diinginkan membantu dalam mengukur keberhasilan dan efektivitas dari strategi implementasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Skala Likert

Pengelolaan Sub-DAS Ombi DAS Palu dianalisis menggunakan skala Likert untuk mengukur persepsi responden terhadap berbagai aspek pengelolaan, meliputi kebijakan dan regulasi, kelembagaan dan partisipasi, operasional dan teknis, ekonomi dan pembiayaan, serta sosial dan edukasi. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh gambaran kuantitatif mengenai tingkat pengelolaan DAS berdasarkan penilaian responden. Pemerintah mengeluarkan Peraturan Pemerintah (PP) No 37 Tahun 2012 tentang pengelolaan DAS yang dimana dalam pengelolaan tersebut harus membentuk Tim Koordinasi Pengelolaan DAS Terpadu (TKPDAS-T) yang terdiri dari satuan kerja, unit kerja instansi vertikal (Kementerian), akademisi, kelompok masyarakat dan forum DAS. Dari peraturan tersebut yang mendukung bahwa peran stekholder dalam melakukan pengelolaan DAS sangat penting.

Data kuesioner kemudian diolah dengan menghitung persentase dan skor rata-rata setiap dimensi, yang selanjutnya diklasifikasikan ke dalam kategori tertentu. Hasil analisis tersebut disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan pemahaman dan interpretasi kondisi pengelolaan Sub-DAS Ombi DAS Palu.

Peran stekholder

Analisis stakeholders dilakukan untuk mengetahui stakeholders yang terlibat melalui identifikasi stakeholders, klasifikasi stakeholders dan hubungan antar stakeholders. (Reed et al., 2009). Analisis stakeholders menjadi suatu hal penting sebagai metodologi untuk memperoleh pemahaman atas sebuah sistem dan untuk menilai dampak perubahan pada sistem tersebut, juga sebagai suatu cara untuk mengidentifikasi dan menilai kepentingan pemangku kepentingan kunci tersebut (Kivits, 2011). Analisis stakeholder merupakan bagian penting dari manajemen stakeholder pada suatu organisasi. Oleh karena itu, stakeholder harus dilibatkan sejak awal dalam analisis stakeholder dan pengambilan keputusan. (Aaltonen, 2011).

Pengelolaan Sub-DAS Ombi di Desa Balongga memiliki keterlibatan dengan pemangku kepentingan yang memiliki peran dan kewenangan berbeda namun saling melengkapi. Berikut peran pemangku kepentingan dalam pengelolaan Sub-DAS Ombi DAS Palu.

- Kelompok Siaga Bencana (KSB) Desa Balongga berperan penting dalam meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap ancaman bencana hidrometeorologi yang dipicu oleh degradasi DAS. KSB berkontribusi dalam pemantauan kondisi lingkungan, penyebaran informasi kebencanaan, serta mendorong partisipasi masyarakat dalam upaya mitigasi dan konservasi. Tingginya partisipasi masyarakat yang tercermin dalam hasil penelitian menunjukkan bahwa peran KSB cukup efektif, meskipun masih memerlukan penguatan dukungan teknis dan kelembagaan agar kegiatan yang dilakukan lebih berkelanjutan.
- Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) berperan dalam pengelolaan kawasan hutan yang menjadi bagian penting dari Sub-DAS Ombi, khususnya dalam kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan serta pengawasan pemanfaatan kawasan hutan. KPH juga memiliki peran dalam mendorong penerapan teknologi ramah lingkungan, seperti agroforestri, yang berdasarkan hasil penelitian mulai diterapkan namun belum optimal. Keterbatasan pendanaan dan lemahnya koordinasi lintas sektor menjadi kendala utama dalam meningkatkan efektivitas peran KPH di lapangan.
- Balai Wilayah Sungai (BWS) berperan dalam pengelolaan sumber daya air secara teknis, terutama melalui perencanaan dan pengendalian alur sungai, pengurangan risiko banjir, serta penyediaan data hidrologi. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa koordinasi antar lembaga, termasuk antara BWS dan pemangku kepentingan lokal, masih belum berjalan optimal. Hal ini berdampak pada rendahnya konsistensi kegiatan operasional dan teknis dalam pengelolaan Sub-DAS Ombi.
- Pemerintah Desa Balongga berperan sebagai penggerak utama di tingkat lokal dalam mengoordinasikan berbagai pihak serta mengintegrasikan pengelolaan Sub-DAS ke dalam perencanaan pembangunan desa. Pemerintah desa berperan dalam penyusunan kebijakan desa, pengalokasian anggaran, dan fasilitasi partisipasi masyarakat. Meskipun regulasi telah tersedia dan dipahami oleh masyarakat, hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi kebijakan masih memerlukan penguatan koordinasi dan dukungan pendanaan agar mampu memberikan dampak yang lebih nyata terhadap keberlanjutan pengelolaan Sub-DAS Ombi.

Tabel 3. Dimensi Kebijakan dan Regulasi

No	Pernyataan	Responden				
		STS	TS	N	S	SS
1	Undang-undang nomor 17 tahun 2019 mengenai pengelolaan DAS sudah jelas dan mudah dipahami masyarakat	0	9	7	54	0
Presentase skor (%)		0	12,9	10	77,1	0
2	Kebijakan PP Nomor 37 Tahun 2012 Tentang DAS yang ada sesuai dengan kebutuhan masyarakat Sub DAS Ombi	0	13	18	39	0
Presentase skor (%)		0	18,6	25,7	55,7	0
3	Koordinasi kebijakan antar sektor berjalan baik	0	42	21	7	0
Presentase skor (%)		0	60	30	10	0
4	Penegakan hukum terkait kerusakan lingkungan DAS berjalan efektif	0	0	5	62	3
Presentase skor (%)		0	0	7,1	88,6	4,3
JUMLAH TOTAL		0	91,5	72,8	231,4	4,3

Berdasarkan hasil analisis maka dapat dilihat pada tabel dimensi dan regulasi di ketahui bahwa dimensi ini memperoleh skor rata-rata 3,37 dengan kategori sedang. Nilai ini menggambarkan bahwa regulasi dan kebijakan pemerintah dalam pengelolaan DAS sudah mulai dirasakan oleh masyarakat, namun implementasinya belum sepenuhnya optimal. Sebagian besar responden (77,1%) menyatakan bahwa regulasi pemerintah mengenai pengelolaan DAS sudah jelas dan mudah dipahami. Hal ini menandakan bahwa aturan dan kebijakan yang telah ditetapkan oleh pemerintah relatif komunikatif dan dapat diakses oleh masyarakat. Namun, kesesuaian kebijakan dengan kebutuhan masyarakat masih perlu diperbaiki, karena 25,7% responden menyatakan netral dan 18,6% menyatakan tidak setuju terhadap pernyataan bahwa kebijakan yang ada sesuai dengan kebutuhan masyarakat Sub DAS Ombi. Terdapat masalah pada aspek koordinasi antar sektor, di mana 60% responden menyatakan bahwa koordinasi kebijakan belum berjalan dengan baik. Hal ini menunjukkan lemahnya sinergi antar lembaga pemerintah dan instansi terkait, yang dapat menghambat efektivitas pelaksanaan program pengelolaan DAS. Meski demikian, aspek penegakan hukum menunjukkan hasil positif, karena 88,6% responden menilai bahwa penegakan hukum terhadap kerusakan lingkungan sudah berjalan dengan cukup efektif. Hasil ini memperlihatkan bahwa secara normatif kebijakan pengelolaan

DAS sudah memiliki dasar hukum yang kuat, namun pelaksanaannya masih memerlukan peningkatan koordinasi dan penyesuaian dengan kebutuhan lokal masyarakat. Pemerintah perlu memperkuat mekanisme lintas sektor agar kebijakan yang dibuat tidak hanya bersifat administratif, tetapi benar-benar operasional dan berdampak di lapangan. Sehingga kesimpulannya dari tabel dimensi kebijakan dan regulasi ini dianggap bahwa terkait dengan pengelolaan DAS di Kota Palu Kebijakannya sudah jelas dan mampu untuk dipahami oleh masyarakat akan tetapi kendala yang terjadi dilapangan bahwa masih ada beberapa kebijakan dan regulasi yang tidak diterapkan oleh sebagian masyarakat terkait pengelolaan DAS Kota Palu sehingga dalam hal ini dengan adanya Penegakan Hukum yang dibuat diharapkan mampu untuk mengendalikan sikap kurang pedulinya masyarakat terhadap lingkungan DAS yang kedepannya akan membawa dampak buruk terhadap kerusakan lingkungan DAS Kota Palu tersebut.

Tabel 4. Dimensi Kelembagaan dan Partisipasi

No	Pernyataan	Responden				
		STS	TS	N	S	SS
1	Forum DAS atau kelembagaan terkait berfungsi optimal	0	44	15	11	0
	Presentase skor (%)	0	62,9	21,4	15,7	0
2	Masyarakat memiliki kesempatan cukup untuk berpartisipasi	0	6	5	59	0
	Presentase skor (%)	0	8,6	7,1	84,3	0
3	Kerja sama antar lembaga pemerintah, swasta, dan masyarakat berjalan baik	1	39	10	20	0
	Presentase skor (%)	1,4	55,7	14,3	28,6	0
4	Peran tokoh adat/lokal penting dalam menjaga kelestarian DAS	0	0	2	62	6
	Presentase skor (%)	0	0	2,8	88,6	8,6
	JUMLAH TOTAL	1,4	127,2	45,6	217,2	8,6

Berdasarkan hasil analisis maka dapat di lihat pada tabel dimensi kelembagaan dan partisipasi memperoleh skor rata-rata 3,26 dengan kategori sedang. Aspek kelembagaan dan partisipasi merupakan elemen penting dalam keberhasilan pengelolaan DAS, karena keberlanjutan lingkungan sangat bergantung pada sinergi antar pihak dan keterlibatan masyarakat. Hasil menunjukkan bahwa fungsi forum DAS atau lembaga terkait belum berjalan secara optimal, dengan 62,9% responden menyatakan tidak setuju bahwa lembaga tersebut berfungsi efektif. Hal ini mengindikasikan masih rendahnya peran kelembagaan formal dalam mengoordinasikan kegiatan konservasi. Namun demikian, tingkat partisipasi masyarakat cukup tinggi; sebanyak 84,3% responden menyatakan memiliki kesempatan untuk berpartisipasi dalam kegiatan pengelolaan DAS. Kerja sama antar lembaga pemerintah, swasta, dan masyarakat masih lemah, dengan 55,7% responden menyatakan tidak setuju terhadap adanya sinergi yang baik. Di sisi lain, peran tokoh adat dan tokoh lokal mendapat apresiasi tinggi dari masyarakat (88,6% setuju), yang menandakan bahwa kearifan lokal masih menjadi pilar sosial yang penting dalam menjaga kelestarian DAS. Terkait perlu memperkuat dukungan teknis dan monitoring agar kegiatan konservasi berjalan berkelanjutan. Sehingga kesimpulannya adalah dalam dimensi kelembagaan dan partisipasi masyarakat itu diberikan kebebasan untuk ikut andil dalam melakukan pengelolaan DAS Kota Palu akan tetapi daya tarik masyarakat untuk ikut andil dalam pengelolaan tersebut masih kurang dibuktikan dengan jawaban dari responden yang dimana masyarakat masih kurang berpartisipasi dalam melakukan pengelolaan DAS Kota Palu dalam hal ini tidak diketahui bahwa peran masyarakat sangat penting untuk pengelolaan DAS karena masyarakat adalah orang yang beraktivitas langsung dilingkungan sehingga segala aktivitas yang dilakukan perlu untuk memperhatikan kondisi lingkungan sekitar. Selanjutnya diharapkan kepada pemerintah dalam hal meningkatkan pengelolaan DAS Kota Palu sebaiknya para tokoh masyarakat ikut terlibat dengan cara mulai memberikan pemahaman kepada masyarakat dan cinta terhadap lingkungan bahwa betapa pentingnya lingkungan bagi kehidupan kita. Pemerintah perlu mengadakan beberapa sosialisasi ataupun program-program untuk menumbuhkan semangat dalam pengelolaan lingkungan khususnya lingkungan DAS.

Tabel 5. Dimensi Operasional dan Teknis

No	Pernyataan	Responden				
		STS	TS	N	S	SS
1	Upaya konservasi rehabilitasi tanah dan air sudah dilakukan dengan baik	4	55	9	2	0
Presentase skor (%)		5,7	78,6	12,9	2,8	0
2	Program rehabilitasi hutan dan lahan berjalan sesuai target	0	60	7	3	0
Presentase skor (%)		0	85,7	10	4,3	0
3	Pengendalian erosi dan sedimentasi dilakukan secara konsisten	0	8	22	40	0
Presentase skor (%)		0	11,5	31,4	57,1	0
4	Teknologi ramah lingkungan (misalnya agroforestri) sudah diterapkan	2	11	13	44	0
Presentase skor (%)		2,8	15,7	18,6	62,9	0
JUMLAH TOTAL		8,5	191,5	72,9	127,1	0

Hal ini mengindikasikan bahwa pelaksanaan kegiatan teknis konservasi dan rehabilitasi DAS masih belum optimal. Sebagian besar responden (78,6%) menilai bahwa upaya konservasi tanah dan air belum dilakukan dengan baik. Selain itu, program rehabilitasi hutan dan lahan juga dinilai belum mencapai target yang diharapkan, dengan 85,7% responden menyatakan tidak setuju. Hal ini dapat disebabkan oleh keterbatasan sumber daya, kurangnya tenaga teknis di lapangan, serta rendahnya pengawasan terhadap pelaksanaan kegiatan rehabilitasi. Namun demikian, terdapat indikasi positif pada penerapan teknologi ramah lingkungan seperti agroforestri, di mana 62,9% responden menyatakan setuju bahwa teknologi ini telah diterapkan. Selain itu, 57,1% responden menilai bahwa pengendalian erosi dan sedimentasi sudah dilakukan secara konsisten, meskipun belum menyeluruh. Dengan demikian, meskipun masih terdapat banyak kendala teknis, adanya penerapan teknologi konservasi menunjukkan arah yang positif. Pemerintah daerah dan lembaga. Kesimpulannya adalah dalam dimensi ini menjelaskan bahwa adanya beberapa upaya dan program yang dilakukan oleh pemerintah masih belum dilaksanakan dengan baik oleh beberapa pihak yang terlibat dengan hal ini menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah bahwa perlu adanya peningkatan program untuk mencapai pengelolaan DAS Kota Palu agar menjadi lebih baik dan sesuai harapan. Dalam hal ini pemerintah perlu mencari solusi terbaik dengan mencari pihak-pihak yang terlibat didalam yang orang yang mempunyai kualitas untuk meningkatkan pengelolaan DAS sehingga kedepannya segala program yang dijalankan bisa tercapai.

Tabel 6. Dimensi Ekonomi dan Pembiayaan

No	Pernyataan	Responden				
		STS	TS	N	S	SS
1	Dana pemerintah untuk kegiatan pengelolaan DAS mencukupi	1	39	23	7	0
Presentase skor (%)		1,4	55,7	32,9	10	0
2	Sawasta/CSR ikut serta mendukung pendanaan konservasi DAS	0	65	0	5	0
Presentase skor (%)		0	92,9	0	7,1	0
3	Pengelolaan DAS memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat	0	1	1	68	0
Presentase skor (%)		0	1,4	1,4	97,2	0
4	Insentif/bantuan untuk petani dalam konservasi DAS tersedia	0	5	40	25	0
Presentase skor (%)		0	7,1	57,2	35,7	0
JUMLAH TOTAL		1,4	157,1	91,5	150	0

Berdasarkan hasil analisis maka dapat dilihat dimensi ekonomi dan pembiayaan, diperoleh skor rata-rata 2,70 (kategori sedang). Hasil ini menegaskan bahwa aspek pendanaan merupakan tantangan besar dalam pengelolaan DAS. Sebagian besar responden (55,7%) menilai bahwa dana dari pemerintah belum mencukupi untuk mendukung seluruh kegiatan pengelolaan DAS. Selain itu, dukungan dari sektor swasta melalui program CSR juga masih sangat rendah, dengan 92,9% responden menyatakan tidak setuju bahwa sektor swasta berpartisipasi aktif. Dengan demikian, masyarakat menilai bahwa kegiatan pengelolaan DAS telah memberikan manfaat ekonomi yang nyata, dengan 97,2% responden menyatakan setuju. Hal ini bisa disebabkan oleh meningkatnya produktivitas lahan, ketersediaan air yang lebih baik, atau hasil hutan bukan kayu yang bernilai ekonomi. Namun, insentif bagi petani dalam kegiatan konservasi masih minim, dengan 57,2% responden berada pada kategori netral dan 35,7% setuju. Secara keseluruhan, dimensi ini memperlihatkan bahwa upaya pengelolaan DAS belum sepenuhnya didukung oleh mekanisme pendanaan

yang kuat dan berkelanjutan. Diperlukan integrasi antara dana pemerintah, kontribusi swasta, dan partisipasi masyarakat untuk menciptakan sistem pembiayaan yang adil dan efektif. Kesimpulannya dalam hal ini terkait dimensi ekonomi dan pembiayaan dalam pengelolaan DAS Kota Palu perlu menjadi perhatian pemerintah. Karena dalam pengelolaan DAS pembiayaan yang digunakan masih kurang sehingga untuk mencapai target dalam pengelolaan DAS yang lebih baik tidak dapat diwujudkan dengan baik. Selain itu dengan adanya pengelolaan DAS yang baik mampu memberikan manfaat ekonomi yang baik juga bagi masyarakat karena dengan adanya pengelolaan tersebut dapat memulihkan lahan sehingga lahan terdegradasi dengan baik dan akan meningkatkan ketahanan ekonomi, meningkatkan ketahanan air pangan, keanekaragaman hayati serta meningkatkan sekuestrasi karbon atmosfer sebagai bagian dari upaya mitigasi perubahan iklim dan mencegah bencana.

Tabel 7. Dimensi Sosial dan Edukasi

No	Pernyataan	Responden				
		STS	TS	N	S	SS
1	Kesadaran masyarakat terhadap pentingnya DAS semakin meningkat	2	42	5	21	0
Presentase skor (%)		2,9	60	7,1	30	0
2	Pendidikan lingkungan sudah terintegrasi dalam sekolah/komunitas	5	28	7	30	0
Presentase skor (%)		7,1	40	10	42,9	0
3	Masyarakat mendapat cukup informasi tentang bahaya degradasi DAS	1	7	23	39	0
Presentase skor (%)		1,4	10	32,9	55,7	0
4	Kearifan lokal masih dipertahankan dalam menjaga kelestarian DAS	2	42	21	5	0
Presentase skor (%)		2,9	60	30	7,1	0
JUMLAH TOTAL		14,3	170	80	135,7	0

Berdasarkan hasil analisis maka dapat dilihat dimensi sosial dan edukasi memperoleh skor rata-rata 2,86, yang menandakan tingkat kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pelestarian DAS berada pada tahap berkembang. Kesadaran masyarakat meningkat, namun belum merata, dimana 60%.

Responden menilai kesadaran masih rendah, sementara hanya 30% yang menilai sudah baik. Pendidikan lingkungan mulai diperkenalkan di sekolah dan komunitas (42,9% setuju), yang merupakan langkah positif untuk menumbuhkan generasi yang peduli lingkungan. Selain itu, 55,7% responden menyatakan telah mendapatkan informasi yang cukup tentang bahaya degradasi DAS. Namun, 60% responden menilai bahwa kearifan lokal dalam menjaga kelestarian DAS mulai berkurang. Artinya, modernisasi dan perubahan gaya hidup masyarakat berpotensi melemahkan nilai-nilai tradisional yang sebelumnya menjadi fondasi dalam pengelolaan sumber daya alam. Maka sangat Diperlukan pendekatan edukatif dan sosialisasi berkelanjutan untuk memperkuat pengetahuan dan kesadaran masyarakat, baik melalui pendidikan formal maupun kegiatan berbasis komunitas. Kesimpulan yang dapat dilihat dari jawaban responden diatas yaitu menyatakan bahwa dalam pengelolaan DAS Kota Palu tingkat kepedulian masyarakat masih kurang. Kurangnya kepedulian inilah yang menjadi faktor penting karena dalam pengelolaan lingkungan bukan hanya beberapa pihak yang berperan seperti pemerintah akan tetapi masyarakat yang harus ikut andil dan berperan lebih besar dalam menciptakan lingkungan yang baik tersebut. Dimensi sosial dan edukasi ini penting dalam pengelolaan DAS Kota Palu karena dengan adanya edukasi terhadap masyarakat sehingga masyarakat bisa paham bagaimana selayaknya menjaga alam semesta ini agar nantinya tidak menimbulkan dampak negatif untuk lingkungan dan masyarakat itu sendiri.

Tabel 8. Rata-rata skor Dimensi

Dimensi	Skor rata-rata	Kategori
Kebijakan dan Regulasi	3,37	Sedang
Kelembagaan dan Partisipasi	3,26	Sedang
Operasional dan Teknis	2,8	Sedang
Ekonomi dan Pembiayaan	2,70	Sedang
Sosial dan Edukasi	2,86	Sedang

Berdasarkan skor rata-rata dari lima dimensi pengelolaan DAS Ombi, bahwa, Pengelolaan DAS Ombi berada pada kategori “Sedang” di semua dimensi, yang berarti bahwa berbagai aspek pengelolaan telah berjalan namun belum mencapai tingkat optimal. Kebijakan dan regulasi sudah tersedia namun belum diikuti dengan koordinasi yang kuat antar sektor. Kelembagaan dan partisipasi masyarakat cukup baik tetapi efektivitas lembaga masih perlu ditingkatkan. Aspek operasional dan teknis menunjukkan adanya kegiatan

konservasi, tetapi kurang konsisten dan belum mencapai target yang diharapkan. Dimensi ekonomi dan pembiayaan menjadi hambatan terbesar karena keterbatasan dana pemerintah dan minimnya dukungan swasta. Di sisi lain, aspek sosial dan edukasi menunjukkan tingkat kesadaran yang cukup namun masih membutuhkan penguatan terutama dalam pelibatan kearifan lokal dan edukasi berkelanjutan. Secara keseluruhan, pengelolaan DAS Ombi telah berjalan, tetapi masih memerlukan penguatan dari aspek kebijakan, kelembagaan, teknis, pendanaan, dan edukasi agar dapat mencapai kondisi yang lebih baik dan berkelanjutan.

Analisis SOAR

Analisis SOAR digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi kekuatan, peluang, aspirasi, dan hasil yang berkaitan dengan pengelolaan Sub-DAS Ombi DAS Palu. Pendekatan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran strategis mengenai kondisi internal dan eksternal sebagai dasar perumusan arah pengelolaan DAS yang berkelanjutan.

Hasil analisis SOAR selanjutnya disusun berdasarkan skor rata-rata setiap dimensi yang diperoleh dari analisis skala Likert. Temuan tersebut disajikan dalam bentuk tabel guna memudahkan pemahaman, perbandingan, serta penetapan strategi pengelolaan Sub-DAS Ombi DAS Palu.

Tabel 9. Analisis SOAR Berdasarkan Skor Rata-Rata Setiap Dimensi

Komponen SOAR	Dimensi	Skor Rata-rata	Kategori
Strenghts (S)	Kebijakan dan Regulasi	3,37	Sedang
	Kelembagaan dan Partisipasi	3,26	Sedang
Opportunities (O)	Sosial dan Edukasi	2,86	Sedang
	Operasional dan Teknis	2,80	Sedang
Aspirations (A)	Ekonomi dan Pembiayaan	2,70	Sedang
	Sosial dan Edukasi	2,86	Sedang
Results (R)	Operasional dan Teknis	2,80	Sedang
	Ekonomi dan pembiayaan	2,70	Sedang

Berdasarkan hasil analisis menggunakan pendekatan SOAR (Strengths, Opportunities, Aspirations, Results), diperoleh gambaran umum bahwa seluruh dimensi yang dinilai berada pada kategori sedang, yang menunjukkan bahwa pengelolaan maupun kondisi aspek-aspek terkait masih berjalan cukup baik namun belum optimal dan masih memerlukan penguatan pada berbagai titik strategis.

- Berdasarkan komponen Strengths (Kekuatan), dimensi Kebijakan dan Regulasi memperoleh skor rata-rata 3,37, yang merupakan nilai tertinggi dalam keseluruhan tabel. Hal ini mengindikasikan bahwa landasan kebijakan, aturan, serta mekanisme regulatif sudah tersedia dan cukup mendukung pelaksanaan program atau pengelolaan yang sedang dikaji. Meskipun demikian, kategorinya masih berada pada tingkat sedang sehingga diperlukan harmonisasi kebijakan dan peningkatan implementasi agar mampu mendorong efektivitas yang lebih baik. Sementara itu, dimensi Kelembagaan dan Partisipasi mencatat skor 3,26, yang juga berada pada kategori sedang. Ini menunjukkan bahwa struktur organisasi, koordinasi antar lembaga, serta tingkat pelibatan masyarakat atau pemangku kepentingan sudah berjalan namun belum maksimal, sehingga masih terdapat ruang untuk memperkuat kolaborasi dan pemberdayaan partisipatif.
- Berdasarkan komponen Opportunities (Peluang), dimensi Sosial dan Edukasi memperoleh skor 2,86, sedangkan dimensi Operasional dan Teknis memperoleh skor 2,80, keduanya berada pada kategori sedang. Temuan ini menandakan bahwa peluang dari sisi sosial, dukungan masyarakat, edukasi lingkungan, atau peningkatan literasi masih dapat dikembangkan lebih jauh. Peluang operasional dan teknis, seperti adopsi teknologi, penguatan kapasitas, maupun dukungan sarana prasarana, juga masih terbuka luas untuk diperbaiki agar mampu memperkuat keberlanjutan program.
- Berdasarkan komponen Aspirations (Aspirasi), dimensi Ekonomi dan Pembiayaan mencatat skor 2,70, yang merupakan skor paling rendah dalam tabel. Hal ini mencerminkan bahwa harapan atau visi jangka panjang terkait aspek ekonomi dan ketersediaan pendanaan masih belum kuat, sehingga perlu dirumuskan strategi pembiayaan yang lebih berkelanjutan dan efektif. Sementara itu, dimensi Sosial dan Edukasi berada pada skor 2,86, menunjukkan bahwa aspirasi masyarakat terhadap peningkatan kapasitas, pemahaman, dan perubahan perilaku masih cukup moderat dan memerlukan penguatan melalui kegiatan pembelajaran yang konsisten.
- Berdasarkan komponen Results (Hasil), dimensi Operasional dan Teknis memperoleh skor 2,80, dan dimensi Ekonomi dan Pembiayaan berada pada 2,70. Kedua nilai ini mengindikasikan bahwa capaian aktual dari aspek operasional maupun finansial masih berada pada tingkat sedang. Dengan kata lain, output yang dihasilkan belum sepenuhnya menggambarkan efektivitas program, terutama pada dimensi ekonomi dan pembiayaan yang berada pada level terendah, sehingga memerlukan evaluasi menyeluruh

dan intervensi strategis untuk meningkatkan hasil yang dicapai. Oleh karena itu, tabel ini menunjukkan bahwa meskipun setiap komponen dalam analisis SOAR berada dalam kategori sedang, terdapat beberapa aspek yang perlu mendapatkan prioritas penguatan, terutama pada dimensi ekonomi dan pembiayaan, baik pada bagian Aspirasi maupun Hasil. Upaya peningkatan pada area ini akan berpengaruh signifikan terhadap keberlanjutan dan efektivitas pengelolaan secara keseluruhan.

Tabel 10. Strategi SOAR (SA - SR - OA - OR)

Jenis Strategi	Penjelasan Strategi
Strategi SA (Strenghts + Aspirations)	- Memanfaatkan regulasi yang sudah baik untuk membangun SOP teknis yang lebih jelas. - Memperkuat kelembagaan untuk meningkatkan edukasi dan kapasitas masyarakat.
Strategi SR (Strenght + Result)	- Mengoptimalkan regulasi untuk menghasilkan tata kelola yang tertib. - Memanfaatkan kelembagaan sebagai penggerak utama untuk meningkatkan partisipasi masyarakat.
Strategi OA (Opportunities + Aspirations)	- Memanfaatkan peluang edukasi untuk memperbaiki kapasitas teknis dan operasional. - Menggunakan peluang pendanaan untuk memperkuat pelatihan dan fasilitas pendukung masyarakat.
Strategi OR (Opportunities + Result)	- Mengoptimalkan pendanaan untuk menghasilkan program kerja yang lebih terukur (monotoring, sarana, pelatihan). - Menggunakan peluang edukasi untuk menciptakan lingkungan masyarakat yang lebih aktif dalam pengelolaan DAS.

Strategi pengelolaan DAS yang disusun melalui pendekatan SOAR dapat mengoptimalkan kekuatan internal, memanfaatkan peluang, serta mencapai aspirasi dan hasil yang diharapkan. Strategi SA (Strengths–Aspirations) menekankan pentingnya memanfaatkan regulasi yang telah tersedia sebagai dasar penyusunan SOP teknis yang lebih terperinci sehingga pelaksanaan pengelolaan DAS menjadi lebih terarah dan konsisten. Selain itu, penguatan kelembagaan menjadi langkah strategis untuk meningkatkan kapasitas dan edukasi masyarakat, sehingga lembaga pengelola mampu menjadi motor penggerak utama dalam pencapaian aspirasi jangka panjang. Pada strategi SR (Strengths–Results), regulasi dan kelembagaan kembali menjadi elemen kunci dalam menghasilkan tata kelola yang tertib serta meningkatkan partisipasi masyarakat. Optimalisasi regulasi memungkinkan pelaksanaan program berjalan sesuai prosedur dan standar yang telah ditetapkan, sedangkan peran kelembagaan diperlukan untuk mendorong keterlibatan masyarakat secara aktif dan berkelanjutan dalam kegiatan konservasi. Namun strategi OA (Opportunities–Aspirations) lebih fokus pada pemanfaatan peluang seperti dukungan edukasi dan pendanaan guna memperkuat kapasitas teknis maupun operasional masyarakat. Peluang edukasi menjadi modal penting untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai pengelolaan DAS, sementara peluang pendanaan dapat digunakan untuk membiayai pelatihan, penyediaan fasilitas pendukung, hingga pengembangan sarana konservasi yang lebih memadai. Selanjutnya, strategi OR (Opportunities–Results) diarahkan untuk mencapai hasil nyata melalui optimalisasi peluang yang ada. Pendanaan dimanfaatkan untuk menyusun program kerja yang lebih terukur, meliputi monitoring, penyediaan sarana prasarana, dan kegiatan pelatihan. Begitu pula peluang edukasi digunakan untuk membangun lingkungan masyarakat yang lebih aktif, peduli, dan berpartisipasi dalam menjaga keberlanjutan DAS. Secara keseluruhan, seluruh strategi ini menunjukkan bahwa sinergi antara kekuatan internal dan peluang eksternal sangat menentukan keberhasilan pengelolaan DAS yang berkelanjutan, tertata, dan berorientasi pada pemberdayaan masyarakat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian strategi pengelolaan Sub-DAS Ombi DAS Palu, dapat di simpulkan bahwa Pengelolaan Sub-DAS Ombi secara keseluruhan berada pada kategori sedang, yang menunjukkan bahwa upaya pengelolaan telah berjalan tetapi belum optimal. Regulasi dan kebijakan sudah tersedia, namun implementasinya masih terkendala oleh lemahnya koordinasi lintas sektor. Kelembagaan dan partisipasi masyarakat cukup baik, tetapi efektivitas kerja sama antar pihak masih perlu ditingkatkan. Aspek teknis konservasi, seperti rehabilitasi lahan dan pengendalian erosi, belum terlaksana dengan maksimal.

Pembiayaan menjadi hambatan terbesar karena minimnya dukungan dana pemerintah maupun swasta. Sementara itu, kesadaran dan edukasi masyarakat mulai berkembang, namun belum merata. Berdasarkan analisis SOAR, strategi pengelolaan yang diperlukan mencakup penguatan regulasi dan kelembagaan, peningkatan kapasitas teknis, optimalisasi pendanaan, serta pengembangan edukasi lingkungan secara berkelanjutan guna mewujudkan pengelolaan DAS yang lebih efektif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh tim peneliti pada penelitian skema pembinaan tahun 2025 sesuai kontrak 0712/UN28.16/AI.04/2025, Civitas akademik Fakultas Kehutanan, UPMBKM Fakultas Kehutanan, Pemerintah Desa Balongga, khususnya aparat desa dan Kelompok Siaga Bencana (KSB) yang telah memberikan dukungan, informasi, serta kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di wilayah Sub-DAS Ombi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh responden masyarakat yang telah meluangkan waktu dan memberikan jawaban secara jujur sehingga data penelitian ini dapat tersusun dengan baik.

Penulis menyampaikan penghargaan kepada Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako atas arahan akademik dan dukungan fasilitas penelitian. Tidak lupa, apresiasi diberikan kepada berbagai pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini. Semoga kontribusi yang telah diberikan menjadi bagian penting dalam upaya peningkatan pengelolaan Sub-DAS Ombi secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaltonen, K, 2011. Project stakeholder analysis as an environmental interpretation process. *International Journal of Project Management*, 29, 165–183.
- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., & Chotimah, O. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka*. 6(1), 974–980.
- Ariyani, N., Ariyanti, D. O., & Ramadhan, M. (2020). *Pengaturan Ideal Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Di Indonesia (Studi Di Sungai Serang Kabupaten Kulon Progo)* *. 27(3), 592–614.
- Kasus, S., Logawa, D. P. S., Banyumas, K., Arif, S. S., Susanto, S., & Sutiarso, L. (2023). *Kelembagaan Dalam Rangka Keberlanjutan Kondisi Dan Fungsi Daerah Aliran Sungai (Das) Development Of Regulatory And Institutional Optimization Concepts In The Framework Of Sustainability Conditions And Functions Of River Watershed Regions (Das) Case Study : Dps Logawa , Banyumas District*. 4(2), 87–94.
- Kivits, R.A, 2011. Three component stakeholder analysis. *International Journal of Multiple Research Approaches*. 5 (3), 318-333.
- Maiwa, A., Rahman, A., GOLAR, G., BAHARUDDIN, R., & HULU, A. (2025). Dinamika interaksi stakeholder dalam pengelolaan Wisata Alam Maima Kabupaten Sigi. *ULIN: JURNAL HUTAN TROPIS Y4pedumenu: Mulawarman University*, 9(1).
- Reed, M. S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Morris, J., . . . Lindsay C. Stringer. Whos in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management, *Journal of Environmental Management*, 90, 1933-1949.
- Scale, T. M. (2013). *Likert (The Measurement Scale And The Number Of Responses In Likert Scale)*. 2(2), 125–131.
- Sungai, A., Berorientasi, M., & Hidup, L. (2020). *Partisipasi Masyarakat Dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Mandar Berorientasi Lingkungan Hidup 1 Putera Astomo Universitas Sulawesi Barat*. 216–241.
- Widiatmoko, N., Tarigan, S. D., & Wahjunie, E. D. (2020). *Analisis Respons Hidrologi Untuk Mendukung Perencanaan Pengelolaan Sub-Das Opak Hulu , Daerah Istimewa Yogyakarta (Analysis Of Hydrological Response To Support Management Planning For Opak Hulu Watershed , Daerah Istimewa Yogyakarta)*. 25(4), 503–514. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.4.503>
- Wijayanti, R. (2016). *Strategi Penghidupan Berkelanjutan Masyarakat Berbasis Aset Di Sub Das Pusur , Das Bengawan Solo*. 4, 133–152. <https://doi.org/10.14710/jwl.4.2.133-152>.

KEHILANGAN BAHAN KERING (KBK), KEHILANGAN BAHAN ORGANIK (KBO), DAN NILAI FLEIGH SILASE KULIT BUAH KAKAO DENGAN SUPLEMENTASI BERBAGAI SUMBER KARBOHIDRAT

Dry Matter Loss (DML), Organic Matter Loss (OML), and Silage Value of Cocoa Fruit Peel with Supplementation of Various Carbohydrate Sources

Reza Puspita¹, Jepri Juliantoni^{1*}, Triani Adelina¹, Anwar Efendi Harahap¹, Deni Fitra¹

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, UIN Sultan Syarif Kasim
Jl. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru, Riau, Indonesia

*Email Korespondensi: jepri.juliantoni@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Cocoa bean husks are a type of plantation waste with potential as feed for ruminants. However, their high crude fiber content (20.79–40%) and lignin levels (20–27.95%) limit their digestibility, making processing technology necessary to improve nutritional quality. One method that can be applied is silage production combined with carbohydrate sources as fermentation additives. This study aims to evaluate the dry matter (DM), organic matter (OM), dry matter loss (DML), organic matter loss (OML), and Fleigh value of cocoa bean husk silage supplemented with different carbohydrate sources. The research was carried out from September to October 2025 at the Nutrition and Feed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University. A Completely Randomized Design (CRD) was used, consisting of four treatments with five replications: P0 (without additives), P1 (5% molasses), P2 (5% corn flour), and P3 (5% molasses + 5% corn flour). The parameters measured included DM, OM, DML, OML, and Fleigh value, followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) for further analysis. The results showed that the addition of carbohydrate sources had a significant effect on organic matter loss ($P < 0.05$), where P1, P2, and P3 treatments significantly reduced OML compared to the control. However, supplementation did not significantly affect DM, OM, DML, or the Fleigh value of the silage ($P > 0.05$). In conclusion, molasses and corn flour supplementation can reduce organic matter loss during the ensiling process, although these additives did not improve DM, OM, DML, or Fleigh value in cocoa bean husk silage.

Keywords: Cocoa Husk Silage, Carbohydrate Sources, Organic Matter Loss, nutritional quality, Fleigh Value.

PENDAHULUAN

Salah satu kendala utama yang dihadapi peternak dalam meningkatkan populasi ternak adalah keterbatasan pakan. Perluasan lahan untuk budidaya rumput sebagai sumber pakan ternak ruminansia sulit dilakukan, akibat tingginya alih fungsi lahan. Menghadapi terbatasnya area penggembalaan, maka penggunaan limbah hasil pertanian sebagai pakan perlu dikombinasikan dengan bahan lain yang selama ini belum umum dimanfaatkan untuk pakan ternak. Limbah dari tanaman pangan dan perkebunan memiliki peranan yang signifikan serta potensi besar dalam mendukung ketersediaan hijauan pakan bagi ternak ruminansia seperti sapi, kambing, domba, dan kerbau, terutama di musim kemarau. Pada musim tersebut, pertumbuhan rumput sebagai hijauan terganggu, sehingga pasokan pakan menjadi tidak mencukupi baik dari segi jumlah maupun mutu.

Salah satu solusi untuk mengatasi persoalan ini adalah dengan memanfaatkan limbah perkebunan, yaitu kulit buah kakao. Indonesia memiliki luas perkebunan buah kakao pada tahun 2024 mencapai 1,37 juta hektar (BPS, 2025). Produksi kakao pada data tahun 2024 belum tersedia, data tercatat terakhir di tahun 2022 sebesar 732.256 ton (Ditjenbun, 2023). Provinsi Riau memiliki luas perkebunan buah kakao yaitu 3.468 hektar pada tahun 2023 dengan produksi sebesar 845 ton dari beberapa kabupaten. Salah satu kabupaten di provinsi Riau yang menghasilkan buah kakao terbesar yaitu Indragiri Hilir dengan produksi 440 ton dari 1.783 hektar luas perkebunan kakao (Disbun Riau, 2023).

Buah kakao terdiri dari dua bagian, yaitu kulit dan biji. Dalam industri pengolahan kakao, yang digunakan adalah bijinya, sedangkan kulitnya seringkali dibuang dan menumpuk. Bagian terbesar dari buah kakao terdiri dari kulit luar (mesokarp) yang keras yang mencapai 75%, plasenta berwarna putih dan biji yang berwarna coklat (Yetri et al., 2020). Sehingga limbah kulit kakao yang dihasilkan di provinsi Riau khususnya

kabupaten Indragiri Hilir sebanyak 400 ton. Limbah kulit buah kakao yang dihasilkan dalam jumlah banyak akan menjadi masalah jika tidak ditangani dengan baik. Menurut Kamelia dan Fathurohman (2017), kulit buah kakao memiliki kandungan gizi berupa Bahan Kering (BK) sekitar 88%, Protein Kasar (PK) 8-16,5%, Serat Kasar (SK) 20,79-40%, Lemak Kasar (LK) 9,8-11,80%, energi metabolisme sekitar 16,5% kkal/kg, *Total Digestible Nutrient* (TDN) 50,8%, serta Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) 34,90%. Menurut Amirroenas (1990), kulit kakao mengandung 36,23% selulosa, 1,14% hemiselulosa, dan 20%-27,95% lignin. Kandungan lignin yang tinggi penyebab utama mengapa enzim yang dihasilkan oleh mikroba tidak dapat mencerna bahan pakan dengan baik, karena lignin mengikat selulosa dan membentuk ikatan lignoselulosa yang sangat kuat dan sulit didegradasi oleh mikroba rumen (Handayani dkk., 2018). Permasalahan limbah yang menumpuk dan kandungan lignin yang terdapat pada kulit buah kakao dapat diatasi dengan membuat pakan fermentasi. Pakan fermentasi yang dapat dilakukan yaitu silase.

Silase merupakan jenis pakan yang disimpan melalui proses fermentasi di dalam silo dengan keadaan tanpa oksigen (Ilham dan Mukhtar, 2018). Dasar dari pembuatan silase adalah mempertahankan suasana tanpa udara di dalam silo sebisa mungkin agar bakteri dapat menghasilkan asam laktat yang membantu menurunkan tingkat keasaman, mencegah masuknya oksigen ke dalam silo, serta menghambat pertumbuhan jamur selama periode penyimpanan (Hidayat, 2014). Silase yang baik memerlukan tambahan bahan aditif. Pada penelitian ini bahan aditif yang digunakan yaitu molases dan tepung jagung sebagai sumber karbohidrat.

Penambahan molases pada silase dapat meningkatkan populasi bakteri asam laktat, meningkatkan kualitas silase dan menghindari berkurangnya bahan kering pada silase (McDonald *et al.*, 2002). Molases merupakan salah satu bahan aditif yang telah terbukti mampu mengurangi kerusakan bahan kering silase terutama karbohidrat mudah larut dan memperbaiki proses fermentasi silase (McDonald *et al.*, 1991). Menurut (Mayangsari *et al.*, 2021) penambahan tepung jagung dapat menurunkan fraksi serat dan kandungan lignin pada silase kulit buah kakao.

Pada beberapa studi membahas silase kulit buah kakao dengan penambahan tepung jagung untuk menilai kualitas fraksi serat dan sedikit yang membahas penambahan tepung jagung terhadap Kehilangan Bahan Kering (KBK) dan Kehilangan Bahan Organik (KBO) serat nilai *Fleish* silase. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penambahan aditif molases dan tepung jagung sebagai sumber karbohidrat dapat mempertahankan nilai Bahan Kering (BK), Bahan Organik (BO), serta dapat menurunkan Kehilangan Bahan Kering (KBK), Kehilangan Bahan Organik (KBO) pada silase kulit buah kakao. Selain itu, penambahan aditif sumber karbohidrat tepung jagung diharapkan mampu memberikan nilai *Fleish* yang terbaik pada kualitas nutrisi silase kulit buah kakao.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Waktu penelitian berlangsung selama empat bulan, mulai bulan September sampai November 2025. Kegiatan penelitian meliputi persiapan bahan, pembuatan silase, serta analisis BK, BO, KBK, KBO, dan nilai *Fleish* silase.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi kulit buah kakao, molases, dan jagung giling sebagai bahan baku pembuatan silase. Alat yang digunakan mencakup mesin giling, baskom, talenan, lasban, tisu, timbangan digital, timbangan analitik, parang atau pisau, silo, oven, pH meter, cawan crussibel, tang crussibel, gunting, plastik hitam 5 meter, tanur, nampak, desikator, kertas label, alat tulis dan kamera dokumentasi.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut:

- P0: Silase kulit buah kakao tanpa karbohidrat (kontrol) 100 %
- P1: Silase kulit buah kakao 95% dengan penambahan molases 5%
- P2: Silase kulit buah kakao 95% dengan penambahan jagung giling 5%
- P3: Silase kulit buah kakao 95% dengan penambahan kombinasi molases 2,5% dan jagung giling 2,5%

Prosedur Penelitian

Pembuatan silase dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan. Proses diawali dengan menggiling jagung pecah dan mencacah kulit kakao segar, lalu menimbang kulit kakao cacah untuk setiap perlakuan. Setelah itu, dilakukan penimbangan setiap bahan aditif untuk dicampurkan ke kulit kakao cacah yang sudah ditimbang sebelumnya berdasarkan perlakuan. Sebanyak ± 10 g sampel dari setiap perlakuan disisihkan untuk analisis BK dan BO. Silo kosong ditimbang terlebih dahulu, kemudian campuran bahan dimasukkan ke dalam masing-masing silo berkapasitas 700 ml sebanyak 20 silo, dipadatkan, dan ditutup rapat menggunakan lasban. Selanjutnya, silo diberi tanggal pembuatan dan tanggal pemanenan silase, ditimbang kembali, lalu disimpan pada suhu ruang tanpa terkena sinar matahari selama 21 hari.

Penentuan BK dilakukan dengan cara cawan crussibel didinginkan dalam desikator selama 1 jam, kemudian ditimbang beratnya. Selanjutnya, ± 5 g sampel silase ditimbang ke dalam cawan *crussibel*, lalu dikeringkan dalam oven listrik pada temperatur 105°C selama 8 jam. Setelah itu, sampel didinginkan dalam desikator selama ± 30 menit dan ditimbang kembali menggunakan timbangan analitik. Sampel ditimbang untuk memperoleh berat awal (berat basah), lalu dikeringkan menggunakan oven hingga mencapai berat konstan. Setelah pengeringan, sampel ditimbang kembali untuk memperoleh BK.. Kadar BK dihitung berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan yang konstan. Penentuan BO dilakukan dengan membakar residu kering dalam tanur pada suhu 600°C selama 4 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali. Menurut Zakariah dkk (2015) kandungan bahan organik pada silase kulit buah kakao dapat diketahui melalui analisis laboratorium dengan cara membakar sampel pada suhu 550°C hingga beratnya konstan. Hasil pembakaran tersebut kemudian ditimbang untuk memperoleh berat abu atau BO. Analisis yang terakhir adalah menghitung nilai *fleigh* silase. Nilai Fleigh digunakan untuk menilai kualitas fermentasi silase berdasarkan pH dan BK.

Parameter yang diukur

Perhitungan Bahan Kering (BK)

Perhitungan BK mengacu pada metode AOAC (1984), sebagai berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{(X + Y) - Z}{Y} \times 100\%$$

Keterangan : X = berat cawan crusibel kosong, Y = berat sampel dan, Z = berat cawan crusibel dan sampel yang telah dikeringkan

Perhitungan penetapan BK, sebagai berikut :

$$\text{BK (\%)} = 100\% - \text{KA (\%)}$$

Keterangan : BK = bahan kering dan, KA = kadar air

Perhitungan Bahan Organik (BO)

Untuk Perhitungan penetapan BO:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(W1 + W2) - W3}{W1} \times 100\%$$

Keterangan : W1 = berat sampel (g), W2 = berat cawan crusibel (g) dan, W3 = berat cawan crusibel + sampel setelah ditanurkan (g)

$$\text{BO (\%)} = 100\% - \text{KA (\%)}$$

Keterangan : BO = bahan organik dan, KA = kadar abu

Perhitungan Kehilangan Bahan Kering (KBK) dan Kehilangan Bahan Organik (KBO)

Selisih bobot BK/BO sebelum dan setelah ensilase (21 hari) merupakan kehilangan BK/BO yang dikonversikan dalam persen dan diformulasikan sebagai berikut (Surono dkk., 2006):

$$KBK = \left\{ \left[\frac{(\text{bobot} \times \%BK \text{ sebelum silase} - \text{bobot} \times \%BK \text{ setelah silase})}{(\text{bobot} \times \%BK \text{ sebelum silase})} \right] \right\} \times 100\%$$

$$KBO = \left\{ \left[\frac{(\text{bobot} \times \%BO \text{ sebelum silase} - \text{bobot} \times \%BO \text{ setelah silase})}{(\text{bobot} \times \%BO \text{ sebelum silase})} \right] \right\} \times 100\%$$

Nilai *Fleish* silase

Nilai *Fleish* (NF) dihitung menurut Kiliç (1984) seperti yang dilaporkan sebelumnya oleh Ozturk *et al.* (2006) dengan persamaan, sebagai berikut :

$$NF = 220 + [(2 \times \%BK) - 15] - (40 \times pH)$$

Analisis data

Analisis data dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan tabel Anova untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diukur. Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi untuk membandingkan nilai rata-rata antar perlakuan. Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang di gunakan, yaitu :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan: Y_{ij} = Pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j, μ = rata-rata umum, τ_i = efek perlakuan ke-i dan, ϵ_{ij} = *Galat* percobaan ke-i dan ulangan ke-j.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan Kering (BK)

Rataan bahan kering pada silase kulit buah kakao dengan penambahan molases dan tepung jagung sebagai sumber karbohidrat dapat dilihat pada tabel 1. di bawah ini.

Tabel 5. Rataan BK silase kulit buah kakao

Perlakuan	Rataan ± St.dev
P0 = KBK 100%	17,07 ± 0,67
P1 = KBK 95% + M 5%	18,28 ± 0,90
P2 = KBK 95% + TJ 5%	18,85 ± 2,53
P3 = KBK 95% + M 2.5% + TJ 2.5%	18,07 ± 1,62

Keterangan : KBK : kulit buah kakao, M : molases, TJ : tepung jagung
 : perbedaan perlakuan tidak berpengaruh nyata (non-signifikan) terhadap nilai bahan kering silase kulit buah kakao ($P > 0,05$)

Tabel 1. Menunjukkan bahwa perlakuan kulit buah kakao dengan penambahan sumber karbohidrat berupa molases dan tepung jagung tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan bahan kering. Perlakuan P0 (100% kulit buah kakao) menghasilkan nilai BK 17,07%. Pada perlakuan P1 dengan penambahan 5% molases nilai BK 18,28%, sementara penambahan 5% tepung jagung pada P2 menghasilkan 18,85%. Adapun kombinasi molases 2,5% dan tepung jagung 2,5% (P3) memiliki nilai BK 18,07%. Meskipun terdapat perbedaan angka antar perlakuan, variasi tersebut tidak cukup untuk menunjukkan adanya perubahan yang signifikan terhadap BK silase.

Perbedaan Tidak signifikan ini disebabkan karena kadar air pada kulit buah kakao tinggi (>70%) dari kadar air pada silase pada umumnya. Silase yang baik dan tidak ditumbuhi jamur mengandung kadar air sebesar 65% - 70% (McDonald *et al.*, 2011). Jayanegara *et al* (2017) bahwa kadar air yang tinggi pada bahan yang diensilasekan menyebabkan tumbuhnya jamur. Sebaliknya, kadar air yang terlalu rendah dapat memperlambat proses ensilase dalam silo. Ohmomo *et al* (2002) menyatakan bahwa materi yang baik untuk

pembuatan silase mempunyai kisaran kandungan bahan kering antara 35 – 40 % atau kadar airnya berkisar antara 60 – 65 % dan cukup mengandung gula > 2% bahan segar. Penambahan molases dan tepung jagung dalam jumlah kecil belum mampu mempengaruhi perubahan kadar bahan kering secara nyata. Selain itu struktur serat kulit buah kakao cukup tinggi dapat menahan air selama proses fermentasi sehingga kehilangan air tidak berbeda antara perlakuan yang satu dengan lainnya.

Ratnakomala dkk. (2006) kegagalan dalam pembuatan silase dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah proses pembuatan yang salah, terjadi kebocoran silo sehingga tidak tercapai suasana di dalam silo yang anaerobik, tidak tersedianya karbohidrat terlarut (WSC), berat kering (BK) awal yang rendah sehingga silase menjadi terlalu basah dan memicu pertumbuhan organisme pembusuk yang tidak diharapkan. Pada penelitian ini silase kulit buah kakao sedikit berlendir dan memicu jamur dipermukaan silo ini disebabkan karena tidak padatnya kulit buah kakao dalam silo sehingga terdapat udara di dalam silo.

Nilai rata-rata BK dari silase kulit buah kakao dengan penambahan suplementasi berbagai sumber karbohidrat pada penelitian ini berkisar antara 17,07-18,85%, nilai ini berbeda dengan penelitian Aulia (2025) tentang silase kulit buah kakao dengan penambahan tepung gaplek 10% yaitu 20,99%.

Bahan Organik (BO)

Rataan bahan kering pada silase kulit buah kakao dengan penambahan molases dan tepung jagung sebagai sumber karbohidrat dapat dilihat pada tabel 2. di bawah ini.

Tabel 6. Rataan BO silase kulit buah kakao

Perlakuan	Rataan ± St.dev
P0 = KBK 100%	98,17 ± 0,44
P1 = KBK 95% + M 5%	98,30 ± 0,24
P2 = KBK 95% + TJ 5%	98,01 ± 0,99
P3 = KBK 95% + M 2.5% + TJ 2.5%	98,48 ± 0,20

Keterangan : KBK : kulit buah kakao, M : molases, Tj : tepung jagung
 : perbedaan perlakuan tidak berpengaruh nyata (non-signifikan) terhadap nilai bahan organik silase kulit buah kakao ($P>0,05$)

Tabel 2. Menunjukkan bahwa perlakuan kulit buah kakao dengan penambahan sumber karbohidrat berupa molases dan tepung jagung tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kandungan bahan organik. Perlakuan P0 (100% kulit buah kakao) menghasilkan nilai BO 98,17%. Pada perlakuan P1 dengan penambahan 5% molases nilai BO 98,30%, sementara penambahan 5% tepung jagung pada P2 menghasilkan 98,01%. Adapun kombinasi molases 2,5% dan tepung jagung 2,5% (P3) memiliki nilai BO 98,48%. Meskipun tidak ada perbedaan angka antar perlakuan yang terlalu besar, variasi tersebut tidak cukup untuk menunjukkan adanya perubahan yang signifikan terhadap BO silase.

Kandungan BO tinggi disebabkan karena adanya karakteristik yang sama antara bahan baku utama dengan bahan tambahan/aditif. Pada kulit buah kakao memiliki kandungan BO tinggi karena tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Bahan tambahan molases dan tepung jagung juga memiliki kandungan BO tinggi karena sumber karbohidrat. Kandungan BO yang meningkat juga disebabkan karena lamanya penyimpanan, pada penelitian merdekawani dan kasmiran (2013) menyatakan bahwa lama fermentasi dapat mempengaruhi nilai BO pada hari ke 20 dengan fermentasi 20 hari. Studi Dhalika (2020) pada batang pepaya menunjukkan bahwa penambahan 5% molases tanpa tambahan nitrogen dapat menghasilkan BO silase yang tinggi (yakni BO ~ 90,97%), menunjukkan bahwa molases memang efektif dalam menjaga bahan organik ketika fermentasi dilakukan dengan benar. Nilai rata-rata BO pada silase kulit buah kakao dengan penambahan suplementasi berbagai sumber karbohidrat yaitu 98,01-98,48%.

Kehilangan Bahan Kering (KBK)

Rataan bahan kering pada silase kulit buah kakao dengan penambahan molases dan tepung jagung sebagai sumber karbohidrat dapat dilihat pada tabel 3. di bawah ini.

Tabel 7. Rataan KBK silase kulit buah kakao

Perlakuan	Rataan ± St.dev
P0 = KBK 100%	13,79 ± 4,80
P1 = KBK 95% + M 5%	9,69 ± 7,38
P2 = KBK 95% + TJ 5%	11,60 ± 6,33
P3 = KBK 95% + M 2.5% + TJ 2.5%	14,48 ± 5,79

Keterangan : KBK : kulit buah kakao, M : molases, Tj : tepung jagung
 : perbedaan perlakuan tidak berpengaruh nyata (non-signifikan) terhadap nilai kehilangan bahan kering silase kulit buah kakao ($P>0,05$)

Tabel 3. Menunjukkan bahwa perlakuan kulit buah kakao dengan penambahan sumber karbohidrat berupa molases dan tepung jagung tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kehilangan bahan kering. Perlakuan P0 (100% kulit buah kakao) menghasilkan nilai KBK 13,79%. Pada perlakuan P1 dengan penambahan 5% molases nilai KBK 9,69%, sementara penambahan 5% tepung jagung pada P2 menghasilkan 11,60%. Adapun kombinasi molases 2,5% dan tepung jagung 2,5% (P3) memiliki nilai KBK 14,48%. Meskipun adanya perbedaan angka antar perlakuan, variasi tersebut tidak cukup untuk menunjukkan adanya perubahan yang signifikan terhadap KBK silase. Pada penelitian Aquilina (2012) penambahan *Inokulan L. Plantarum* memiliki potensi untuk meningkatkan produktivitas silase dengan meningkatkan kandungan asam laktat, mengurangi kehilangan bahan kering dan penurunan pH. Surono dkk, (2006) yang menyatakan bahwa peningkatan kadar air selama fermentasi menyebabkan kandungan bahan kering menurun, semakin tinggi air yang dihasilkan dalam proses fermentasi maka kehilangan bahan kering semakin meningkat karena kandungan bahan kering dipengaruhi oleh kadar air yang berasal dalam proses fermentasi. Rataan kehilangan bahan kering pada silase kulit buah kakao dengan suplemenasi berbagai sumber karbohidrat yaitu 9.69-14,48%

Kehilangan Bahan Organik (KBO)

Rataan bahan kering pada silase kulit buah kakao dengan penambahan molases dan tepung jagung sebagai sumber karbohidrat dapat dilihat pada tabel 4. di berikut ini.

Tabel 8. Rataan KBO silase kulit buah kakao

Perlakuan	Rataan ± St.dev
P0 = KBK 100%	1,78 ^b ± 0,78
P1 = KBK 95% + M 5%	0,60 ^a ± 0,29
P2 = KBK 95% + TJ 5%	0,77 ^a ± 0,76
P3 = KBK 95% + M 2.5% + TJ 2.5%	0,36 ^a ± 0,25

Keterangan : KBK : kulit buah kakao, M : molases, Tj : tepung jagung
 : perbedaan perlakuan tidak berpengaruh nyata (non-signifikan) terhadap nilai kehilangan bahan organik silase kulit buah kakao ($P<0,05$)

Tabel 4. Menunjukkan bahwa perlakuan kulit buah kakao dengan penambahan sumber karbohidrat berupa molases dan tepung jagung memberikan pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kehilangan bahan organik. Perlakuan P0 (100% kulit buah kakao) menghasilkan nilai KBO 1,78%. Pada perlakuan P1 dengan penambahan 5% molases nilai KBO 0,60%, sementara penambahan 5% tepung jagung pada P2 menghasilkan 0,77%. Adapun kombinasi molases 2,5% dan tepung jagung 2,5% (P3) memiliki nilai KBO 0,36%. Penurunan BO ini mengindikasikan bahwa aditif karbohidrat memperbaiki stabilitas fermentasi, sehingga lebih sedikit bahan organik yang hilang selama proses fermentasi.

Pembentukan asam laktat yang meningkat dan turunnya pH merupakan indikasi banyaknya BO yang digunakan selama ensilase yang selanjutnya merupakan penyebab kehilangan BO (Surono dkk., 2006). Menurut Syabruddin dkk (2021) menunjukkan bahwa penambahan tepung jagung (hingga 12%) pada silase meningkatkan kadar bahan organik dengan signifikan. Dalam penelitian ini, perlakuan dengan tepung jagung (P2) menunjukkan penurunan KBO yang cukup besar (0,77%), menandakan bahwa pati dan oligosakarida dari tepung jagung bisa dimanfaatkan oleh mikroba fermentatif untuk memperkuat fermentasi dan menekan dekomposisi organik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini, penurunan KBO paling rendah pada perlakuan kombinasi molases dan tepung jagung (P3) bahwa aditif karbohidrat (baik gula sederhana maupun pati) dapat

meningkatkan konservasi silase. Penurunan kehilangan BO ini sangat penting karena menjaga kandungan energi dan nutrisi dalam pakan silase, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi pakan ruminansia.

Nilai *Fleigh*

Rataan bahan kering pada silase kulit buah kakao dengan penambahan molases dan tepung jagung sebagai sumber karbohidrat dapat dilihat pada tabel 5. di berikut ini.

Tabel 9. Rataan nilai *fleigh* silase kulit buah kakao

Perlakuan	Rataan $\pm$ St.dev
P0 = KBK 100%	46,75 $\pm$ 2,80
P1 = KBK 95% + M 5%	50,65 $\pm$ 2,52
P2 = KBK 95% + TJ 5%	55,71 $\pm$ 8,65
P3 = KBK 95% + M 2.5% + TJ 2.5%	51,78 $\pm$ 5,34

Keterangan : KBK : kulit buah kakao, M : molases, TJ : tepung jagung
 : perbedaan perlakuan tidak berpengaruh nyata (non-signifikan) terhadap nilai *fleigh* silase kulit buah kakao ($P > 0,05$)

Tabel 5. Menunjukkan bahwa perlakuan kulit buah kakao dengan penambahan sumber karbohidrat berupa molases dan tepung jagung tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai *Fleigh*. Perlakuan P0 (100% kulit buah kakao) menghasilkan nilai *fleigh* 46,75%. Pada perlakuan P1 dengan penambahan 5% molases nilai *fleigh* 50,65%, sementara penambahan 5% tepung jagung pada P2 menghasilkan 55,71%. Adapun kombinasi molases 2,5% dan tepung jagung 2,5% (P3) memiliki nilai *fleigh* 51,78%. Meskipun adanya perbedaan angka antar perlakuan, variasi tersebut tidak cukup untuk menunjukkan adanya perubahan yang signifikan terhadap nilai *fleigh* silase.

Kualitas silase berdasarkan nilai *fleigh* terbagi dalam 5 kategori, yaitu: 1) Sangat baik, bila nilai *fleigh* > 80 ; 2) Baik, bila nilai *fleigh* $60 - 80$; 3) Cukup baik, bila nilai *fleigh* $50 - 60$; 4) Sedang, bila nilai *fleigh* $25 - 40$ dan 5) Buruk, bila nilai *fleigh* < 20 (Idukut et al., 2009). Nilai *fleigh* akan tinggi apabila semakin tinggi kandungan BK dan semakin rendah pH silase (Arianto dkk., 2021). Kandungan BK yang tinggi mengindikasikan proses ensilase yang terjadi mampu menjaga atau mengawetkan bahan, sedangkan rendahnya nilai pH akan mengindikasikan bahwa proses ensilase berjalan dengan baik dan stabil (Yosef et al., 2009)

KESIMPULAN

Penambahan molases dan tepung jagung mampu memperbaiki proses fermentasi silase kulit buah kakao, yang ditunjukkan oleh menurunnya kehilangan bahan organik serta meningkatnya nilai *Fleigh* dibandingkan kontrol. Tepung jagung 5% (P2) memberikan nilai *Fleigh* tertinggi, sedangkan kombinasi molases 2,5% dan tepung jagung 2,5% (P3) menghasilkan kehilangan bahan organik terendah, sehingga aditif karbohidrat terbukti berperan dalam meningkatkan kualitas silase. Secara keseluruhan, perlakuan terbaik adalah P3 (molases 2,5% + tepung jagung 2,5%) karena menghasilkan stabilitas fermentasi terbaik melalui kehilangan bahan organik paling rendah, yang merupakan indikator penting efisiensi konservasi silase.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada LP2M Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah mendanai selama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, A. M., Malesi, L., dan Kurniawan, W. 2021. Perbandingan Kualitas dan Karakteristik Silase Kombinasi Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*) Indigofera Zollingeriana Dengan Menggunakan Asam Laktat Organik dan Inokulan BAL dari Ekstrak Rumput Gajah Terfermentasi. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 3(2): 118-124. <https://doi.org/10.56625/jipho.V3i2.18020>
- Handayani, S., Saleh, E., and Harahap, A. E. 2018. Fiber Fraction of Silage from Kepok Banana Peels (*Musa Paradisiaca*) Using Different Levels Of Bran Addition and Fermentation Duration. *Livestock Journal*, 15(1): 1–8.
- Hidayat, N. 2014. Karakteristik dan Kualitas Silase Rumput Raja Menggunakan Berbagai Sumber dan Tingkat Penambahan Karbohidrat Fermentable. *Jurnal Agripet*, 14(1): 42–49. <https://doi.org/10.17969/Agripet.V14i1.1204>

- Jayanegara, A., Ridla, M., Astuti, D. A., Wiryawan, K. G., Laconi, E. B., and Nahrowi. 2017. Determination of Energy and Protein Requirements of Sheep In Indonesia Using a Meta-Analytical Approach. *Media Peternakan*, 40(2): 118–127. <https://doi.org/10.5398/Medpet.2017.40.2.118>
- Mayangsari, I., Harahap, A. E., dan Zumarni, Z. 2021. Fraksi Serat Silase Kulit Buah Kakao Dengan Penambahan Level Tepung Jagung aan Lama Fermentasi Yang Berbeda. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 7(1): 25. <https://doi.org/10.30997/Jpn.V7i1.2874>
- Mcdonald, P., R. G. Wilkinson, R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. S. 2011. Animal Nutrition. In *Animal Nutrition* (Seventh Ed). Library Of Congress Cataloging. <https://doi.org/10.5962/Bhl.Title.155283>
- Ohmomo, S., Tanaka, O., Kitamoto, H. K., and Cai, Y. 2002. Silage And Microbial Performance, Old Story But New Problems. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 36(2): 59–71. <https://doi.org/10.6090/Jarq.36.59>
- Surono, Soejono, M., dan Budhi, S. P. S. 2006. Kehilangan Bahan Kering dan Bahan Organik Silase Rumput Gajah Pada Umur Potong Dan Level Aditif Yang Berbeda. *J.Indon.Trop.Anim.Agric*, 31(1): 62–67.
- Syabruddin, Fridarti, dan Mulyani, S. 2021. Pengaruh Aditif Tepung Jagung dan Fraksi Hijauan Jagung (*Zea Mays* L.) Pada Silase Terhadap Kandungan (Bahan Kering, Bahan Organik, dan Kadar Air). *Jurnal Embrio*, 13 (2): 20–30.
- Yetri, Y., Hidayati, R., Tri Putra, R., Paramitha, R., Negeri Padang, P., Limau Manis, K., dan Nurliana Medan, Stik. 2020. Kajian Manfaat Senyawa Aktif Dalam Ekstrak Kulit Buah Coklat (*Theobroma Cacao*) Studi of Benefits of Active Compounds In Cacao Pod Rind Extract (*Theobroma Cacao*). *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 15(2)
- Zakariah, M. A., Utomo, R., dan Bacruddin, Z. 2015. Pengaruh Inokulum Campuran *Lactobacillus Plantarum* dan *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Kualitas Organoleptik, Fisik, dan Kimia Silase Kulit Buah Kakao. *Buletin Peternakan*, 39(1): 1. <https://doi.org/10.21059/Buletinpeternak.V39i1.6152>

PERBANYAKAN STEVIA ANTARA KESERAGAMAN DAN KEANEKARAGAMAN

Stevia Propagation Trade-offs between Uniformity and Diversity

Nor Isnaeni Dwi Arista^{1*}, Dumaris Priskila Purba¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

*E-mail korespondensi: nor.isnaeni@unsoed.ac.id

ABSTRACT

Stevia rebaudiana Bertoni is a potential source of a zero-calorie natural sweetener, yet it faces challenges in its propagation system that affect productivity and quality standards. This study critically compares the efficiency of generative (seed) and vegetative (cutting) propagation methods to support sustainable stevia production. A literature search was conducted using Web of Science, Scopus, PubMed, Google Scholar, and ScienceDirect for publications from 2014 to 2024, focusing on empirical studies reporting quantitative data on propagation success rates, growth, and steviol glycoside content. The analytical results indicate that vegetative propagation achieves a high success rate particularly with the application of auxins, compared to the lower seed germination rate, which is highly dependent on seed viability. Plants derived from cuttings exhibited superior vegetative vigor, with increases in plant height, leaf number, and biomass, alongside higher steviol glycoside content and a more commercially favorable rebaudioside A: stevioside ratio. Conversely, the generative method resulted in high phenotypic diversity and low biochemical consistency. These findings confirm the superiority of vegetative propagation for commercial purposes, as it preserves superior genotypes and the physiological maturity of the plant. However, the potential for genetic erosion and dependence on mother stock remain significant risks. Therefore, the propagation method must be aligned with the intended objectives: vegetative for market-oriented standard production, and generative for genetic conservation and breeding programs. Integration with micropropagation is recommended to minimize somaclonal variation.

Keywords : Auxin, Hormone, Propagation, Natural Sweetener, Vegetative Reproduction

PENDAHULUAN

Stevia rebaudiana Bertoni merupakan tumbuhan herba perennial dari famili Asteraceae menjadi salah satu sumber pemanis alami. *Stevia* mengandung steviol glikosida, terutama stevioside dan rebaudioside A yang menunjukkan tingkat kemanisan tinggi daripada sukrosa, namun tanpa kalori sehingga tidak mempengaruhi glukosa darah. Karakter ini yang memposisikan *stevia* sebagai alternatif pemanis buatan bagi para diabetes dan obesitas. *Stevia* juga kaya akan senyawa bioaktif seperti polifenol, flavonoid, tanin, dan alkaloid, yang berkontribusi pada sifat anti-hiperglikemik, anti-inflamasi, dan antioksidannya yang telah diakui (Khilar et al., 2022; Ptak et al., 2023). Berbagai senyawa bioaktif ini serta trend *stevia* sebagai sumber alami memberikan implikasi minat yang tinggi terhadap pertumbuhan pasar *stevia*.

Komersialisasi *stevia* sebagai produk herbal pemanis alami yang kaya manfaat memberikan potensi penelitian salah satunya pada praktik budidaya. Budidaya *stevia* adalah bagian fundamental untuk mendapatkan produk utamanya berupa daun. Meskipun memiliki potensi komersial yang besar, produksi *stevia* menghadapi tantangan mendasar terkait efisiensi perbanyakan, keseragaman genetik, dan konsistensi biokimia. Tantangan-tantangan ini secara langsung mempengaruhi produktivitas dan kemampuan untuk memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan oleh industri pemanis global. Meskipun memiliki potensi komersial yang besar, produksi *stevia* menghadapi tantangan mendasar terkait efisiensi perbanyakan, keseragaman genetik, dan konsistensi biokimia. Tantangan-tantangan ini secara langsung mempengaruhi produktivitas dan kemampuan untuk memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan oleh industri pemanis global.

Makalah ini mengkaji bukti satu dekade terakhir (2014–2024) yang membandingkan dua strategi perbanyakan utama pada budidaya *stevia*. Topik penelitian ini penting karena pemilihan metode perbanyakan pada dasarnya menentukan keseragaman tanaman, konsistensi profil biokimia, dan skalabilitas sistem produksi. Mengingat meningkatnya permintaan global akan pemanis alami dan minat farmasi terhadap steviol glikosida (Chowdhury et al. 2022), optimalisasi budidaya untuk perbanyakan *stevia* menjadi hal yang esensial untuk memenuhi spesifikasi industri sekaligus menjaga sumber daya genetik untuk program pemuliaan di masa depan.

Beberapa peneliti yang telah mengkaji topik ini di antaranya adalah Blinstrubiené et al. (2020), Abouelela et al. (2025) berargumen bahwa perbanyakan vegetatif melalui stek batang memiliki keseragaman genetik dan mempertahankan karakteristik biokimia, sehingga perbanyakan stek dengan zat pengatur tumbuh banyak dipilih dibanding generative yang cenderung perkecambahan biji rendah. Sebaliknya,

Andújar et al., 2022 menekankan bahwa perbanyakan generatif melalui biji menawarkan keanekaragaman genetik, namun metode ini sering menghadapi tantangan seperti tingkat perkecambahan rendah dan ketidakcocokan sendiri, yang mengakibatkan karakteristik tanaman yang tidak konsisten. Mereka menyarankan agar pemilihan metode perbanyakan diselaraskan dengan tujuan produksi: perbanyakan klonal untuk output komersial yang terstandarisasi, dan reproduksi seksual untuk konservasi plasma nutfah serta perbaikan genetik.

Debat utama berpusat pada apakah keseragaman genetik yang dicapai melalui perbanyakan vegetatif dapat membenarkan risiko erosi genetik dan kerentanan terhadap cekaman biotik dan abiotik, atau apakah keanekaragaman genetik dari perbanyakan generatif dapat dimanfaatkan meskipun memiliki variabilitas inherent dalam profil pemanisnnya (Xu et al., 2023). Namun, masih diperlukan upaya lebih lanjut untuk mengintegrasikan penanda molekuler guna menilai genetik pada material yang diperbanyak secara vegetatif, serta mengembangkan protokol hibrida yang menggabungkan keunggulan kedua metode sekaligus meminimalkan keterbatasan masing-masing. Sintesis komprehensif terhadap bukti empiris terkini yang membandingkan secara kuantitatif tingkat keberhasilan perbanyakan, kinerja morfofisiologi, dan hasil biokimia dalam kondisi terkendali juga masih belum banyak dilakukan.

Penelitian ini memiliki kedekatan dengan studi Reis et al. (2020) karena sama-sama mengevaluasi secara sistematis beberapa parameter kinerja antar metode perbanyakan. Namun, penelitian ini memperluas cakupan dengan memasukkan tinjauan literatur dalam rentang waktu yang lebih panjang dan menekankan pada metrik kualitas biokimia yang kritis bagi aplikasi industri. Kontribusi studi ini ada dua: pertama, memberikan rekomendasi pemilihan metode perbanyakan berbasis bukti yang dikaitkan dengan tujuan produksi yang jelas; kedua, mengidentifikasi celah kritis dalam praktik saat ini, khususnya terkait pemantauan genetik dan integrasi teknologi mikropopagasi untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas genetik.

Signifikansi studi ini dapat dilihat dari beberapa aspek. Pertama, penelitian ini menjawab hambatan mendasar dalam sistem produksi stevia yang mempengaruhi baik viabilitas ekonomi maupun kualitas produk. Kedua, penelitian ini berkontribusi pada wacana yang lebih luas mengenai perbanyakan tanaman berkelanjutan dengan mengkaji kompromi antara keseragaman dan keanekaragaman genetik dalam konteks pertanian industri. Ketiga, penelitian ini menawarkan panduan praktis bagi petani, pemulia, dan pembuat kebijakan yang berupaya mengoptimalkan protokol budidaya stevia. Makalah ini menyajikan sebuah studi kasus tentang bagaimana pemilihan strategi perbanyakan mempengaruhi seluruh rantai nilai dari tanaman industri dan medisinal yang penting secara komersial, dengan implikasi yang dapat diterapkan pada spesies lain yang menghadapi tantangan produksi serupa.

BAHAN DAN METODE

Penelusuran literatur komprehensif dilakukan melintasi berbagai basis data ilmiah, termasuk Web of Science, Scopus, PubMed, Google Scholar, dan ScienceDirect. Pencarian mencakup publikasi dari Januari 2000 hingga Desember 2024, dengan fokus pada artikel jurnal peer-review, prosiding konferensi, dan laporan otoritatif. Istilah pencarian yang digunakan meliputi "Stevia rebaudiana" AND "propagation", "Stevia" AND "seed germination", "Stevia" AND "cutting propagation" OR "vegetative propagation", "Stevia rebaudiana" AND "stevioside" AND "propagation method", serta "Stevia" AND "clonal propagation" OR "micropropagation".

Kriteria inklusi meliputi studi yang secara langsung membandingkan perbanyakan generatif dan vegetatif pada Stevia, penelitian yang melaporkan data kuantitatif mengenai tingkat keberhasilan perbanyakan, investigasi yang mengkaji kandungan steviol glikosida dalam kaitannya dengan metode perbanyakan, studi yang menganalisis parameter pertumbuhan dan karakteristik morfologis, serta publikasi yang ditulis dalam bahasa Inggris dengan teks lengkap yang dapat diakses. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup studi yang berfokus secara eksklusif pada kultur jaringan tanpa validasi lapangan, penelitian yang tidak memiliki metodologi atau analisis statistik yang jelas, publikasi dengan data yang tidak memadai untuk analisis komparatif, dan abstrak konferensi tanpa disertai makalah lengkap.

Dari publikasi yang terpilih, data diekstraksi pada beberapa parameter kunci, termasuk tingkat keberhasilan perbanyakan (seperti persentase perkecambahan dan pengakaran), waktu hingga pembentukan (hari hingga perkecambahan dan hari hingga pengakaran), parameter pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah daun, dan karakteristik akar), serta kandungan steviol glikosida (konsentrasi stevioside dan rebaudioside A), bersama dengan kondisi lingkungan dan protokol perlakuan. Data yang terkumpul kemudian diorganisir ke dalam tabel komparatif untuk memfasilitasi sintesis dan analisis. Apabila beberapa studi melaporkan parameter yang serupa, rentang dan nilai rata-rata dihitung untuk memberikan nilai yang representatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Keberhasilan Perbanyakan

Tingkat keberhasilan perbanyakan merupakan metrik dasar untuk mengevaluasi setiap metode multiplikasi. Review ini mengungkap perbedaan substansial antara pendekatan generatif dan vegetatif dalam hal efisiensi pembentukan. Sebagai contoh, teknik vegetatif tertentu, seperti yang mengandalkan stek batang,

mungkin hanya mencapai tingkat keberhasilan pengakaran yang terbatas (Dolinski & Kowalczyk, 2019). Sebaliknya, metode perbanyakan klonal lain seperti pembelahan rumpun menunjukkan hasil tahunan yang terbatas (Ptak et al., 2023). Namun, teknik mikropropagasi tingkat lanjut menawarkan laju multiplikasi yang jauh lebih tinggi, meskipun sering kali disertai dengan persyaratan biaya dan infrastruktur khusus yang lebih besar (Rodríguez-Páez et al., 2024).

Kinerja Perkecambahan Benih

Perbanyakan benih pada *S. rebaudiana* menunjukkan variabilitas yang cukup besar, dengan tingkat perkecambahan yang dipengaruhi oleh kualitas benih, kondisi penyimpanan, dan parameter lingkungan. Data mengungkap beberapa pola kritis. Pertama, benih stevia yang tidak dirawat menunjukkan tingkat perkecambahan yang relatif rendah. Keterbatasan inherent ini berasal dari hilangnya viabilitas benih yang cepat dan kendala fisiologis. Benih menunjukkan viabilitas maksimum dalam 1-2 bulan pasca panen, menurun drastis setelahnya. Setelah enam bulan penyimpanan, tingkat perkecambahan dapat turun di bawah 10%, menjadikan stok benih yang lebih tua pada dasarnya tidak viable untuk tujuan perbanyakan generatif praktis. Penurunan cepat ini menggarisbawahi perlunya penanaman segera atau teknik penyimpanan lanjutan untuk menjaga kualitas benih guna perbanyakan generatif yang efektif. Lebih lanjut, sifat *Stevia* yang tidak kompatibel sendiri, yang memerlukan penyerbukan silang, sering kali menghasilkan produksi benih steril dengan vigor rendah, menghambat perbanyakan seragam melalui metode generatif (Rodríguez-Páez et al., 2024). Tantangan seperti itu memerlukan eksplorasi ke dalam strategi perbanyakan alternatif, khususnya yang memanfaatkan kultur jaringan untuk mengatasi keterbatasan yang terkait dengan metode generatif konvensional (Amien et al., 2021). Perbanyakan *in vitro*, misalnya, menawarkan sarana produksi skala besar yang andal untuk tanaman stevia yang identik secara genetik, menghindari viabilitas dan persentase perkecambahan yang buruk yang menjadi ciri khas benih (Taak et al., 2020).

Perlakuan awal secara signifikan meningkatkan kinerja perkecambahan. Aplikasi asam giberelat (GA_3) dilaporkan dapat meningkatkan perkecambahan benih stevia (Janah et al., 2024). Cahaya, khususnya, memainkan peran penting karena benih stevia menunjukkan persyaratan perkecambahan fotoblastik, dengan kegelapan yang secara substansial menghambat kemunculan. Faktor lingkungan, seperti suhu dan komposisi substrat, juga secara kritis memodulasi respons perkecambahan, dengan kondisi optimal menghasilkan persentase yang secara substansial lebih tinggi dan mengurangi waktu perkecambahan rata-rata (Melito et al., 2023).

Perbanyakan Stek

Perbanyakan vegetatif melalui stek batang umumnya menunjukkan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perkecambahan benih. Stek terminal (segmen apikal) secara konsisten mengungguli stek nodal, diatribusikan kepada konsentrasi auksin endogen yang lebih tinggi dan aktivitas meristematik yang lebih besar dalam jaringan terminal. Aplikasi eksogen auksin, seperti asam indol-3-butirat (IBA) dan asam alfa-naftalena asetat (NAA), secara signifikan meningkatkan persentase pengakaran dan mempercepat inisiasi akar, sebagaimana dibuktikan oleh tingginya tingkat keberhasilan yang konsisten di berbagai studi (Rodríguez-Páez et al., 2024). Sebagai contoh, konsentrasi IBA mulai dari 2000 hingga 3000 ppm particularly efektif dalam merangsang perkembangan akar yang kokoh, sering kali menghasilkan skor kualitas akar melebihi 4.0 dari 5.0. Selain itu, penerapan teknik pembelangan pada tanaman induk, meskipun membutuhkan tenaga kerja intensif dan menghasilkan jumlah propagul yang terbatas, telah terbukti meningkatkan pengakaran dengan mengakumulasi pati di kerah dan akar, mempromosikan etiolasi, dan memfasilitasi perkembangan akar adventif (Dris & Jain, 2004).

Aplikasi auksin, khususnya IBA pada konsentrasi 2000-3000 ppm, secara substansial meningkatkan keberhasilan pengakaran (Osterc et al., 2022). Stek yang dirawat tidak hanya menunjukkan persentase pengakaran yang lebih tinggi tetapi juga mengembangkan sistem perakaran yang lebih kokoh yang ditandai dengan jumlah akar, panjang, dan kompleksitas percabangan yang lebih besar. Manajemen lingkungan, termasuk sistem penyemprotan kabut intermiten untuk mempertahankan kelembaban dan mencegah desikasi, lebih meningkatkan hasil, dengan tingkat keberhasilan mendekati 96% di bawah manajemen intensif. Terlepas dari tingginya tingkat keberhasilan ini, sangat penting untuk mempertimbangkan bahwa tanaman yang diperbanyak secara vegetatif, meskipun awalnya menunjukkan pertumbuhan yang kuat, dapat mengembangkan arsitektur akar yang berbeda dibandingkan dengan tanaman semai dan mungkin lebih rentan terhadap tekanan lingkungan seperti angin kencang (Nuwarapaksha et al., 2023). Pemilihan jenis auksin dan konsentrasinya sangat kritis, dengan IBA sering terbukti lebih efektif daripada auksin lain karena stabilitasnya dan berkurangnya kerentanan terhadap degradasi (Saha et al., 2016).

Keunggulan temporal dari perbanyakan stek juga terlihat, dengan inisiasi akar terjadi dalam 10-15 hari dibandingkan dengan 12-21 hari untuk perkecambahan benih. Selain itu, stek yang telah berakar bertransisi lebih cepat menjadi tanaman yang mapan, mengurangi periode pembibitan selama 2-3 minggu relatif terhadap semai. Pembentukan yang dipercepat ini, ditambah dengan kesetiaan genetik yang dijamin oleh perbanyakan klonal, menjadikan stek sebagai metode yang lebih dapat diprediksi dan efisien untuk produksi stevia komersial (Smitha & Umesha, 2012). Meskipun aplikasi sinergis IBA dan NAA telah terbukti meningkatkan

pengakaran pada beberapa spesies (Scaltrito et al., 2024), pilihan dan konsentrasi auksin optimal, seperti IBA atau IAA, untuk stevia dapat bervariasi, terkadang menunjukkan hasil yang superior untuk parameter perkembangan akar tertentu seperti panjang atau jumlah akar (Seran et al., 2025).

Karakteristik Pertumbuhan dan Morfologi

Perkembangan vegetatif yang kuat seperti ini menunjukkan partisi sumber daya yang lebih efisien ke arah pertumbuhan di atas tanah, yang berpotensi menyebabkan peningkatan hasil steviol glikosida (Islam & Tareq, 2015). Vigor fisiologis yang ditingkatkan ini kemungkinan besar disebabkan oleh transplantasi langsung jaringan dewasa dalam stek, melewati fase juvenil yang menjadi ciri khas semai dan memungkinkan pembentukan mesin fotosintesis yang cepat.

Beberapa faktor berkontribusi terhadap perbedaan kinerja ini. Pertama, stek yang berasal dari tanaman induk yang dewasa dan produktif mewarisi kematangan fisiologis dari bahan sumber, melewati fase juvenil yang melekat pada semai. "Keunggulan kematangan" ini memungkinkan perkembangan vegetatif yang lebih cepat dan kompetensi reproduktif yang lebih awal. Kedua, tanaman yang diperbanyak stek mempertahankan konstitusi genetik unggul dari stok induk terpilih, sedangkan tanaman asal benih menunjukkan segregasi genetik yang mungkin termasuk genotipe kurang vigor. Terakhir, cadangan nutrisi awal dalam stek batang dapat memberikan keunggulan pertumbuhan selama fase pembentukan kritis, lebih berkontribusi pada perkembangan awal mereka yang superior dibandingkan dengan semai (Nuwarapaksha et al., 2023). Lebih lanjut, pemupukan nitrogen telah terbukti secara signifikan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan pembentukan biomassa pada *Stevia rebaudiana*, dengan tingkat yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan tinggi tanaman, luas daun, dan biomassa di atas tanah, menunjukkan adanya interaksi antara metode perbanyakan dan manajemen nutrisi untuk pertumbuhan optimal (Sun et al., 2019).

Komposisi Biokimia: Kandungan Steviol Glikosida

Diferensial ini terwujud dalam kedua fraksi glikosida utama, dengan stevioside dan rebaudioside A menunjukkan peningkatan substansial. Secara spesifik, konsentrasi stevioside dan rebaudioside A dapat lebih dioptimalkan dengan menyesuaikan konsentrasi sitokinin selama perbanyakan *in vitro*, dengan 5 μ M metatopoli (mT) particularly efektif untuk produksi stevioside (Ptak et al., 2023). Selain itu, rasio rebaudioside A terhadap stevioside, penentu kualitas kemanisan utama, juga secara konsisten lebih tinggi pada tanaman yang diperbanyak stek, berkisar dari 0,51-0,64, menunjukkan profil sensorial yang lebih diinginkan.

Yang patut diperhatikan adalah rasio rebaudioside A:stevioside yang lebih baik pada tanaman asal stek. Rebaudioside A, yang memiliki sifat organoleptik superior dengan rasa pahit yang berkurang dibandingkan stevioside, menghargai harga pasar premium. Perbanyakan stek dari plasma nutfah unggul yang dipilih untuk kandungan rebaudioside A tinggi memungkinkan optimasi rasio, mencapai nilai 0,56-0,64 dibandingkan dengan 0,41-0,52 pada tanaman asal benih. Ini merupakan keunggulan komersial yang kritis, karena ekstrak yang diperkaya rebaudioside A memenuhi preferensi konsumen lebih efektif dan mengakses segmen pasar bernilai lebih tinggi.

Faktor

Keseragaman genetic	• Perbanyakan klonal menjaga genetik tanaman induk • Reproduksi seksual menambah variasi sehingga merusak kombinasi alel unggul • Kandungan glikosida tinggi terkait sifat poligenik sehingga lebih stabil pada klon
Stabilitas epigenetik	• Klon dapat mempertahankan modifikasi epigenetik yang menguntungkan • Ekspresi gen biosintesis glikosida tetap stabil pada perbanyakan vegetative • Reproduksi seksual mengatur ulang tanda epigenetik
Kematangan fisiologis	• Stek membawa status fisiologis tanaman dewasa • Jalur metabolik sudah matang dan optimal • Mendukung akumulasi glikosida lebih tinggi

Sintesis: Optimasi Bergantung Konteks

Perbandingan komprehensif mengungkapkan bahwa tidak ada metode perbanyakan yang menunjukkan superioritas universal; sebaliknya, seleksi optimal bergantung pada tujuan produksi, skala, sumber daya, dan posisi pasar.

Kategori	Kelebihan	Keterbatasan
Perbanyakan Benih	• Biaya lebih rendah dan infrastruktur sederhana • Risiko penularan penyakit lebih rendah (terutama virus)	• Kandungan glikosida lebih rendah & bervariasi • Kualitas dan kinerja tanaman tidak konsisten

Perbanyakkan Stek	• Menyediakan keanekaragaman genetik untuk pemuliaan & adaptasi • Cocok untuk produksi skala besar yang sensitif biaya	• Pertumbuhan awal lambat dan pembibitan lebih lama • Viabilitas benih cepat menurun • Heterogenitas fenotipik menyulitkan manajemen
	• Ada mekanisme pelolosan penyakit • Membutuhkan keterampilan teknis yang lebih rendah • Kandungan & kualitas glikosida lebih tinggi • Keceragaman fenotipik untuk produksi terstandarisasi • Pertumbuhan lebih cepat & produktivitas lebih awal • Seleksi & pemeliharaan genetik lebih tepat • Hasil lebih dapat diprediksi	• Biaya & kebutuhan teknis lebih tinggi • Risiko penularan penyakit dari tanaman induk • Keceragaman genetik meningkatkan kerentanan • Membutuhkan investasi infrastruktur • Memerlukan pemeliharaan stok induk

KESIMPULAN

Pemilihan metode perbanyakkan Stevia rebaudiana merupakan proses yang melibatkan banyak pertimbangan, karena setiap pendekatan membawa konsekuensi terhadap keberhasilan budidaya, mutu bahan baku, efisiensi biaya, dan keberlanjutan sistem produksi. Berdasarkan kajian yang ada, perbanyakkan vegetatif melalui stek batang umumnya menunjukkan performa yang lebih unggul dalam berbagai indikator produktivitas dan kualitas, terutama bagi produsen yang menasar segmen pasar bernilai tinggi. Meskipun demikian, perbanyakkan benih tetap memiliki peran penting dalam kondisi tertentu, khususnya terkait pelestarian keragaman genetik dan kebutuhan pemuliaan tanaman.

Perbedaan antara kedua metode tersebut tidak harus dipahami sebagai pilihan yang saling meniadakan. Sistem produksi yang lebih maju justru dapat mengombinasikan keduanya secara strategis: perbanyakkan benih dimanfaatkan untuk tujuan peningkatan genetik dan menjaga basis keragaman, sementara perbanyakkan vegetatif digunakan untuk memperbanyak genotipe unggul secara konsisten bagi produksi komersial. Pendekatan terpadu ini memungkinkan tercapainya produktivitas dan kualitas jangka pendek tanpa mengabaikan kapasitas adaptasi jangka panjang serta konservasi sumber daya genetik.

Dengan meningkatnya permintaan global terhadap pemanis alami dan semakin mapannya industri budidaya stevia, praktik perbanyakkan tanaman diperkirakan akan terus berkembang. Penelitian lanjutan yang menutup celah pengetahuan, pemuliaan kultivar yang lebih adaptif dan produktif, serta penyempurnaan teknik perbanyakkan akan berkontribusi pada peningkatan efisiensi sekaligus keberlanjutan produksi stevia secara global. Temuan komparatif dalam kajian ini memberikan landasan ilmiah yang kuat untuk mendukung kemajuan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Instansi/Lembaga yang telah mendanai penelitian dan kepada orang-orang yang telah membantu penulis selama penelitian berlangsung maupun saat penulisan naskah jika ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Abouelela, M. B., Eid, M., Ali, F. M., & Owis, A. I. (2025). Optimizing a rapid tissue culture method for steviol glycoside production from *Stevia rebaudiana* to address egypt's sugar deficit. *Scientific reports*, 15(1), 25495. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-10491-3>
- Aman, U., Subhan, F., & Shah, S. (2013). Effect of different concentrations of auxins on root formation in stem cuttings of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 5(1), 73-77.
- Amien, S., Azhari, A. Z., Bakti, C., & Maulana, H. (2021). The effect of shoot explant types of eleven stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) accessions on in vitro growth. *Jurnal Agro*, 8(1), 142. <https://doi.org/10.15575/13367>
- Andújar, I., González, M., García-Ramos, J. C., Hajari, E., Bogdanchikova, N., Pestryakov, A., Concepción, O., Lorenzo, J. C., & Morgado, M. E. (2022). Are silver nanoparticles the “silver bullet” to promote

- diterpene production in Stevia rebaudiana? Research Square (Research Square).
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2285395/v1>
- Asmuni, N. A., & Hakiman, M. (2020). In vitro responses of Stevia rebaudiana Bert. to MS basal medium supplemented with 6-benzylaminopurine and indole-3-butyric acid. *Fundamental and Applied Agriculture*, 1. <https://doi.org/10.5455/faa.103572>
- Ballaré, C. L., Scopel, A. L., Sánchez, R. A., & Radosevich, S. R. (1992). PHOTOMORPHOGENIC PROCESSES IN THE AGRICULTURAL ENVIRONMENT. *Photochemistry and Photobiology*, 56(5), 777. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1992.tb02234.x>
- Banerjee, D., Singh, V., & Thakur, R. (2023). Micro Propagation on Strawberry: A Review [Review of Micro Propagation on Strawberry: A Review]. *E3S Web of Conferences*, 453, 1019. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345301019>
- Blinstrubienė, A., Burbulis, N., Juškevičiūtė, N., Vaitkevičienė, N., & Žūkienė, R. (2020). Effect of Growth Regulators on Stevia rebaudiana Bertoni Callus Genesis and Influence of Auxin and Proline to Steviol Glycosides, Phenols, Flavonoids Accumulation, and Antioxidant Activity In Vitro. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(12), 2759. <https://doi.org/10.3390/molecules25122759>
- Carneiro, J. W. P., Muniz, A. S., & Guedes, T. A. (1997). Greenhouse bedding plant production of Stevia rebaudiana Bert. *Canadian Journal of Plant Science*, 77(3), 473-474.
- Chowdhury, A. I., Rahanur Alam, M., Raihan, M. M., Rahman, T., Islam, S., & Halima, O. (2022). Effect of stevia leaves (Stevia rebaudiana Bertoni) on diabetes: A systematic review and meta-analysis of preclinical studies. *Food science & nutrition*, 10(9), 2868–2878. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2904>
- Das, A., Gantait, S., & Mandal, N. (2007). Micropropagation of an elite medicinal plant: Stevia rebaudiana Bert. *International Journal of Agricultural Research*, 2(12), 1059-1065.
- Dolinski, R., & Kowalczyk, K. (2019). FAST DIRECT REGENERATION OF PLANTS FROM NODAL EXPLANTS OF Stevia rebaudiana Bert. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(5), 95. <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.5.9>
- Dris, R., & Jain, S. M. (2004). Production Practices and Quality Assessment of Food Crops Volume 1. In Springer eBooks. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/1-4020-2533-5>
- Ghazal, B., Fareed, A., Ahmad, N., Azra, A., Salmen, S. H., Ansari, M. J., Zeng, Y., Farid, A., Jenks, M. A., & Qayyum, A. (2024). Elicitors directed in vitro growth and production of stevioside and other secondary metabolites in Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-65483-6>
- Islam, S. A. M. N., & Tareq, S. A. M. (2015). In Vitro Cloning and Stem Cutting of Stevia (Stevia Rebaudiana Bertoni.) for Mass Propagation in Chittagong, Bangladesh. *The International Journal of Biotechnology*, 4(3), 14. <https://doi.org/10.18488/journal.57/2015.4.3/57.4.14.19>
- Janah, I., Ben-Laouane, R., Elhasnaoui, A., Anli, M., & Meddich, A. (2024). The Induction of Salt Stress Tolerance by Gibberellic Acid Treatment in Stevia rebaudiana Bertoni Plants. *International Journal of Plant Biology*, 15(2), 505. <https://doi.org/10.3390/ijpb15020038>
- Karimi, M., & Ershadi, A. (2015). Effect of auxin type and concentration on rooting of stem cuttings of stevia (Stevia rebaudiana Bertoni). *International Journal of Agricultural Science*, 5(1), 589-591.
- Khilar, S., Singh, A. P., Biagi, M., & Sharma, A. (2022). An Insight into attributes of Bertoni: Recent advances in extraction techniques, phytochemistry, food applications and health benefits. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100458. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100458>
- Kumar, H., Kaul, K., Bajpai-Gupta, S., Kaul, V. K., & Kumar, S. (2013). A comprehensive analysis of fifteen genes of steviol glycosides biosynthesis pathway in Stevia rebaudiana (Bertoni). *Gene*, 492(1), 276-284.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132(3), 1121-1132.
- Melito, S., Ronga, D., Marceddu, D., Kallikazarou, N., Antoniou, M. G., & Giannini, V. (2023). Organo-mineral Fertilizer Containing Struvite from Liquid Digestate for Cucurbita pepo L. Seedling Production. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23(4), 6707. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01524-9>
- Megeji, N. W., Kumar, J. K., Singh, V., Kaul, V. K., & Ahuja, P. S. (2005). Introducing Stevia rebaudiana, a natural zero-calorie sweetener. *Current Science*, 88(5), 801-804.
- Midmore, D. J., & Rank, A. H. (2002). A new rural industry—Stevia—to replace imported chemical sweeteners. RIRDC Publication No. 02/022. Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, Australia.

- Nuwarapaksha, T. D., Dissanayaka, D. M. N. S., Udumann, S. S., & Atapattu, A. J. (2023). Gliricidia as a beneficial crop in resource-limiting agroforestry systems in Sri Lanka.
- Osterc, G., Veberič, R., & Hudina, M. (2022). Auxin metabolism modulates rooting process in different geranium cultivars. Research Square (Research Square). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2312611/v1>
- Pal, P. K., Kumar, R., Guleria, V., Mahajan, M., Prasad, R., Pathania, V., et al. (2013). Crop-ecology and nutritional variability influence growth and secondary metabolites of *Stevia rebaudiana* Bertoni. BMC Plant Biology, 13(1), 67.
- Ptak, A., Szewczyk, A., Simlat, M., Błażejczak, A., & Warchoń, M. (2023). Meta-Topolin-induced mass shoot multiplication and biosynthesis of valuable secondary metabolites in *Stevia rebaudiana* Bertoni bioreactor culture. Scientific Reports, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42619-8>
- Ramesh, K., Singh, V., & Megeji, N. W. (2006). Cultivation of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni]: A comprehensive review. Advances in Agronomy, 89, 137-177.
- Rodríguez-Páez, L. A., Pineda-Rodríguez, Y. Y., Pompelli, M. F., Jimenez-Ramirez, A. M., Genes-Avilez, O. J., Jaraba-Navas, J. de D., Jarma-Orozco, A., Caballero, E. C., Zumaqué, L. E. O., Padrón, I. E. S., Olóriz, M. I., & Rodríguez, N. V. (2024). Micropropagation Protocols for Three Elite Genotypes of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Horticulturae, 10(4), 404. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10040404>
- Saha, S., Dey, T., Adhikari, S., Mukhopadhyay, S., Sengupta, C., & Ghosh, P. (2016). Effects of plant growth regulators on efficient plant regeneration efficiency and genetic stability analysis from two *Ocimum tenuiflorum* L. morphotypes. Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali, 27(4), 609. <https://doi.org/10.1007/s12210-016-0538-2>
- Scaltrito, E., Cristiano, G., Sdao, A. E., Gruda, N. S., Loconsole, D., & Lucia, B. D. (2024). Influence of water spraying intervals and indole-3-butyric acid concentrations on *Salvia* rooted cuttings quality in a closed aeroponics system. Scientia Horticulturae, 337, 113452. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113452>.
- Seran, S., Boobalan, S., Keerthanaa, T., Kumaravel, S., Karunakaran, G., & Ramasamy, S. (2025). Augmentation of betacyanin and quercetin in hybrid callus: Comprehensive assessment of biosynthesized silver nanoparticles for their potent biological activities, advanced in silico interactions, and rigorous toxicological evaluation. Industrial Crops and Products, 227, 120824. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.120824>
- Shock, C. C. (1982). Experimental cultivation of Rebaudi's stevia in California. Agronomy Progress Report No. 122. University of California Cooperative Extension, California.
- Singh, S. D., & Rao, G. P. (2005). Stevia: The herbal sugar of 21st century. Sugar Tech, 7(1), 17-24.
- Smitha, G. R., & Umesha, K. (2012). Vegetative propagation of stevia (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl.) through stem cuttings. Journal of Tropical Agriculture, 50(1), 72. <http://jtropag.kau.in/index.php/ojs2/article/download/271/271>
- Sun, Y., Hou, M., Mur, L. A. J., Yang, Y., Zhang, T., Xu, X., Huang, S., & Tong, H. (2019). Nitrogen drives plant growth to the detriment of leaf sugar and steviol glycosides metabolisms in *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Plant Physiology and Biochemistry, 141, 240. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.06.008>
- Taak, P., Tiwari, S., & Koul, B. (2020). Optimization of regeneration and Agrobacterium-mediated transformation of *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni): a commercially important natural sweetener plant. Scientific Reports, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72751-8>
- Xu, C., Guo, H., Wang, Z., & Chen, Y. (2023). Development and comparative analysis of initiation ability in large-scale *Heuchera* propagation using tissue culture versus cuttings. Scientific Reports, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42001-8>
- Yadav, A. K., Singh, S., Dhyani, D., & Ahuja, P. S. (2011). A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana*(Bertoni)]. Canadian Journal of Plant Science, 91(1), 1-27.

OPTIMALISASI PENGGUNAAN FAKTOR PRODUKSI USAHA TANI PEPAYA (*Carica papaya* L.) PADA DUA VARIETAS BERBEDA DI KOTA PEKANBARU

*Optimization of The Use of Production Factors in Papaya Farming (*Carica Papaya* L.) on Two Different Varieties in Pekanbaru City*

Penti Suryani¹; Mahmudah Rahman², Elfi Rahmadani¹, Riska Dian Oktari⁴ & Oksana⁵

¹Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

²Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Alamat: JL. HR. Soebrantas KM.15 Simpang Baru Panam Pekanbaru 28293

E-mail korespondensi: penti.suryani@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

California and Bangkok papaya businesses are businesses that have economic value and high demand, so a way is needed to increase optimal production results. The purpose of this study was to determine the level of combination of production factors and analysis of resources owned by California and Bangkok papaya farmers to achieve optimal conditions. The population of this study was California papaya and Bangkok papaya farmers in Pekanbaru City. The method of determining the sample in this study was the purposive sampling method, and the number of respondent farmers was 20 California papaya farmers and 20 Bangkok papaya farmers based on land area of ± 1 ha, number of plants, labor and farming experience and capital in California papaya and Bangkok papaya farming. The data analysis technique used linear programming analysis. Based on the results of this study. The optimal production factors for California and Bangkok papaya in Pekanbaru are to plant 40 hectares and the allocation of capital availability resources and seedling cost constraints must be increased to achieve optimal profits.

Keywords: *Optimal, Production, Papaya.*

PENDAHULUAN

Pepaya merupakan buah yang berasal dari Amerika Tropis yang banyak digemari oleh masyarakat, hal ini dapat dilihat dari jumlah konsumsi buah pepaya yang terus meningkat selama 5 tahun terakhir (Badan Pusat Statistik, 2023). Buah pepaya memiliki daging buah yang lunak dengan warna merah atau kuning, rasanya manis dan menyegarkan serta banyak mengandung air. Beberapa varietas pepaya yang sering dikonsumsi diantaranya adalah varietas California dan Bangkok.

Pepaya California adalah varietas pepaya baru yang memiliki keunggulan buah tersendiri, rasanya lebih manis, lebih tahan lama, dan bisa dipanen lebih cepat dibandingkan pepaya varietas lain (Yani, 2019). Buah ini juga banyak mengandung minyak atsiri dan merupakan turunan dari asam lemak. Selain itu getah yang terdapat pada buah ini juga mengandung papain yang bersifat proteolitik (Alfiah, 2016).

Pepaya Bangkok dikenal juga dengan nama Pepaya Thailand. Pepaya Bangkok ini memiliki karakteristik kulit luarnya kasar dan tidak rata, atau berbenjol-benjol, daging buah berwarna jingga bersemu merah dan keras, berat buah lebih kurang 3,5 kg dan varietas ini tahan dalam angkutan (Kalie, 2020). Pepaya Bangkok juga memiliki rasa daging yang manis, buah yang besar, daging yang tebal sehingga banyak konsumen yang suka dengan pepaya varietas ini. Djamaluddin (2022), menambahkan bahwa Pepaya Bangkok memiliki buah berbentuk panjang besar dan lancip pada bagian ujung, permukaan buahnya tidak rata dan kulit luarnya relatif tipis, daging buah berwarna jingga kemerahan, keras dan memiliki rasa manis.

Produksi pepaya di Provinsi Riau pada tahun 2021 sampai 2023 mengalami kondisi yang cukup fluktuatif. Pada tahun 2021 produksi pepaya di provinsi Riau sebesar 22.470 ton, pada tahun 2022 mencapai 24.403 ton, sedangkan pada tahun 2023 produksi pepaya di Provinsi Riau hanya sebesar 18.546 ton. Berdasarkan hal tersebut produksi pepaya di Provinsi Riau perlu diperhatikan faktor pendukungnya baik dari faktor budidaya dan ekonomi guna memenuhi kebutuhan konsumsi buah pepaya serta menjadi faktor pendorong kesejahteraan petani di provinsi Riau (BPS, 2023).

Budi daya pepaya di Provinsi Riau sangat populer dikarenakan pepaya tergolong buah yang tidak mengenal musim dan harganya relatif terjangkau, budidaya pepaya sangat menjanjikan dan menguntungkan, diberbagai daerah bisnis pepaya terbukti dapat meningkatkan pendapatan petani. Pasar pepaya juga tumbuh berkembang dengan bertambahnya keragaman jenis papaya. Usaha tani tanaman pepaya merupakan salah satu andalan dari Kota Pekanbaru dengan jumlah produksi pada tahun 2021 mencapai 9.682 ton. Jumlah ini

merupakan yang terbesar di antara Kabupaten/Kota yang lainnya di Provinsi Riau. Berdasarkan data BPS (2021), sedangkan pada tahun 2023 produksi pepaya di Kota Pekanbaru berada pada angka 2.957 ton (BPS, 2023). Berdasarkan hal tersebut angka produksi pepaya di Kota Pekanbaru mengalami penurunan yang signifikan. Hasil produksi pepaya di Kota Pekanbaru telah dikirim ke berbagai daerah di Provinsi Riau, diantaranya yaitu: Pekanbaru, Dumai, Pelalawan dan Siak. Dengan kondisi seperti ini, hendaknya para petani pepaya dapat meningkatkan kesejahteraan mereka dengan memperoleh keuntungan yang maksimal. Namun, jika kita lihat kondisi petani pepaya yang berada di Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru dan berdasarkan data yang diambil peneliti, masih banyak para petani yang hidup dengan kondisi ekonomi menengah ke bawah (Mardhan, dkk, 2015).

Penelitian Mardhan, dkk, (2015) mengatakan bahwa peningkatan produksi pepaya di lokasi penelitian bisa dilakukan dengan melakukan optimalisasi penggunaan lahan di kota Pekanbaru. Pelaku usahatani perlu menambah modal dan biaya bibit dalam melakukan usahatannya, karena sumberdaya modal dan biaya bibit merupakan sumberdaya yang terbatas dalam usahatani pepaya ini. Hasil penelitian Mutaqin (2018) menunjukkan bahwa penggunaan faktor produksi bibit menunjukkan nilai probabilitas 0,000 yang berarti berpengaruh nyata terhadap produksi dengan koefisien regresi 0,971. Faktor produksi pupuk kandang menunjukkan nilai probabilitas 0,011 yang berarti berpengaruh secara nyata dengan koefisien regresi 0,007. Nilai probabilitas pupuk KCL adalah 0,040 yang berarti faktor produksi pupuk KCL berpengaruh secara nyata terhadap produksi pepaya California di Kecamatan Pontianak Utara. Sedangkan faktor produksi tenaga kerja luar keluarga, pupuk urea, abu dan herbisida tidak berpengaruh secara nyata terhadap produksi pepaya California di Kecamatan Pontianak Utara Kota Pontianak.

Berkaitan dengan hal tersebut perlu adanya perbaikan dalam hal mengelola faktor produksi usahatani pepaya di Kota Pekanbaru guna untuk mendapatkan hasil produksi yang optimal bagi kesejahteraan petani pepaya di Kota Pekanbaru. Tujuan penelitian ini antara lain: a). Menganalisis faktor produksi usahatani pepaya California dan pepaya Bangkok yang optimal, b) Menganalisis alokasi sumber daya yang dimiliki oleh petani pepaya California dan pepaya Bangkok untuk mencapai kondisi optimal.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini bertempat di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan dari bulan Maret sampai Mei 2024.

Metode Pengambilan Sampel

Populasi penelitian ini adalah petani pepaya varietas California dan Bangkok yang berada di Kota Pekanbaru yang berjumlah 40 orang petani. Metode *purposive sampling*, caranya yaitu dengan menentukan secara sengaja dimana populasi yang dijadikan sebagai sampel adalah petani pepaya berdasarkan luasan lahan ± 1 ha, jumlah tanaman, tenaga kerja serta pengalaman berusaha dan modal dalam usahatani pepaya California dan pepaya Bangkok.

Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kombinasi pada tingkat produksi optimal dengan menggunakan model *Linear Programming*. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 24 dan *QM for Windows V5*. Adapun langkah-langkah dalam menggunakan model program linear dengan metode simpleks sebagai berikut:

Variabel Keputusan

Variabel keputusan menunjukkan jumlah produksi tiap jenis pepaya yang sebaiknya dihasilkan oleh petani agar mencapai kondisi optimal, sehingga, dalam penyusunan model *linear programming* dapat terbentuk beberapa variabel keputusan petani menurut Mardhan dkk. (2015) seperti:

X_1 = Produksi pepaya California (Kg/Ha/MT)

X_2 = Produksi pepaya Bangkok (Kg/Ha/MT)

2. Menentukan Fungsi Tujuan

Tujuan utama dari optimalisasi yang dilakukan oleh petani adalah untuk memaksimalkan keuntungan. Perumusan fungsi tujuan dimulai dengan mencari informasi mengenai harga jual dan total biaya produksi sehingga dapat diperoleh keuntungan per satuan produk yang dihasilkan oleh petani. Selanjutnya, dibentuk persamaan fungsi tujuan dalam model program linear berdasarkan Mardhan dkk., (2015), yaitu :

Fungsi tujuan (maks) $Z = C_1X_1 + C_2X_2$

Dimana:

Z : Fungsi Tujuan

C₁ : Keuntungan pepaya California (Rp/Ha/MT)

C₂ : Keuntungan pepaya Bangkok (Rp/Ha/MT)

3. Penentuan Kendala

Dalam model linear programming optimalisasi keuntungan usahatani pepaya, kendala yang ada meliputi kendala biaya tetap, kendala ketersediaan lahan, kendala biaya tenaga kerja, kendala biaya pupuk, kendala biaya bibit, dan kendala biaya pestisida.

Kendala:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya Tetap)}$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 \leq b_{12} \text{ (Lahan)}$$

$$a_{31}X_1 + a_{32}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya TK)}$$

$$a_{41}X_1 + a_{42}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya Pupuk)}$$

$$a_{51}X_1 + a_{52}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya Bibit)}$$

$$a_{61}X_1 + a_{62}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya Pestisida)}$$

Dimana :

a_{ij} = Koefisien *Input Output*

b_i = Sumber daya yang Terbatas

c_1 : Keuntungan pepaya California (Rp/Ha/MT)

c_2 : Keuntungan pepaya Bangkok (Rp/Ha/MT)

4. Penentuan Kendala

Dalam model linear programming optimalisasi keuntungan usahatani pepaya, kendala yang ada meliputi kendala biaya tetap, kendala ketersediaan lahan, kendala biaya tenaga kerja, kendala biaya pupuk, kendala biaya bibit, dan kendala biaya pestisida.

Kendala:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya Tetap)}$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 \leq b_{12} \text{ (Lahan)}$$

$$a_{31}X_1 + a_{32}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya TK)}$$

$$a_{41}X_1 + a_{42}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya Pupuk)}$$

$$a_{51}X_1 + a_{52}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya Bibit)}$$

$$a_{61}X_1 + a_{62}X_2 \leq b_{12} \text{ (Biaya Pestisida)}$$

Dimana:

a_{ij} = Koefisien *Input Output*

b_i = Sumber daya yang Terbatas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identitas Petani Responden

Responden dalam penelitian ini adalah petani yang membudidayakan pepaya dengan varietas California dan Bangkok di Kota Pekanbaru, Riau. Karakteristik responden ini dapat dilihat dari segi umur, pendidikan, pengalaman berusaha tani dan jumlah tanggungan keluarga.

Umur Responden

Umur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi petani dalam menjalankan usahanya. Umur petani akan mempengaruhi kemampuan fisik bekerja dan cara berfikir. Berikut disajikan komposisi umur petani pepaya California dan Bangkok pada Tabel 3.1.

Tabel 1. Umur Petani Pepaya California dan Bangkok

Umur (tahun)	Pepaya california		Pepaya bangkok	
	Jumlah (orang)	Presentase (%)	Jumlah (orang)	Presentase (%)
30-40	11	55	10	50
41-50	4	20	7	35
51-60	5	25	3	15
Total	20	100	20	100

Sumber: Data Primer setelah diolah (2024).

Berdasarkan data yang diperoleh diketahui bahwa umur petani responden bervariasi, mulai dari 30 sampai dengan 60 tahun, dimana petani yang lebih muda biasanya cenderung lebih agresif dan lebih dinamis dalam berusahatani jika dibandingkan dengan petani yang lebih tua. Menurut Mardani dkk. (2017), pada umumnya petani yang lebih tua mempunyai minat yang lebih besar dalam berusahatani dibandingkan dengan yang lebih muda, karena memiliki pengalaman yang lebih lama dan cukup teruji.

Pendidikan Petani

Tingkat pendidikan dapat memberikan pengaruh yang besar terhadap pola pikir seseorang (Maghfiroh dkk. 2021). Petani dengan latar belakang pendidikan yang tinggi akan memiliki kecenderungan pemikiran yang lebih maju dibandingkan dengan petani dengan latar belakang pendidikan rendah. Tingkat pendidikan petani pepaya California dan Bangkok dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 2. Tingkat Pendidikan Petani Pepaya California dan Bangkok

Tingkat pendidikan	Pepaya California		Pepaya bangkok	
	Jumlah(orang)	Persentase(%)	Jumlah (orang)	Persentase(%)
SD	2	10	3	15
SMP	3	15	5	25
SMA/SMK	10	50	9	45
Sarjana	5	25	3	15
Total	20	100	20	100

Sumber: Data Primer setelah diolah (2024)

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah petani responden budi daya pepaya California pada kelompok jenjang pendidikan SMA/SMK merupakan yang paling banyak dengan jumlah petani responden 10 orang dengan persentase 50%. Petani dengan tingkat pendidikan SD merupakan yang terendah dengan jumlah petani 2 orang dan persentase 10%. Sedangkan jumlah petani responden pepaya Bangkok pada kelompok jenjang pendidikan SMA/SMK merupakan yang paling banyak dengan jumlah petani responden 9 orang dengan persentase 46%. Petani dengan tingkat pendidikan SD dan S1 berjumlah 3 orang dengan persentase 15%.

Jumlah Tanggungan Keluarga

Tanggungan keluarga merupakan banyak anggota keluarga yang masih dalam tanggungan kepala keluarga. Tanggungan keluarga termasuk salah satu faktor yang berpengaruh dalam mengelola usaha tani, jumlah tanggungan yang dimiliki responden mendorong petani lebih giat berkerja dalam usaha untuk meningkatkan pendapatan agar dapat memenuhi kebutuhan keluarga (Ahmad dkk. 2020). Data jumlah tanggungan keluarga petani pepaya California dan Bangkok dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Tanggungan Keluarga Petani Pepaya California dan Bangkok

Tanggungan keluarga	Pepaya California		Pepaya Bangkok	
	Jumlah(orang)	Persentase(%)	Jumlah(orang)	Persentase(%)
1-2	9	45	9	45
3-4	10	50	10	55
5-6	1	5	1	5
Total	20	100	20	100

Sumber: Data Primer setelah diolah (2024).

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah petani responden pepaya California dan Bangkok memiliki jumlah tanggungan keluarga terbanyak yaitu antara 3-4 orang sebanyak 10 orang petani dengan persentase sebesar 50%. Sedangkan 1 orang petani dengan jumlah tanggungan 5-6 orang merupakan yang terendah dengan persentase 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah tanggungan keluarga petani pepaya California dan Bangkok sama. Menurut Managanta dkk. (2019), tanggungan keluarga merupakan banyak anggota keluarga yang masih dalam tanggungan kepala keluarga. Semakin banyak tanggungan keluarga maka semakin besar pula kebutuhan yang diperlukan.

Pengalaman Berusaha Tani

Pengalaman berusaha tani merupakan lama waktu yang digunakan petani dalam menekuni usaha usahanya. Petani yang sudah lama berkecimpung dalam kegiatan usahatani biasanya memiliki pemahaman dan pengetahuan mengenai kondisi lahan yang lebih baik dibandingkan dengan petani yang baru saja berkecimpung dalam dunia pertanian (Suratiyah, 2016). Data pengalaman berusaha tani pepaya California dan Bangkok dapat dilihat pada Tabel .4.

Tabel 4. Pengalaman Berusaha Tani Pepaya California dan Bangkok

Tanggungjawab keluarga	Pepaya California		Pepaya Bangkok	
	Jumlah(orang)	Persentase(%)	Jumlah(orang)	Persentase(%)
1-10	18	90	20	100
11-20	1	5	0	0
21-30	1	5	0	0
Total	20	100	20	100

Sumber: Data Primer setelah diolah (2024).

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa petani pepaya California dengan pengalaman berusaha tani 1-10 tahun merupakan yang tertinggi dengan jumlah 18 orang dan persentase 90%. Satu orang petani dengan pengalaman berusaha tani 11-20 dan 21-30 merupakan yang terendah, dengan persentase 5%. Sedangkan petani pepaya Bangkok dengan pengalaman berusaha tani 1-10 tahun merupakan yang tertinggi dengan jumlah 20 orang dan persentase 100% atau dapat dikatakan bahwa semua petani pepaya bangkok secara keseluruhan berusaha tani sekitar 1-10 tahun.

Perumusan Model Program Linier

Menurut Frederick S. Hillier dan Gerald J. Lieberman, pemrograman linear adalah teknik optimasi yang melibatkan variabel-variabel linear. *Linear programming* atau pemrograman linear merupakan programasi matematik yang dirancang untuk mengalokasikan berbagai sumber daya yang terbatas di antara berbagai alternatif penggunaan sumber daya-sumber daya tersebut agar berbagai tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai (Mardhan dkk., 2015). Dalam penggunaan program linear, menyelesaikan suatu masalah akan berkaitan dengan penentuan fungsi tujuan, jenis kegiatan, dan fungsi pembatas. Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah memaksimalkan keuntungan dari jenis pepaya yang dihasilkan. Fungsi keuntungan adalah total penerimaan dikurangi dengan total pengeluaran. Adapun sumber daya yang digunakan antara lain biaya tetap, ketersediaan lahan, biaya tenaga kerja, biaya pupuk, biaya bibit, dan biaya pestisida. Sedangkan keluaran (output) dalam penelitian ini adalah hasil produksi dikali dengan harga dari kedua jenis pepaya dalam satu kali musim tanam.

Variabel keputusan menunjukkan jumlah tiap pepaya yang sebaiknya dihasilkan oleh usahatani pepaya agar mencapai kondisi optimal. Jenis pepaya yang dihasilkan oleh petani adalah pepaya california dan pepaya bangkok. Jumlah keuntungan dalam satu kali musim tanam merupakan variabel keputusan dari model *linear programming* sehingga dalam penyusunan model dapat terbentuk dua variabel keputusan kombinasi produksi optimal, yaitu:

X_1 = Keuntungan pepaya California (Rp/Ha/MT)

X_2 = Keuntungan pepaya Bangkok (Rp/Ha/MT)

Fungsi tujuan dari para petani pepaya di Kota Pekanbaru adalah untuk mendapatkan keuntungan yang maksimum, para petani harus memiliki perencanaan produksi yang baik. Kombinasi produksi yang optimal dapat diketahui dengan merumuskan model fungsi tujuan terlebih dahulu, dengan koefisien model tersebut merupakan keuntungan per hektar dari tiap-tiap jenis pepaya yang diperoleh dari hasil produksi. Model fungsi tujuan yaitu sebagai berikut:

$$Z_{Maks} = 423.100.114X_1 + 420.887.400X_2.$$

Koefisien dari model di atas merupakan keuntungan per hektar dari tiap-tiap jenis pepaya yang diperoleh dari hasil produksi. Dimana pepaya California sebesar Rp. 423.100.114 dan pepaya Bangkok sebesar Rp. 420.887.400.

Biaya Tetap

Biaya tetap disini bukanlah jumlah seluruh biaya yang dikeluarkan petani dalam satu musim tanam, tetapi biaya yang digunakan petani untuk membeli peralatan yang digunakan dalam usahatani pepaya mereka.

Biaya tetap yang digunakan meliputi alat-alat yang digunakan dalam budidaya pepaya california dan bangkok diantaranya cangkul, *sprayer* dan angkong. Fungsi kendala ketersediaan modal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$235.721X_1 + 146.755X_2 \leq 7.649.533$$

Dalam pertidaksamaan kendala ketersediaan biaya tetap, jumlah biaya tetap yang dimiliki petani menjadi nilai ruas kanan kendala (*right hand side*) dalam fungsi kendala biaya tetap merupakan jumlah seluruh biaya tetap yang digunakan petani di Kota Pekanbaru dalam satu musim tanam yaitu Rp. 7.649.533. Sedangkan, koefisien variabel ruas kiri merupakan rerata biaya tetap per hektar dalam satu kali musim tanam.

Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penyusutan alat angkong pada usaha tani pepaya California yang tertinggi yaitu Rp. 130.225 sedangkan rata-rata penyusutan alat ember merupakan yang terendah yaitu Rp. 19.775. Pada usaha tani pepaya bangkok menunjukkan bahwa penyusutan alat *sprayer* rata-rata biaya penyusutan alat yang tertinggi yaitu Rp. 70.739, sedangkan penyusutan alat cangkul merupakan yang terendah dengan rata-rata yaitu Rp. 19.714. Tinggi atau rendahnya suatu penyusutan alat dipengaruhi oleh nilai alat, nilai sisa (20%) dan tahun penggunaan. Tingginya penyusutan angkong dan *sprayer* dapat dipengaruhi dari nilai alatnya yang mahal. Sebaliknya, rendahnya penyusutan cangkul dipengaruhi oleh nilai alat yang murah.

Biaya Lahan

Lahan merupakan salah satu faktor yang menjadi kendala dalam usahatani pepaya di Kota Pekanbaru. Luas lahan rata-rata yang digunakan oleh petani dalam usahatani pepaya ini yaitu sebesar 0,92 Ha untuk pepaya California dan pepaya Bangkok. Namun kendala lahan dalam penelitian ini dianggap sama penggunaannya oleh setiap petani karena seluruh kendala yang digunakan sudah di konversi kedalam hektar. Fungsi kendala luas lahan dari model program linear dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$X_1 + X_2 \leq 36,9$$

Nilai ruas kanan kendala (*right hand side*) merupakan jumlah seluruh lahan yang tersedia di Kota Pekanbaru yang digunakan untuk usahatani pepaya California dan pepaya Bangkok secara bersamaan yaitu seluas 36,9 Ha. Suhartono. (2020) menyatakan apabila petani ingin meningkatkan produksinya, hal ini dapat dicapai dengan menambah luas penanaman papaya. Sedangkan fakta di lapangan banyaknya petani yang tidak menggenakan lahannya secara maksimal dalam usaha tani pepaya.

Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja merupakan salah satu faktor yang menjadi kendala dalam usahatani papaya di Kota Pekanbaru. Hal ini sejalan dengan penelitian Tharim *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa factor input tenaga kerja berpengaruh terhadap kuantitas kegiatan usahatani. Nilai ruas kanan kendala (*right hand side*) dalam fungsi kendala biaya tenaga kerja merupakan jumlah seluruh biaya tenaga kerja yang digunakan petani di Kota Pekanbaru dalam satu musim tanam yaitu Rp. 43.757.800 Sedangkan, koefisien variabel ruas kiri merupakan biaya tenaga kerja rata-rata per hektar yang dibutuhkan dalam usahatani pepaya california dan pepaya bangkok untuk satu kali musim tanam. Fungsi kendala biaya tenaga kerja dari model program linear dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$1.074.765X_1 + 1.113.125X_2 \leq 43.757.800$$

Dalam pertidaksamaan biaya tenaga kerja petani melakukan perlakuan yang hampir sama terhadap tiap jenis pepaya tersebut, baik itu untuk pepaya california maupun untuk pepaya bangkok sehingga biaya tenaga kerja tidak terlalu jauh perbedaanya hanya berselisih sebesar Rp. 38.360.00.

Biaya Pupuk

Pupuk yang digunakan merupakan salah satu faktor yang menjadi kendala dalam usahatani papaya di Kota Pekanbaru. Sebagaimana dalam beberapa penelitian menyatakan bahwa komposisi dan dosis mempengaruhi terhadap produksi tanaman (Mahrus 2015). Pupuk yang digunakan oleh petani ada dua jenis yaitu pupuk organik dan pupuk kimia. Nilai ruas kanan kendala (*right hand side*) pada fungsi kendala merupakan jumlah seluruh biaya pupuk yang dikeluarkan dalam satu musim tanam yaitu Rp. 561.343.500. Sedangkan, koefisien variabel ruas kiri merupakan biaya pupuk rata-rata per hektar yang dibutuhkan dalam usahatani setiap jenis pepaya untuk satu musim tanam. Fungsi kendala biaya pupuk dari model program linear dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$14.022.150X_1 + 14.045.025X_2 \leq 561.343.500$$

Dimana pupuk yang digunakan oleh petani pepaya california terdiri dari tiga jenis pupuk yaitu pupuk NPK sebesar Rp. 1.350.550, pupuk fospat sebesar Rp. 939.100 dan pupuk kandang sebesar 11.732.500. Rata-rata jumlah kebutuhan pupuk NPK sebesar 136 kg, pupuk fospat sebesar 136 kg dan pupuk kandang 11.750 kg. Pada usaha tani pepaya Bangkok tidak berbeda dengan pepaya California, petani menggunakan tiga jenis pupuk yaitu pupuk NPK sebesar Rp. 1.445.475, pupuk fospat sebesar Rp. 994.050 dan pupuk kandang sebesar 11.605.500. Rata-rata jumlah kebutuhan pupuk NPK sebesar 145 kg, pupuk fospat sebesar 145 kg dan pupuk kandang 11.450 kg.

Pemberian pupuk pada usaha tani pepaya dilakukan dalam satu musim tanam, karena pada usaha tani pepaya pemupukan merupakan salah satu faktor penting untuk meningkatkan produksinya (Idris, 2023). Jumlah pupuk yang digunakan pada budidaya pepaya California dan pepaya Bangkok tidak memiliki perbedaan yang jauh akibat masih dalam satu spesies hanya berbeda varietas. Berdasarkan hasil penelitian, perbedaan besarnya biaya variabel pupuk NPK dan fosfat dibanding pupuk kandang disebabkan oleh harganya yang berbeda dan sedikit lebih mahal. Harga pupuk NPK yang ditawarkan kepada petani di Pekanbaru perkilonya rata-rata Rp. 9.900/kg, pupuk fosfat yaitu Rp. 6.800/kg.

Biaya Bibit

Jumlah biaya yang dikeluarkan untuk bibit yang digunakan merupakan salah satu faktor yang menjadi kendala dalam usahatani papaya di Kota Pekanbaru. Hal ini sejalan dengan penelitian Syahrial (2017) yang menyatakan bahwa jumlah tanaman sangat nyata mempengaruhi hasil produksi. Nilai ruas kanan kendala (*right hand side*) merupakan jumlah seluruh biaya bibit yang dikeluarkan oleh petani yaitu Rp. 153.440.000. Sedangkan, koefisien variabel ruas kiri merupakan biaya bibit rata-rata per hektar yang dibutuhkan dalam usahatani setiap jenis pepaya untuk satu musim tanam. Fungsi kendala untuk biaya bibit dari model program linear dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$3.874.250X_1 + 3.797.750X_2 \leq 153.440.000$$

Rata-rata biaya yang digunakan oleh petani pepaya California yaitu Rp. 3.874.250 sedangkan usaha tani pepaya Bangkok yaitu Rp. 3.797.750 Petani pepaya dalam upaya pemenuhan kebutuhan bibit pepaya untuk luas lahan 1 Ha yaitu berkisar 1.000-1.200 batang. Harga bibit pepaya California berkisar Rp. 3.810/batang sedangkan pepaya Bangkok yaitu 3.735/batang.

Biaya Pestisida

Jumlah biaya yang dikeluarkan untuk pestisida yang digunakan merupakan salah satu faktor yang menjadi kendala dalam usahatani papaya di Kota Pekanbaru. Nilai ruas kanan kendala (*right hand side*) pada fungsi kendala merupakan jumlah seluruh biaya pestisida yang dikeluarkan petani yaitu Rp. 10.425.000 dalam satu musim tanam. Sedangkan, koefisien variabel ruas kiri merupakan biaya pestisida rata-rata per hektar yang dibutuhkan dalam usahatani setiap jenis pepaya untuk satu musim tanam. Fungsi kendala untuk biaya pestisida dari model program linear dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$257.500X_1 + 263.750 X_2 \leq 10.425.000$$

Penggunaan pestisida dalam usaha tani pepaya mutlak diperlukan untuk dapat menekan populasi hama dan penyakit tanaman sampai pada batas toleransi dan secara ekonomis tidak merugikan petani. Adapun pestisida yang digunakan terdiri dari insektisida dengan rata-rata biaya Rp. 46.750/botol. Selanjutnya Herbisida dengan rata-rata biaya Rp.92.750/botol.

Hasil Analisis Optimalisasi Usaha Tani Pepaya California dan Bangkok di Kota Pekanbaru

Berdasarkan hasil olahan data menggunakan aplikasi QM for WINDOWS versi 5.3 yang telah dilakukan, maka dihasilkan kombinasi produksi untuk pepaya California dan pepaya Bangkok yaitu dengan menanam 25,11 Ha untuk pepaya california dan 11,79 Ha untuk pepaya bangkok. Kombinasi produksi pepaya california dan pepaya bangkok ini mampu memberikan keuntungan rata-rata per hektar yaitu sebesar Rp. 422.570.189 dalam satu kali musim tanam. Tingkat keuntungan ini dapat dicapai dengan menganggap semua faktor yang terkait dalam penetapan harga dan permintaan pepaya tetap. Berikut disajikan tabel keuntungan optimal usaha tani pepaya.

Tabel 5. Keuntungan Optimal Usaha Tani Pepaya

	Keuntungan per Ha	Keuntungan usaha tani
Aktual	389.821.000	
Optimal	422.570.189	15.592.840.000

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa keuntungan usaha tani yang dihasilkan sebesar Rp. 15.592.840.000. Hal ini disebabkan oleh lahan yang tersedia tidak digunakan seluruhnya, hanya 36,9 yang digunakan dari 40 yang tersedia. Sehingga lahan yang tersisa yaitu sebesar 3,1 Ha. Namun demikian, keuntungan per hektar per musim tanam yang dihasilkan lebih besar dari keuntungan per hektar per musim tanam sebelumnya yaitu dari Rp. 389.821.000 menjadi Rp. 422.570.189. kendala yang terdapat dalam usaha tani perlu diperhatikan. Batas maksimal dan minimal kendala dalam usaha tani pepaya disajikan dalam tabel berikut:

Tabel.6. Batas Kendala dalam Usaha Tani Pepaya

Kendala	<i>Original Value</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>Upper Bound</i>
Biaya Tetap	7.649.533	5.415.260	8.698.105
Lahan	36,90	32,45	40
Tenaga Kerja	43.757.800	40.110.950	<i>Infinity</i>
Pupuk	561.343.500	517.687.000	<i>Infinity</i>
Bibit	153.440.000	142.058.200	<i>Infinity</i>
Pestisida	10.425.000	9.575.414	<i>Infinity</i>

Berdasarkan tabel di atas biaya tetap pada kombinasi usahatani pepaya California dan Bangkok yakni Rp. 7.649.533. Biaya tetap pada usahatani pepaya dapat ditingkatkan menjadi Rp. 8.698.105 ataupun dikurangi menjadi Rp. 5.415.260. Pengurangan biaya tersebut tidak mempengaruhi solusi dalam mendapatkan keuntungan optimal. Sedangkan luasan lahan kombinasi pepaya California dan Bangkok yakni 36,90 Ha. Luasan lahan pepaya dapat ditambah menjadi 40 Ha atau dikurangi menjadi 32,45 Ha. Penambahan dan pengurangan luasan lahan dan biaya tetap hingga batas tersebut tidak mempengaruhi solusi dalam mendapatkan keuntungan optimal. Menurut Septiadi dan Nursan (2021) hasil analisis penggunaan lahan dan biaya tetap optimal merupakan informasi penting bagi usaha tani dalam merencanakan usaha tani di masa depan.

Tabel analisis sensitivitas nilai koefisien fungsi kendala pada tabel 4.6 menunjukkan luasan lahan dan biaya tetap merupakan sumber daya yang peka terhadap perubahan (fungsi kendala aktif) sehingga penggunaan kedua sumber daya ini ditingkat petani perlu dijaga. Dalam upaya mendapatkan keuntungan optimum perlu dilakukan usaha peningkatan produksi. Beberapa upaya yang bisa dilakukan untuk meningkatkan produksi diantaranya adalah dengan meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui penyuluhan budi daya pertanian untuk menunjang penggunaan biaya tetap dan lahan. Hasil temuan ini didukung hasil penelitian (Prajanati dkk, 2011) yang menyatakan bahwa penyuluhan pertanian bagi petani sangat diperlukan, terutama terkait penggunaan input produksi sesuai dengan kebutuhan. Upaya tersebut diharapkan mampu meningkatkan output produksi usaha tani dan berdampak pada peningkatan pendapatan petani. Selain itu sistem irigasi yang baik juga memiliki peran penting dalam upaya meningkatkan produksi (Rondhi dkk, 2015).

Sedangkan kendala tenaga kerja, pupuk, bibit dan pestisida memiliki *upper bound infinity* akibat kendala tersebut termasuk kendala pasif. Sumber daya tersebut pemanfaatannya dalam usahatani pepaya tidak peka (fungsi kendala non aktif), sehingga penambahan jumlah maksimum sumber daya tersebut tidak berpengaruh terhadap pendapatan optimal karena ketersediaannya yang tidak terbatas di lapangan (ketersediaannya ditingkat petani berlebih), namun penggunaannya masih dibawah kondisi optimal sehingga disarankan kepada petani untuk menambah penggunaan ketiga sumber daya ini (mengurangi persediaan di penyimpanan) pada jumlah minimal yang ditunjukkan pada nilai terendah (*lower bound*) (Puspitasari dan Kusri, 2013). Pengurangan biaya pada kendala biaya tenaga kerja dapat di toleransi hingga Rp. 40.110.950. Kendala biaya pupuk hingga Rp. 517.687.000, kendala biaya bibit hingga 142.058.200 dan kendala biaya pestisida hingga Rp. 9.575.414. Pengurangan biaya hingga batas tersebut tidak mengubah keuntungan optimal yang dihasilkan.

Analisis Sumber Daya Optimal

Analisis sumber daya optimal digunakan untuk mengetahui sumber daya mana yang termasuk sebagai kendala aktif dan kendala pasif. Menurut Mardhan (2015), kendala aktif atau kendala terbatas adalah kendala yang membatasi tingkat produksi optimal dimana jika para pelaku usaha tani mengubah jumlah ketersediaannya maka akan menyebabkan fungsi tujuan juga akan berubah. Sedangkan kendala pasif atau kendala berlebih adalah kendala yang jika terjadi perubahan pada jumlah ketersediaannya tidak mempengaruhi fungsi tujuan. Untuk mengetahui sumber daya mana yang termasuk kedalam kendala aktif atau kendala pasif dapat dilihat dari nilai *Slack/Surplus* serta nilai *Dual Value*. Septiadi dan Nursan (2021) menambahkan bahwa, sumber daya yang termasuk dalam kendala aktif memiliki *Slack/Surplus* yang bernilai nol dan memiliki nilai *Dual Value* yang lebih besar dari nol. Sedangkan sumber daya yang termasuk sumber daya pasif memiliki *Slack/Surplus* yang lebih besar dari nol dan memiliki nilai *Dual Value* yang sama dengan nol. Rincian sumber daya optimal yang terdapat pada usaha tani pepaya terdapat pada Tabel 6.

Tabel 7. Nilai *Slack/Surplus* dan nilai *Dual Value* pada Usaha Tani Kombinasi Pepaya California dan Bangkok

Kendala	<i>Dual Value</i>	<i>Slack/Surplus</i>
Biaya Tetap	27,79	0
Lahan	416.808.500	0
Tenaga Kerja	0	3.646.851
Pupuk	0	43.656.460
Bibit	0	11.381.810
Pestisida	0	849.585,8

Sumber daya yang termasuk ke dalam kendala aktif adalah kendala biaya tetap dan kendala biaya lahan. Sedangkan kendala lainnya, yaitu kendala biaya kerja tenaga, kendala biaya pupuk, kendala biaya bibit dan kendala biaya pestisida termasuk kedalam kendala pasif atau berlebih. Hasil ini sejalan dengan pendapat (Suratiyah, 2016) yang menyatakan bahwa faktor produksi berupa penggunaan lahan merupakan faktor kunci dalam usaha tani, sehingga faktor lahan harus dipertimbangkan dengan baik. Hal ini berarti, semua sumber daya yang termasuk kedalam kendala pasif tidak terpakai semuanya jika petani berproduksi pada tingkat optimal. Kendala biaya tenaga kerja tersisa sebanyak Rp. 3.646.851, kendala biaya pupuk tersisa sebanyak Rp. 43.656.460,00 kendala biaya bibit akan tersisa sebanyak Rp. 11.381.810, dan kendala biaya pestisida akan tersisa sebanyak Rp. 849.585,8.

Kendala aktif biaya tetap yang memiliki nilai *Dual Value* sebesar 27,79 dan nilai *Slack* sama dengan nol menunjukkan bahwa jika biaya tetap ditambah satu satuan (Rp) maka keuntungan yang akan diperoleh akan bertambah sebesar Rp. 27,79. Namun, jika penambahannya lebih dari satu-satuan (Rp) maka keuntungan optimalnya akan bertambah sebesar perkalian antara nilai *Dual Value* dan jumlah penambahannya. Sedangkan kendala lahan memiliki nilai *Dual Value* sebesar 416.808.500 dan nilai *Slack* sama dengan nol menunjukkan bahwa jika lahan ditambah satu-satuan (Rp) maka keuntungan yang diperoleh akan bertambah sebesar Rp. 416.808.500. Namun, jika penambahannya lebih dari satu-satuan (Rp) maka keuntungan optimalnya akan bertambah sebesar perkalian antara nilai *Dual Value* dan jumlah penambahannya.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu, faktor produksi yang optimal untuk pepaya california dan bangkok di Pekanbaru adalah dengan melakukan penanaman menjadi 40 hektar. Berdasarkan alokasi sumber daya ketersediaan modal dan kendala biaya bibit harus di tingkatkan untuk mencapai keuntungan yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agatha, M. K., dan E. Wulandari. 2018. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Kentang di Kelompok Tani Mitra Sawargi Desa Barusari Kecamatan Pasirwangi Kabupaten Garut. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 4(3): 772–778.
- Ahmad, M. D., M. Pangli dan M. Tambingsalia. 2020. Analisis Pendapatan Petani Jagung Kuning di Desa Mire Kecamatan Ulubongka Kabupaten Tojo Una-Una. *Jurnal AgroPet*, 17(1) : 11-19.

- Alfiah, I. 2016. Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Ekstrak Etanol Daun Pepaya Gunung (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch) terhadap Bakteri *Salmonella typhi* Secara In Silico dan Vitro. *Skripsi*. Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2023. Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Buah-Buahan Per Kabupaten/kota (Satuan Komoditas) tahun 2017-2023. <http://www.bps.go.id>. Diakses pada Tanggal 20 Desember 2024.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura, 2021: Produksi Tanaman Hortikultura di Indonesia, 2020-2021. <http://www.bps.go.id>. Diakses pada Tanggal 20 Desember 2024.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2017. *Statistik Provinsi Riau 2017*. <https://riau.bps.go.id/publication>. Diakses pada Tanggal 28 November 2023.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2021. *Statistik Provinsi Riau 2021*. <https://riau.bps.go.id/publication>. Diakses pada Tanggal 20 Desember 2023.
- Bustami B. dan Nurlela. 2014. *Akuntansi Biaya (Edisi 4)*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 138 hal.
- Berliana, M., I. Inrianti dan S. Tuhuteru. 2023. Karakteristik Petani Ubi Jalar (*Hifere*) di Kampung Wiaina Distrik Asolokobal Kabupaten Jayawijaya Provinsi Papua Pegunungan Indonesia. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 3(8) : 7411-7416.
- Bonaditya. 2014. *Pepaya carica*. Jakarta: Penebar Swadaya. 120 hal.
- Darsani, Y.R. dan Subagio, H. 2016. *Usaha Tani di Lahan Rawa: Analisis dan Aplikasinya*. Jakarta: IAARD Press.
- Direktorat Jendral Hortikultura. 2018. *Buah Dan Sayuran Tahunan*. Jakarta: Dirjen Hortikultura.
- Djamaluddin, A. 2022. Analisis Vitamin A pada Pepaya Bangkok dan Pepaya California. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Ambon. Ambon.
- Harnanto. 2019. *Dasar-Dasar Akutansi*. Yogyakarta: ANDI. 259 hal.
- Harsono, Y. 2021. *Teknik Budi Daya Pepaya California*. DIVA PRESS.
- Idris, I. D. C. 2023. Respons Pemupukan pada Model Biologi Pohon Pepaya California (*Carica papaya* L.) Fase Vegetatif. *JURNAL AGROPLANT*, 6(1), 38-50.
- Indrarosa, D. 2014. *Kajian Optimatilisasi Dengan Linear Programming Pada Integrated Farming System Usahatani dan Ternak Kambing Potong. Study Kasus Penelitian*. Balai Besar Pelatihan Peternakan Batu. Malang. 23 hlm
- Kalie. M.B. 2020. *Bertanam Pepaya*. Penebar Swadaya, Jakarta.

TEKNIK BUDI DAYA DAN ANALISIS RISIKO USAHA TANI KELAPA SAWIT RAKYAT DI DESA BENCAH KELUBI KECAMATAN TAPUNG KABUPATEN KAMPAR

Cultivation Techniques and Risk Analysis of People's Oil Palm Farming Business in Bencah Kelubi Village, Tapung District, Kampar Regency

Penti Suryani^{1*}, Sarah Handayani¹, Irwan Taslapratama¹

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jln. H.R Soebrantas Km. 15 Kelurahan Simpang Baru Panam
Kota Pekanbaru Provinsi Riau

*Email: peni-suryani@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

Oil palm farming in Bencah Kelubi Village, Tapung District, Kampar Regency is one of the livelihoods and sources of income for farmers. This study aims to describe the applied community oil palm cultivation techniques, to determine the risks experienced in oil palm farming and efforts to reduce the risks of oil palm farming in Bencah Kelubi Village. The type of research conducted is descriptive and quantitative research. The method used is the observation method and direct interviews with farmers. Sampling was carried out by Simple Random Sampling as many as 40 farmers. The data used are primary data and secondary data. The data needed in the study include farmer identity data, cultivation techniques, production facility costs, marketing prices and risks faced. The data were obtained from respondents using a questionnaire. The results of the study showed that the oil palm cultivation techniques applied by farmers in Bencah Kelubi Village were not in accordance with the recommendations of the Plantation, Livestock and Animal Health Service of Kampar Regency. The risks faced by farmers in Bencah Kelubi Village are cost risk, production risk and income risk. As well as efforts made by farmers to reduce risk by forming institutional development to increase the capacity of the role of field extension workers and strengthening a financial institution. From the results of the analysis, the risk to oil palm farming production and income is relatively low.

Keywords: Cultivation Techniques, Risk, Mitigating Risk

PENDAHULUAN

Provinsi Riau adalah salah satu produsen kelapa sawit terbesar di Indonesia dengan luas lahan mencapai hingga 2,86 juta Ha dan jumlah produksi mencapai 8,86 juta ton (Ditjenbun, 2022). Komoditi unggulan di Provinsi Riau disektor perkebunan adalah kelapa sawit, saat ini Riau memproduksi kelapa sawit hanya berupa bahan mentah (CPO) *Crude Palm Oil*. Produktivitas bisa dipengaruhi dari dalam perkebunan kelapa sawit itu sendiri seperti faktor kerja serta faktor luar perkebunan itu sendiri (Fikriman dan Herdiansyah, 2017).

Kabupaten Kampar merupakan Kabupaten yang memiliki potensi dalam bidang perkebunan terutama dalam sektor kelapa sawit, dimana sampai saat ini sangat menjadi perhatian besar oleh pemerintah maupun masyarakat untuk membudidayakan kelapa sawit. Wilayah Kabupaten Kampar 28,88% merupakan areal perkebunan kelapa sawit, dengan produksi mencapai 5,428 ribu ton pada tahun 2023 (BPS 2024). Secara umum masyarakat di Kecamatan Kampar bekerja sebagai petani kelapa sawit. Luas areal lahan dan produksi kelapa sawit di Kecamatan Tapung pada tahun 2022 luas lahan kelapa sawit semakin meningkat dengan luas 55.255 Ha dengan produksi 479.948 ton. Hal ini menunjukkan bahwa di Kecamatan Tapung kelapa sawit menjadi sangat berpotensi untuk dikembangkan. Dari perkembangan luas areal dan produksi kelapa sawit menunjukkan masyarakat masih tertarik dalam mengelola sektor perkebunan kelapa sawit. Karena selain mudah dalam perawatan serta menjanjikan pendapatan yang tinggi, kelapa sawit juga sangat diperlukan dalam berbagai industri. Sehingga petani tidak perlu khawatir terhadap pemasarannya (Asminar, 2021).

Perkebunan kelapa sawit rakyat di Desa Bencah Kelubi sering menghadapi permasalahan utama yaitu rendahnya produktivitas. Produktivitas rendah disebabkan karena adanya keterbatasan modal, petani tidak mempunyai modal yang cukup untuk biaya perawatan kelapa sawit yang dilakukan petani masih kurang efektif seperti jadwal pemupukan, jumlah pupuk, jenis pupuk, dosis pupuk, jarak tanam dan penyemprotan yang dilakukan petani masih belum sepenuhnya efisien dan sesuai dengan standarisasi. Penggunaan bibit yang tidak unggul juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas rendah. Hasil penelitian dari Ma'mur dkk (2023) menunjukkan bahwa rata-rata pendapatan petani di Kecamatan Lariang sebesar Rp 2.866.632,-/ha/Tahun. Risiko Produksi diperoleh nilai koefisien variasi (CV) sebesar 0,0019 dan risiko pendapatan diperoleh sebesar 0,034 dapat diartikan usaha tani kelapa sawit di Kecamatan Lariang memiliki

risiko produksi dan risiko pendapatan yang rendah. Upaya yang perlu dilakukan petani dapat memitigasi risiko produksi yaitu mempersiapkan obat-obatan yang sesuai untuk mengatasi hama dan penyakit dan menyediakan stok cadangan pupuk. Memitigasi risiko pendapatan yaitu petani lebih memperhatikan jadwal panen, pengangkutan buah serta kualitas TBS agar dapat memperoleh hasil penjualan yang tinggi.

Berdasarkan informasi serta pra survey yang dilakukan, terdapat beberapa permasalahan yang mempengaruhi produksi dan pendapatan petani kelapa sawit rakyat di Desa Bencah Kelubi Kecamatan Tapung. Beberapa petani menyampaikan bahwa pupuk bersubsidi sulit diperoleh, kurangnya pengetahuan teknik budidaya, harga herbisida mahal, akses jalan yang sulit, dan waktu pengangkutan yang sering terlambat. Dimana faktor-faktor ini akan mempengaruhi produksi dan pendapatan. Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain: 1. Untuk mendeskripsikan bagaimana teknik budi daya kelapa sawit rakyat di Desa Bencah Kelubi Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar; 2. Mengetahui besarnya risiko yang dialami oleh petani kelapa sawit rakyat di Desa Bencah Kelubi Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar; 3. Mengetahui pengelolaan risiko serta upaya-upaya yang perlu dilakukan oleh petani dalam memitigasi risiko usaha tani kelapa sawit rakyat di Desa Bencah Kelubi Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Desa Bencah Kelubi, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar pada bulan Maret sampai dengan Mei 2024. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan metode sampel acak sederhana (*Simple Random Sampling*). Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus Slovin, jumlah responden dalam penelitian ini yaitu sebanyak 40 orang, yang didapat dari total populasi petani kelapa sawit 412 dengan pertimbangan bahwa sampel responden yaitu 40 orang dapat mewakili populasi petani kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi Kecamatan Tapung.

Analisis Data

Teknik budi daya kelapa sawit dilakukan dengan menggunakan analisis deskriptif, yaitu dengan memperhatikan aspek teknik budi daya kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar. Dimulai dari pembenihan, persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan sampai pemanenan. Budi daya kelapa sawit juga perlu disesuaikan menggunakan panduan dari pemerintah seperti panduan dari Dinas Perkebunan, Peternakan, dan Kesehatan Hewan Kabupaten Kampar 2022.

Analisis Risiko Untuk menjawab rumusan masalah kedua yaitu gambaran biaya, produksi dan pendapatan ditinjau dari risiko yaitu dengan mengetahui tingkat risiko biaya, produksi dan pendapatan petani. Dapat menggunakan analisis koefisien variasi (CV). Koefisien variasi merupakan ukuran yang diperoleh dengan membagi standar deviasi yaitu mengidentifikasi risiko-risiko usahatani kelapa sawit menggunakan data dari hasil wawancara petani responden di Desa Bencah Kelubi. Terkait tentang biaya-biaya produksi, produksi, panen, proses pengangkutan TBS (Tandan Buah Segar) kelapa sawit ke pabrik hingga harga jual TBS kelapa sawit. Pada penelitian ini risiko biaya, produksi dan pendapatan menggunakan data mulai proses pemupukan hingga proses penjualan TBS. Menurut Suratiyah (2015) metode analisis yang digunakan untuk mendapatkan nilai pendapatan adalah sebagai berikut:

1. Biaya Produksi Untuk menghitung biaya produksi digunakan rumus sebagai berikut :
 $TC = TVC + TFC$ Dimana: $TC = \text{Total Cost}$ (Total Biaya) $TVC = \text{Variabel Cost}$ (Total Biaya Variabel) $TFC = \text{Fixed Cost}$ (Total Biaya Tetap) Perhitungan biaya alat-alat yang digunakan pada suatu kegiatan produksi dapat dihitung menggunakan biaya penyusutan.
2. Biaya Penyusutan = Harga beli-Nilai sisa : Umur Ekonomis
3. Penerimaan Untuk mengetahui penerimaan usaha tani dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: $TR = P \cdot Q$ Dimana: $TR = \text{Total Revenue}$ (Total Penerimaan) $P = \text{Price}$ (Harga tandan buah segar) $Q = \text{Quantity}$ (Jumlah Produksi)
4. Pendapatan Untuk mengetahui pendapatan usaha tani dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: $I = TR - TC$ Dimana: $I = \text{Pendapatan}$ (*Income*) $TR = \text{Total Revenue}$ (Total Penerimaan) $TC = \text{Total Cost}$ (Total Biaya)

Untuk mengetahui besar risiko biaya, produksi, dan pendapatan petani kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi dapat dilakukan dengan cara analisis koefisien variasi. Cara ini membutuhkan data produksi dan pendapatan petani. Analisis risiko merupakan ukuran yang diperoleh dengan membagi standar deviasi dengan nilai yang diharapkan. Secara sistematis risiko biaya, produksi dan pendapatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Kountur 2006):

Resiko biaya: $CV = \sigma / C$

Resiko Produksi: $CV = \sigma / Q$

Resiko Pendapatan: $CV = \sigma / Y$

Keterangan: CV= Koefisien Variasi

σ = Standar Deviasi/Simpangan Baku

C = Rata – rata Biaya Produksi (Kg)

Q = Rata – rata Produksi (Kg)

Y = Rata – rata Pendapatan (Rp)

Kriteria risiko:

$CV \geq 0.5$ maka risiko pada usahatani yang ditanggung tinggi

$CV \leq 0.5$ maka risiko pada usahatani yang ditanggung rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknik Budi Daya Kelapa Sawit di Desa Bencah Kelubi

Teknik budi daya kelapa sawit rakyat yang diterapkan petani di Desa Bencah Kelubi meliputi pembukaan lahan, pembibitan, penanaman, pemeliharaan tanaman, dan pemanenan kelapa sawit. Untuk uraian lebih jelas mengenai teknik budidaya kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi terdapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Teknik Budi Daya Petani Kelapa Sawit di Desa Bencah Kelubi, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar Tahun 2024 dengan Dinas Perkebunan, Peternakan, dan Kesehatan Hewan Kabupaten Kampar Tahun 2022

Uraian	Kondisi Lapangan di Desa Bencah Kelubi	Dinas Perkebunan, Peternakan, dan Kesehatan Hewan Kabupaten Kampar
A. Pembukaan Lahan	Menggunakan alat berat untuk membuka lahan semak belukar	Teknik tanpa bakar {Zero Burning}
B. Pembibitan	A. Pre Nursery 1. Pembibitan 3-4 bulan dengan panjang bedengan sesuai dengan lokasi yang dimiliki 2. Polybag kecil ukuran 15 x 10 cm, top soil, pupuk organik, Urea dan NPK B. Main Nursery 1. Bibit berumur 3-4 bulan setelah tanam. 2. Jarak 90 x 90 x 90 cm. 3. Pupuk KCL, Dolomit, Urea dan NPK	A. Pre Nursery 1. Pembibitan 2,5 – 3 bulan dengan panjang bedengan 8 X 11,2 m 2. Polybag berukuran 14 x 22 cm dengan ketebalan 0.1 mm 3. Pupul Urea atau pupuk majemuk dengan dosis 2 g/liter air, <i>Top Soil</i> B. Main Nursery 1. Bibit berumur 3 bulan. 2. Jarak tanam di pembibitan utama 85 x 85 x 85 cm {Sistem Segitiga sama kaki} 3. Pupuk Urea, RP, MOP dan Kiesriet
C. Penanaman	1. Jarak tanam 9 x 9 dan 9 x 8 cm 2. Populasi tanaman 120-125 tanaman/ha 3. Ukuran lubang tanam 50 x 60 x 60 x 60 cm	1. Jarak tanam yang dianjurkan 8,8 x 8,8 x 8,8 m, 9,0 x 9,0 x 9,0 m, 9,2 x 9,2 x 9,2 m, 9,5 x 9,5 x 9,5 m, 10,0 x 10,0 x 10,0 m 2. Ukuran lubang tanam 60 x 60 x 60 cm dan 40 x 40 x 40 cm 3. Kedalaman Lubang tanam 60 cm
D. Pemeliharaan Tanaman	Penyulaman, pengendalian gulma, kastrasi, penunasan pelepah dan pemupukan	Sensus pokok, penyulaman, pemupukan, HPT, pengendalian gulma, kastrasi, penunasan dan pemanfaatan limbah.
E. Pemanenan	1. Warna buah TBS hitam dan merah 2. TBS diangkut dengan angkong ke TPH 3. Rotasi panen rata-rata 1 bulan 2 kali 4. Pelpah yang ditunas menjadi 1 bagian dan disusun di gawangan mati	1. 20-50 % buah luar memberondol, buah berwarna merah mengkilat dan 50-70% buah luar memberondol, buah berwarna dominan orange. 2. Rotasi panen yaitu 7 hari 3. Pelepah yang ditunas agar dipotong menjadi 2-3 bagian dan disusun di gawangan mati 4. Buah TBS diangkut ke TPH dan kemudian disusun rapi. Tandan disusun 5-10 tandan per baris 5.

Sumber: Panduan Teknik Budi Daya Kelapa Sawit {Dinas Perkebunan, Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Kampar, 2022}

Analisis Pendapatan Usaha Tani

Usaha tani adalah ilmu yang mempelajari bagaimana seseorang mengalokasikan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien untuk memperoleh keuntungan yang tinggi pada waktu tertentu. Selisih penerimaan yang diperoleh merupakan pendapatan dan biaya-biaya yang dikeluarkan, Berikut analisis dari pendapatan

petani dalam kurun waktu satu tahun terakhir di Desa Bencah Kelubi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Rata-Rata Pendapatan Petani Kelapa Sawit dalam Satu Tahun di Desa Bencah Kelubi, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, 2023

No	Uraian	Jumlah fisik {rata-rata Ha/Tahun}	Harga {Rata-rata Rp/Tahun}	Nilai {Rp/Ha/Tahun}
1.	Produksi {kg}	24.919		
2.	Harga		2.373	
3.	Biaya Variabel			
	Total biaya pupuk			5.299.468
	Total biaya herbisida			537.446.8
	TKLK			433.218.3
	Total biaya bibit			3.076.037.4
	Total Biaya Variabel			9.346.170
4.	Biaya Tetap			
	Nilai Penyusutan Alat			44.562
	TKDK			586.995
	Total Biaya Tetap			631.557
5.	Total Biaya {2+3}			9.997.727
6.	Penerimaan {1 x 2}			59.132.787
7.	Pendapatan {1-4}			49.135.060
8.	RCR			5.9

Sumber: Data diolah, 2024

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata produksi kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi yang mampu dihasilkan petani yaitu sebesar Rp 24.919 Ha/Tahun, dengan rata-rata harga jual sebesar Rp 2.373 /Tahun. Nominal rata-rata penerimaan yang diperoleh petani selama satu tahun produksi sebesar Rp 59.132.787 ha/tahun. Total variabel yang dikeluarkan sebesar Rp 9.346.170 ha/tahun, yang terdiri dari total biaya pupuk sebesar Rp 5.299.468 ha/tahun, total biaya hebisida Rp 537.446,8 ha/tahun, total biaya TKLK Rp 433.218,3 ha/tahun dan total biaya bibit sebesar Rp 3.076.037,4 ha/tahun

Biaya tetap yang dikeluarkan petani sebesar Rp 631.557 ha/tahun, yang terdiri dari nilai penyusutan alat Rp 44.562 ha/tahun, dan total biaya TKDK sebesar Rp 586.995 ha/tahun. Sehingga total biaya yang di peroleh selama satu tahun sebesar Rp 9.997.727 ha/tahun dan pendapatan yang diperoleh oleh petani di Desa Bencah Kelubi sebesar Rp 15.190.564 ha/tahun. Nilai RCR pada usaha tani kelapa sawit yaitu sebesar 5,9. Saat ini sebagian besar di Desa Bencah Kelubi bermata pencaharian dari tanaman perkebunan kelapa sawit. Nampaknya para petani tertarik bekerja di perkebunan kelapa sawit demi menggarap lahan yang luas.

Analisis Risiko

Usaha tani kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar memiliki berbagai risiko yang menjadi tantangan bagi petani kelapa sawit. Mulai dari cuaca yang tidak menentu, proses produksi hingga pemasaran. Risiko-risiko yang paling berdampak terhadap produksi dan pendapatan petani yaitu faktor alam. Sementara itu, risiko lain yang sering dihadapi petani yaitu penyediaan pupuk bersubsidi, hama dan penyakit dan harga jual TBS yang naik turun sesuai dengan tingkat harga penjualan CPO (*Crude Palm Oil*).

Namun, menurut petani di Desa Bencah Kelubi pengusahaan usaha tani kelapa sawit cukup menguntungkan dilihat dari perbandingan biaya-biaya yang dikeluarkan dengan peningkatan hasil produksi kelapa sawit sehingga petani mampu mengambil keputusan dalam menghadapi risiko-risiko dalam berusaha tani. Sesulit apapun risiko yang dihadapi dapat dikendalikan dengan manajemen yang baik maka risiko dapat diperkecil dan diatasi

Risiko biaya yang dihadapi petani yaitu permasalahan mengenai kurangnya permodalan dalam menjalankan usaha tani kelapa sawit, risiko biaya dapat dianalisis menggunakan Koefisien variasi, nilai Koefisien variasi rendah menunjukkan rata-rata nilai rendah, menggambarkan risiko yang dihadapi demikian juga rendah. Berikut analisis risiko biaya di Desa Bencah Kelubi dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Analisis Risiko Biaya

No	Keterangan	Biaya (Rp/Ha/Bulan)
1.	Rata-rata Biaya (Rp/Ha)	9.952.359
2	Standar Deviasi (Rp)	120.757,37790700
3.	Koefisien Variasi (CV)	0,012

Sumber : Data diolah (2024)

Pada Tabel 3. menunjukkan rata-rata biaya dalam usaha tani kelapa sawit yang dikeluarkan petani adalah Rp 9.952.359 /ha/Bulan. Koefisien yang diperoleh dengan membandingkan rata-rata biaya nilai standar deviasi 120.757,37790700 dengan nilai Koefisien Variasi 0,012. Nilai Koefisien Variasi yang lebih dari 0,5 ($0,012 \leq 0,5$). Menurut Kountur (2006) Hal ini menunjukkan bahwa apabila $CV \geq 0,5$ maka risiko pada usaha tani yang ditanggung tinggi, sedangkan nilai $CV \leq 0,5$ maka risiko pada usahatani yang ditanggung rendah. Hasil analisis menunjukkan bahwa risiko biaya petani kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi tergolong risiko rendah.

Gambaran Produksi ditinjau Risiko

Risiko usaha tani kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar dari risiko produksi. Risiko ini dianalisis dengan koefisien variasi. Nilai koefisien variasi yang kecil menunjukkan variabilitas nilai rata-rata distribusi tersebut rendah. Hal ini menggambarkan risiko yang dihadapi kecil. Adapun analisis risiko produksi kelapa sawit di desa Bencah Kelubi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Risiko Produksi

No	Keterangan	Produksi (Rp/Ha/Bulan)
1.	Rata-rata Produksi (Kg/Ha)	1.657
2	Standar Deviasi (Kg)	128,29647156248
3.	Koefisien Variasi (CV)	0,077

Sumber : Data diolah (2024)

Pada Tabel 4 menunjukan bahwa rata-rata produksi petani kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi sebesar 1.657 Kg/Ha/Bulan. Dari perhitungan produksi tersebut, maka dapat diketahui besarnya standar deviasi kelapa sawit sebesar 128,29647156248. Koefisien variasi yang diperoleh berdasarkan perhitungan dengan membandingkan rata-rata produksi dengan standar deviasi sebesar 0,077. Nilai koefisien variasi kurang dari 0,5 ($0,077 \leq 0,5$). Hasil analisis menunjukkan bahwa risiko produksi petani kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi tergolong rendah. Karena dalam budi daya usaha tani kelapa sawit tidak banyak mengalami kesulitan, selain itu petani di Desa Bencah Kelubi juga tidak terkendala dengan bencana alam/longsor, angin kencang, dan lain-lainya. Sehingga tingkat risiko produksi petani rendah (Nugroho dkk, 2023).

Gambaran Pendapatan ditinjau dari Risiko

Risiko pendapatan dapat dianalisis menggunakan koefisien variasi. Nilai koefisien variasi yang kecil menunjukkan variabilitas nilai rata-rata distribusi tersebut rendah. Hal ini menggambarkan risiko yang dihadapi tidak besar. Adapun analisis risiko pendapatan yang dihadapi petani di desa Bencah Kelubi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Risiko Pendapatan

No	Keterangan	Pendapatan (Rp/Ha/Bulan)
1.	Rata-rata Pendapatan (Rp/Kg)	3.130.159
2	Standar Deviasi (Kg)	95.843,373597707
3.	Koefisien Variasi (CV)	0,030

Sumber : Data diolah (2024)

Pada Tabel 5. Menunjukan bahwa rata-rata pendapatan petani kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi sebesar Rp 3.130.159/Ha/Bulan. Dari perhitungan analisis pendapatan tersebut, maka dapat diketahui besarnya standar deviasi kelapa sawit sebesar 95.843,373597707. Koefisien variasi yang diperoleh berdasarkan perhitungan dengan membandingkan rata-rata produksi dengan standar deviasi sebesar 0,030. Nilai koefisien variasi kurang dari 0,5 ($0,030 \leq 0,5$).

Upaya Memitigasi Risiko

Memitigasi Risiko Biaya

Tabel 6. Risiko Biaya dan Upaya Penanganan

Risiko Biaya	Upaya Penanganan
Kurangnya permodalan	Dibentuknya suatu kelompok tani

Berdasarkan Tabel 6. Risiko biaya yang dihadapi petani dalam menjalankan usaha tani kelapa sawit di Desa Bencah Kelubi yaitu permasalahan mengenai kurangnya permodalan di dalam menjalankan usaha taninya. Upaya perbaikan dari sisi permodalan dilakukan melalui pendekatan oleh penyuluh pertanian untuk diarahkan membentuk suatu organisasi atau kelompok tani atau kelembagaan, agar lebih mudah dalam pembinaan petani. Kelembagaan yang dibentuk untuk meningkatkan daya tawar petani salah satunya adalah kelembagaan pemasaran kelapa sawit. Kelembagaan petani salah satunya berperan dalam meningkatkan ekonomi petani, maka perlu mendorong petani untuk meningkatkan kapasitasnya dalam mengelola usaha, meningkatkan keterampilan, peningkatan teknologi, peningkatan permodalan, dan kerjasama

Memitigasi Risiko Produksi

Berdasarkan Tabel 7. beberapa permasalahan yang paling sering dihadapi oleh petani yaitu permasalahan mengenai iklim. Upaya peningkatan produksi kelapa sawit diperoleh dari proses pengelolaan lahan oleh petani kelapa sawit dengan menyediakan berbagai macam input produksi (Heriyanto *et al.*, 2019). Disamping itu, kelompok tani sebagai lembaga media kerjasama, juga merupakan wadah dan sarana dalam membangun relasi untuk memenuhi kebutuhan dalam kegiatan usahatani masyarakat. Kegagalan kelompok tani dapat juga disebabkan berbagai hal seperti; anggota sulit diajak bermusyawarah dengan pengurus, anggota kurang aktif mengikuti rapat-rapat kelompok tani (Siti Nurhidayati, 2020).

Tabel 7. Risiko Produksi dan Upaya Penanganan

Risiko Produksi	Upaya Penanganan
Pengaruh iklim dan cuaca	Membuat aliran air/parit kecil agar tidak terjadinya genangan atau banjir
Serangan hama dan penyakit	Melakukan pengamatan secara langsung
Kesalahan dalam proses produksi	Dalam proses produksi atau pemanenan berhati-hati dan sesuai dengan prosedur

Memitigasi Risiko Pendapatan

Berdasarkan Tabel 8. Risiko pendapatan yang dihadapi petani adalah lambatnya proses pengangkutan TBS oleh agen dan fluktuasi harga dikarenakan jalan yang sering rusak apabila musim hujan, karna jalan yang rusak TBS sampai bermalam sehingga menyebabkan penyusutan berat. Selain permasalahan jalan rusak petani lebih memilih hasil produksi kelapa sawitnya dijual kepada agen dikarenakan mereka dapat melakukan pinjaman modal yang tinggi seperti modal dalam pembelian pupuk. Menurut Yulistriani dkk (2018) untuk mendapatkan harga yang maksimal, upaya yang perlu dilakukan yaitu petani sebaiknya mampu memperhatikan kualitas dan mutu TBS agar dapat memperoleh hasil penjualan yang tinggi.

Agar dapat memperoleh tingkat pendapatan dan tingkat keuntungan yang tinggi pada usaha tani kelapa sawit, maka perlu diperhatikan bagaimana meningkatkan jumlah produksi dan kualitas buah yang baik. Untuk itu maka diperlukan suatu kelompok yang dapat menjadi wadah bagi petani untuk dapat membantu meningkatkan jumlah produksi dan kualitas dari buah kelapa sawit itu sendiri. Adapun fungsi utama kelompok tani pada dasarnya adalah sebagai proses belajar mengajar, bekerjasama, berproduksi, dan usaha atau bisnis (Fatimah *et al.*, 2020).

Tabel. 8. Risiko Pendapatan dan Upaya Penanganan

Risiko Pendapatan	Upaya Penanganan
Lambatnya proses pengangkutan TBS	Lebih memperhatikan jadwal panen dan proses pengangkutan buah agar dapat dilakukan tepat waktu
Fluktuasi harga	Penjualan hasil TBS langsung dijual ke pabrik

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Teknik budi daya yang telah diterapkan petani belum sesuai dengan anjuran oleh Dinas Perkebunan, Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Kampar 2022. Seperti pembibitan, jarak tanam, pemeliharaan tidak dilakukan proses sensus pokok. Perbedaan pada jenis serta dosis pupuk dan pestisida yang digunakan masih belum efektif dan efisien.
2. Koefisien variasi pada hasil analisis risiko biaya, produksi dan pendapatan $\leq 0,5$ yang artinya risiko yang ditanggung tergolong rendah.
3. Upaya yang dilakukan dalam pengelolaan risiko adalah dengan membentuk suatu pengembangan kelembagaan terutama pemerintah adalah: (a) Meningkatkan kapasitas para penyuluh lapangan, (b) Menggunakan cara-cara atau pendekatan partisipatif yang berorientasi pada kebutuhan petani dalam melakukan kegiatan penyuluhan, dan (c) Memperkuat suatu kelembagaan keuangan

DAFTAR PUSTAKA

- Alhasany, P.F., S. Fatimah. 2022. Komunikasi Risiko Usahatani Kentang diluar daerah sentra produksi (Studi Kasus Kelompok Tani Pelintang Jaya Desa Cipanjalu Kecamatan Cilengkrang Kabupaten Bandung). *Jurnal Agrikultura*, 33(2): 147-160.
- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu pendekatan Praktek*. Rineka Cipta. Jakarta 413 hal.
- Asmara, R., W. Widyawati., dan A.H. Hidayat. 2019. Preferensi risiko dalam alokasi input usahatani jagung menggunakan model just and pope. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 3(2): 449-459.
- Asminar, Riki, dan S. Widura. 2021. Analisis Risiko Tani Kelapa Sawit di Kecamatan Limbur Lubuk Mengkuang Kabupaten Bungo. *Jurnal Agri Sain*, 5(1): 96-106.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Luas lahan dan Produksi Kelapa sawit Provinsi Riau menurut Kabupaten, Dalam rangka 2023. Riau. 230 hal.
- Bandrang, T.N. 2022. Pengaruh Biaya Produksi dan Harga Jual Tandan Buah Segar (TBS) Terhadap Tingkat Keuntungan Pada Perkebunan Sawit Rakyat Desa Bangun Harja Kecamatan Seruyan Hilir Timur. *Jurnal Penelitian Agri Hatantiring*, 2(1): 1-12.
- Cahyono, S. dan D.S. Tjokropandojo. 2012. Peran Kelembagaan Petani dalam Mendukung Keberlanjutan Pertanian sebagai Basis Pengembangan Ekonomi Lokal. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota B SAPPK*, 2(1): 15-23.
- Darma, F.E. 2019. Analisis Risiko Produksi pada Sistem Agribisnis Usahatani Pisang Kepok (*musa paradisiaca* L.) di Kecamatan Sebatik Tengah Kabupaten Nunukan. Skripsi. Universitas Borneo Tarakan. Kota Tarakan.
- Darmawi, H. 2006. *Manajemen Resiko cetakan kesepuluh*. Bumi Aksara. Jakarta 172 hal.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. 2014. *Pedoman Budi Daya Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) yang Baik*. Jakarta. 174 hal.
- Direktorat Jendral Perkebunan. *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020 2022 Luas Lahan dan Produksi*. Indonesia. 1054 hal.
- Edwina, S., Adiwirma, P.Fifi, dan M. Galut. 2012. Karakteristik dan Tingkat Pengetahuan Petani Kelapa Sawit Rakyat Tentang Pemupukan di Kecamatan Tanah Putih Kabupaten Rokan Hilir. *Jurnal Ekonomi Pertanian*, 3(2): 163-176.
- Faisal, H.N. 2020. Peran Penyuluhan Pertanian Sebagai Upaya Peningkatan Peran Kelompok Tani (Studi Kasus Di Kecamatan Kauman Kabupaten Tulungagung). *Jurnal Agribisnis*, 6(1): 46–54.

EVALUASI FISIK WAFER RANSUM BERBAHAN AMPAS SAGU DALAM RANSUM RUMINANSIA YANG BERBEDA

Physical Evaluation Of Sago Dregs Based Feed Wafers in Different Ruminant Rations

Wira Yuda Pratama*, Triani Adelina, Evi Irawati & Anwar Efendi Harahap
Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim

*Email Korespondensi: wirayudhapratama40@gmail.com

ABSTRACT

One type of agricultural waste that can be used as animal feed is sago dregs. Sago dregs still contains 65.7% starch. One way to process raw materials is by producing complete feed wafers. This study aims to determine the physical evaluation of complete Bali cattle ration wafers supplemented with sago dregs (Metroxylon sp). This research was conducted from February - May 2024 at the Nutrition and Feed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture and Animal Science State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru. This study used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 4 replications, namely P0: Complete ration wafer + 0% sago dregs, P1: Complete ration wafer + 10% sago dregs, P2: Complete ration wafer + 20% sago dregs, P3: Complete ration wafer + 30% sago dregs. The parameters measured included dry matter content, wafer particle density, and water absorption capacity. The results showed that the treatment had no significant effect ($P>0.05$) on dry matter content, particle density and water absorption capacity of the wafer. The conclusion of this study is that increasing the level of sago dregs to 30% results in a relatively similar physical evaluation of the wafer.

Keywords: Dry Matter, Particle Density, Water Absorption

PENDAHULUAN

Faktor keberhasilan suatu peternakan salah satunya adalah dengan adanya ketersediaan hijauan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pakan khususnya pada ternak ruminansia. Hijauan memegang peranan penting pada produksi ternak ruminansia karena pakan yang dikonsumsi oleh ternak tersebut sebagian besar dalam bentuk hijauan akan tetapi ketersediaan hijauan sangat bervariasi. Pada musim hujan ketersediaan cukup melimpah, namun sebaliknya pada musim kemarau ketersediaan hijauan masih sangat terbatas, sehingga Peternak kesulitan untuk mendapatkan hijauan dengan kualitas yang baik. Pemanfaatan limbah pertanian dan perkebunan dapat menjadi salah satu opsi untuk mengatasi hal tersebut (Mustabi dkk., 2019).

Salah satu limbah pertanian dan perkebunan yang dapat menjadi pakan ternak yaitu ampas sago. Ampas sago merupakan hasil samping dari proses pembuatan tepung sago yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Kandungan nutrisi yang terdapat didalam ampas sago adalah kadar air (KA) 11,68%, protein kasar (PK) 3,38%, lemak kasar (LK) 1,01%, serat kasar (SK) 12,44% dan abu 12,43%, kandungan selulosa 0,16%, hemiselulosa 17,90%, lignin 0,07% dan silika 0,04% (Analisis Laboratorium Nutrisi Ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas, 2005) dan untuk ampas sago dapat menyediakan energi relatif tinggi dari karbohidrat dalam bentuk bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dengan kandungan berkisar 72.13 – 80.76%. (Riza, dkk, 2015).

Kendala utama dari pemanfaatan ampas sago adalah kandungan serat kasar yang tinggi dan protein yang rendah sehingga perlu dilakukan pengolahan yaitu pembuatan pakan komplit berbasis ampas sago dengan pemberian sumber protein berbeda yang dapat dikemas dalam bentuk wafer (Rustan, 2017). Pengolahan bahan baku pakan salah satunya dengan cara pembuatan dalam bentuk wafer pakan komplit. Wafer adalah salah satu pakan ternak hasil modifikasi berbentuk kubus terdiri dari hijauan, konsentrat, dan nutrisi tambahan lainnya dalam proporsi yang diinginkan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak (Azizah dkk., 2023). Keuntungan wafer ransum komplit adalah kualitas nutrisinya lengkap, bahan bakunya tidak hanya hijauan tetapi juga dapat memanfaatkan limbah pertanian, perkebunan dan industri dan tidak mudah rusak oleh faktor biologis, karena memiliki kadar air kurang dari 14% (Ningrum, 2012).

Kualitas wafer pakan tergantung dari bentuk fisik, tekstur, kerapatan partikel, bahan kering dan daya serap air. Bentuk fisik wafer yang terbentuk padat dan kompak sangat menguntungkan, karena mempermudah dalam penyimpanan dan penanganan. Tekstur menentukan mudah tidaknya menjadi lunak dan mempertahankan bentuk fisik serta kerenyahan. Nilai kerapatan menunjukkan kepadatan wafer ransum komplit dan juga menentukan bentuk fisik dari wafer ransum komplit yang dihasilkan (Lalitya, 2004), semakin tinggi kerapatannya wafer pakan akan semakin baik, karena penambahan airnya semakin rendah.

Bahan kering merupakan salah satu hasil dari pembagian fraksi yang berasal dari bahan pakan setelah dikurangi kadar air. Bahan kering dihitung sebagai selisih antara 100% dengan persentase kadar air suatu bahan pakan yang dipanaskan hingga ukurannya tetap (Anggorodi, 1994). Daya serap air yang tinggi juga membantu wafer ransum komplit untuk cepat lunak saat terkena saliva ternak pada saat dikunyah oleh ternak, karena mempunyai daya serap air yang cukup tinggi (Yuliana, 2008). Kondisi pada wafer ransum komplit tersebut diharapkan tetap dapat dikonsumsi oleh ternak, walaupun memiliki tekstur yang terlihat kokoh dan kepadatan yang cukup tinggi (Furqaaninida, 2004).

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui evaluasi fisik dari wafer ransum berbahan ampas sagu dalam ransum ruminansia yang berbeda dengan menilai karakteristiknya, yaitu bahan kering, kerapatan partikel, dan daya serap air. Manfaat penelitian adalah sebagai informasi bagi peternak bahwa wafer ransum berbahan ampas sagu dengan penambahan berbagai bahan konsentrat dapat dijadikan sebagai pakan unggulan.

Hipotesis penelitian ini adalah perlakuan wafer ransum dengan penambahan ampas sagu 30% dan berbagai bahan konsentrat menghasilkan evaluasi fisik wafer yang lebih baik.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas: limbah ampas sagu, dedak jagung, dedak padi halus, rumput lapang, ampas tahu dan tetes tebu (molases). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: alat pencetak wafer, baskom (tempat pencampuran bahan), mixer (mesin pencampur pakan), terpal (untuk alas penjemuran bahan dan alas penjemuran wafer), plastik (tempat untuk menyimpan wafer), timbangan analitik, kamera ponsel, alat tulis, *crucible*, oven, tanur, aluminium cup, kapas, penggaris, gunting, pisau, cawan literan, nampan, dan galon air.

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Mei 2025 di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan sehingga diperoleh 16 unit percobaan. Adapun perlakuannya yaitu:

R1 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan ampas sagu 0%

R2 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan ampas sagu 10%

R3 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan ampas sagu 20%

R4 = Ransum komplit berbentuk wafer dengan ampas sagu 30%

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam sesuai dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Model matematika dari rancangan percobaan mengikuti model matematika Steel dan Torrie (1993), sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Nilai yang diamati
 μ : Nilai tengah populas
 τ_i : Pengaruh perlakuan ke – i
 ϵ_{ij} : Pengaruh galat

i : Perlakuan 1,2,3, dan 4

j : Ulangan 1,2,3, dan 4

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji Anova dan jika berbeda nyata akan diuji lebih lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menurut Steel dan Torrie (2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Bahan Kering (BK)

Rataan Bahan Kering (BK) pada wafer ransum komplit dengan penambahan ampas sugu dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Rataan Nilai Bahan Kering Wafer Penelitian

Perlakuan	Bahan Kering (%)
P0 = 0% ampas sugu	84,12 ± 1,18
P1 = 10% ampas sugu	84,07 ± 1,42
P2 = 20% ampas sugu	82,73 ± 0,98
P3 = 30% ampas sugu	84,40 ± 1,87

Keterangan: Data yang ditampilkan adalah nilai rata-ran ± standar deviasi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai perlakuan wafer dengan penambahan ampas sugu 0% (P0), ampas sugu 10% (P1), ampas sugu 20% (P2), dan ampas sugu 30% (P3) tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap bahan kering (BK). Nilai bahan kering yang relatif sama pada seluruh perlakuan diduga dipengaruhi oleh bahan kering yang digunakan untuk wafer yang semuanya sudah terlebih dahulu dikeringkan dan digiling halus, sehingga dengan kondisi tersebut menyebabkan berat kering bahan menjadi sama dan mempengaruhi kandungan bahan kering wafer menjadi relatif sama. Hal ini sesuai dengan penelitian Romadhon dkk (2020) bahwa kadar air merupakan jumlah kandungan air yang terdapat dalam suatu bahan. Selain itu, kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban juga menentukan kadar air akhir yang dapat dicapai bahan, karena bahan kering bersifat higroskopis (penyerapan bahan terhadap uap air dari udara atau lingkungan sekitar). Selain itu Wajizah (2014) menyatakan bahwa semakin rendah kandungan air maka semakin tinggi kandungan bahan kering.

Kandungan bahan kering pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan skor bahan kering yang baik untuk wafer yang minimal 86% atau yang memiliki kadar air maksimal 14% (Standar Nasional Indonesia). Skor bahan kering penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian yang dilaporkan oleh Perianita (2019) yang mendapatkan hasil kadar air bahan kering wafer ransum komplit berbasis limbah ampas sugu berkisar antara 90,67-91,80% dan juga skor bahan kering pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Purba dkk, (2018) yang mendapatkan hasil kadar bahan kering ransum komplit berbasis limbah sawit berkisar antara 75,1- 77,7%.

Nilai Kerapatan Partikel

Rataan kerapatan wafer ransum komplit dengan penambahan ampas sugu dapat dilihat pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Rataan Nilai Kerapatan Wafer Ransum Komplit Penelitian

Perlakuan	Kerapatan (gram/cm ³)
P0 = 0% ampas sugu	1,10 ± 0,06
P1 = 10% ampas sugu	1,09 ± 0,07
P2 = 20% ampas sugu	1,02 ± 0,02
P3 = 30% ampas sugu	1,03 ± 0,07

Keterangan: Data yang ditampilkan adalah nilai rata-ran ± standar deviasi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai perlakuan wafer dengan penambahan ampas sugu 0% (P0), ampas sugu 10% (P1), ampas sugu 20% (P2), dan ampas sugu 30% (P3) tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kerapatan wafer pakan. Tidak berpengaruh nyata nilai kerapatan pada penelitian ini diduga karena ampas sugu memiliki karakteristik fisik yang sama kering, dijemur dengan bahan yang lainnya, sehingga dengan penambahan ampas sugu tidak akan memberikan perubahan yang berbeda nyata pada kerapatan wafer. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sagita (2020) bahwa penambahan ampas sugu hingga 30 % tidak secara nyata mengubah kerapatan wafer, serta tetap mempertahankan kualitas fisik wafer. Hal ini juga diperkuat dengan pernyataan Khair (2021) bahwa ampas sugu membawa fraksi serat kasar tinggi dan saat diformulasikan dengan perekat yang tepat, wafer menunjukkan kerapatan dan tekstur yang stabil. Jayusmar (2000) menambahkan faktor utama yang mempengaruhi kerapatan adalah jenis bahan baku dan pemadatan hamparan pada mesin pengempaan dan besarnya variasi kerapatan disebabkan oleh penyebaran bahan pada saat dilakukan pencetakan yang tidak merata.

Skor kerapatan pada penelitian ini bernilai 1,02 – 1,10 g/cm³ lebih tinggi dibandingkan dengan skor wafer yang baik menurut penelitian Retnani dkk, (2009) yang menunjukkan bahwa meskipun kerapatan tertingginya adalah 0,88 g/cm³, ternak justru lebih menyukai wafer dengan kerapatan 0,56 g/cm³ karena lebih mudah dikonsumsi. Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian Sagita, (2020) dengan skor rata-rata 1,17 – 1,60 g/cm³ dengan wafer ransum komplit berbasis ampas sagu.

Daya Serap Air

Rataan kerapatan wafer ransum komplit dengan penambahan ampas sagu dapat dilihat pada Tabel 3. berikut.

Tabel 2. Rataan Nilai Daya Serap Air Wafer Ransum Komplit Penelitian

Perlakuan	Daya Serap Air (%)
P0 = 0% ampas sagu	0,97 ± 0,05
P1 = 10% ampas sagu	1,02 ± 0,08
P2 = 20% ampas sagu	0,87 ± 0,10
P3 = 30% ampas sagu	1,12 ± 0,19

Keterangan: Data yang ditampilkan adalah nilai rata-rata ± standar deviasi

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan penambahan ampas sagu 0% (P0), ampas sagu 10% (P1), ampas sagu 20% (P2), dan ampas sagu 30% (P3) tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap daya serap air pada wafer pakan. Tidak berpengaruh nyata nilai daya serap air pada penelitian ini diduga karena wafer berbahan ampas sagu memiliki struktur yang padat dan kompak mengurangi pori, sehingga varian komposisi tidak banyak mempengaruhi kemampuan serap air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Trisyulianti (2003) bahwa semakin tinggi kerapatan, maka daya serap air semakin rendah, karena porositas menurun.

Skor daya serap air pada penelitian ini bernilai 0,87-1,12 lebih tinggi dibandingkan dengan skor daya serap air untuk wafer yang baik menurut Mustafa dkk, (2021) yang menyimpulkan bahwa rata-rata daya serap air antara 87,08%-96,74% yang memberikan karakteristik fisik yang baik bagi wafer pakan. Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Iswarin dkk, (2013) yakni dengan kajian level kadar air dan ukuran partikel bahan pakan terhadap penampilan fisik wafer dengan skor daya serap air sebesar 193,63% dan penelitian ini juga lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Muslim (2020) yakni dengan kajian karakteristik sifat fisik wafer ransum komplit berbasis pelepah sawit menggunakan kulit ubi kayu sebagai binder dengan skor daya serap air sebesar 127-142%.

KESIMPULAN

Perlakuan wafer ransum komplit dengan penambahan ampas sagu sampai 30% tidak menghasilkan evaluasi fisik wafer yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ampas sagu sampai 30% memberikan kualitas fisik yang setara dengan perlakuan yang lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Terutama kepada ibu Triani Adelina dan Evi Irawati atas bimbingan dan masukan berharga selama melakukan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau atas fasilitas yang diberik

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, Y. H. N., Indriani, & Mansyur, M. (2023). A review kualitas fisik wafer pakan ruminansia. *Jurnal Peternakan Sabana*, 2(3), 186–191.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Pakan konsentrat bagian 2: Sapi potong (SNI 3148:2:2009)*. Jakarta.
- Jayusmar. (2000). *Pengaruh suhu dan tekanan pengempaan terhadap sifat fisik wafer ransum komplit dari limbah pertanian sumber serat dan leguminosa untuk ternak ruminansia* (Skripsi). Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Khair, Z. (2021). *Kandungan fraksi serat wafer ransum komplit dengan penambahan ampas sagu yang disimpan dengan jenis perekat dan lama penyimpanan yang berbeda* (Skripsi). Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- Lalitya, D. (2004). *Pemanfaatan serabut kelapa sawit dalam wafer ransum komplit domba* (Skripsi). Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mustabi, J., Rinduwati, & Mutmainna. (2019). Kandungan protein kasar dan serat kasar silase ransum komplit pada berbagai bentuk dan lama penyimpanan. *Jurnal Universitas Hasanuddin*, 13(1), 10–16.
- Ningrum, D. L. (2012). *Sampah potensi pakan ternak yang melimpah*. Direktorat Jendral Peternakan dan

Kesehatan Hewan, Jakarta Selatan.

- Perianita, L. (2019). *Kandungan nutrisi wafer ransum komplit dengan penambahan level ampas sagu berbeda untuk sapi Bali* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- Purba, A., Yatno, M. G. B., & Murni, R. (2018). Kadar bahan kering dan kualitas fisik ransum komplit berbasis limbah sawit pada lama waktu penyimpanan yang berbeda. In *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Jambi tahun 2018* (pp. 227–239).
- Rustan, Z. (2017). *Waktu penyimpanan wafer pakan komplit berbasis ampas sagu dengan sumber protein berbeda* (Skripsi). Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Romadhon, H. A., Wahyudi, B., & Sumardi. (2020). Analisis kadar air dan laju pengeringan bahan baku pembuatan bubur pedas instan. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 48–53.
- Sagita, A. (2020). *Kualitas fisik wafer ransum komplit dengan penambahan level ampas sagu (Metroxylon sp) dan lama penyimpanan yang berbeda* (Skripsi). Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Trisyulianti, E., Suryahadi, & Rakhma, V. N. (2003). Pengaruh penggunaan molases dan tepung gaplek sebagai bahan perekat terhadap sifat fisik wafer ransum komplit. *Media Peternakan*, 26(2), 35–40.
- Wajizah, S., Samadi, Yunasri, Usman, & Mariana, E. (2014). *Peningkatan kualitas pelepah sawit (oil palm fronds) melalui teknik fermentasi sebagai sumber pakan sapi Aceh*. Universitas Syah Kuala, Laporan Tahunan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Banda Aceh.

RESPON FISIOLOGIS KAMBING CROSS SAANEN TERHADAP TEMPERATURE HUMIDITY INDEX (THI) DI BALAI BESAR PELATIHAN PETERNAKAN (BBPP) KOTA BATU

Physiological Responses of Crossbred Saanen Goats to The Temperature Humidity Index (THI) at The Center for Livestock Training (BBPP) In Batu City

Leni Redita Sari¹, Wike Andre Septian², and Prima Puji Raharjo^{3*}

¹Student of Animal Science Faculty, Universitas Brawijaya, Malang

²Lecturer of Animal Science Faculty, Universitas Brawijaya, Malang

³Ruminant Division, Center for Livestock Training (BBPP), Batu City

E-mail korespondensi: primaraharjo45@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological responses of Crossbred Saanen goats to the Temperature Humidity Index (THI) as an indicator of thermal comfort in a tropical environment. The research was conducted at the Center for Livestock Training (BBPP) Batu City in December 2024 - January 2025 using a case study method with direct observation. A total of nine lactating female Crossbred Saanen goats were observed, with measurements taken four times daily (morning, noon, afternoon, and night) over the course of one month. Parameters observed included environmental temperature and humidity for THI calculation, as well as heart rate, respiratory rate, rectal temperature, skin temperature, and lying frequency and duration as indicators of physiological and behavioral responses. The results showed that THI values ranged from 64.31 to 66.59, which are considered within the thermal comfort zone. However, both respiratory rate and skin temperature increased, particularly during midday, indicating a mild heat stress response. Rectal temperature and heart rate remained within normal physiological ranges. Lying activity increased during midday and early morning, reflecting behavioral adaptation to environmental conditions. It is concluded that Crossbred Saanen goats exhibit the ability to adapt to fluctuating tropical climates, but optimal environmental management is still required to maintain animal welfare and productivity.

Keywords : *Crossbred Saanen goat, Temperature Humidity Index, physiological response, heat stress, animal welfare*

PENDAHULUAN

Tingkat konsumsi susu di Indonesia masih tergolong sangat rendah. Berdasarkan Data Statistik (2021), rata-rata konsumsi susu masyarakat Indonesia pada tahun 2020 hanya mencapai 16,27 kg/kapita/tahun. Kambing perah memiliki potensi besar untuk mendukung peningkatan produksi susu nasional, terutama karena kebutuhan susu terus bertambah seiring pertumbuhan jumlah penduduk. Beberapa jenis kambing perah yang banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain Kambing Peranakan Etawah (PE), Kambing Sapera, dan Kambing Saanen. Pulau Jawa menjadi wilayah utama dalam pengembangan kambing perah. Kambing perah dapat menghasilkan susu secara optimal, diperlukan lingkungan yang mendukung, seperti ketersediaan air dan pakan yang memadai, kondisi iklim yang sesuai, manajemen peternakan yang baik, serta sumber daya manusia yang kompeten (Sudrajat dkk., 2022).

Salah satu jenis kambing perah yang ada di Indonesia adalah kambing Saanen yang berasal dari lembah Saanen di Swiss. Kambing Saanen memiliki ukuran tubuh yang medium namun memiliki kapasitas ambung yang besar sehingga mampu memproduksi susu tinggi. Kambing Saanen merupakan kambing unggul dunia yang dapat memproduksi susu 322 liter/ekor/laktasi. Di daerah tropis kambing Saanen dapat menghasilkan susu 1,0-3,0 liter/hari dengan periode laktasi sekitar 209 hari (Prastyo dkk., 2021).

Kambing *Cross Saanen* merupakan salah satu jenis kambing perah yang banyak dikembangkan di Indonesia karena produktivitas susunya yang tinggi. Namun, produktivitas dan kesehatan kambing ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama suhu dan kelembapan udara (Christi dkk., 2022). Di daerah tropis seperti Kota Batu, fluktuasi suhu dan kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan stres panas (heat stress) pada kambing, yang berdampak negatif terhadap performa fisiologis dan produksi susu. Oleh karena itu, pemantauan kondisi lingkungan melalui indeks suhu dan kelembapan atau *Temperature Humidity Index* (THI) menjadi sangat penting untuk menilai tingkat kenyamanan termal kambing dan mengantisipasi dampak stres panas.

THI adalah parameter yang menggabungkan suhu udara dan kelembapan relatif untuk memberikan gambaran kondisi kenyamanan termal hewan. Nilai THI yang tinggi menunjukkan potensi stres panas yang meningkat, yang dapat memicu perubahan fisiologis seperti peningkatan suhu tubuh, laju respirasi, dan denyut jantung pada kambing (Qisthon dan Hartono 2019). Penelitian (Purwanto dkk., 2018) menunjukkan bahwa kambing yang mengalami peningkatan THI cenderung menunjukkan respon fisiologis yang signifikan sebagai mekanisme adaptasi untuk mempertahankan homeostasis tubuhnya. Misalnya, frekuensi pernapasan dan konsumsi air minum meningkat untuk membantu proses pendinginan tubuh melalui evaporasi.

Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) Kota Batu sebagai lokasi penelitian memiliki karakteristik iklim tropis dengan suhu dan kelembapan yang bervariasi sepanjang hari. Kondisi ini memungkinkan untuk mengamati respon fisiologis kambing *Cross Saanen* terhadap perubahan THI secara real time. Pengukuran denyut jantung, laju respirasi, suhu rektal, dan suhu kulit menjadi indikator utama dalam menilai tingkat stres panas yang dialami kambing. Penelitian ini penting untuk mengidentifikasi batas toleransi kambing terhadap kondisi lingkungan setempat dan memberikan dasar ilmiah bagi pengelolaan kandang serta strategi mitigasi stres panas yang efektif.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) kota batu yang berlokasi di Jl. Raya Songgoriti No.24, Songgokerto, Kecamatan. Batu, Kota Batu, Jawa Timur. Waktu yang dibutuhkan untuk pengumpulan data yaitu mulai bulan Desember 2024 sampai bulan Februari 2025. BBPP dipilih sebagai lokasi penelitian karena lembaga yang dimiliki oleh pemerintah sebagai sarana dan prasarana untuk mengembangkan dan memberikan pelatihan dibidang peternakan.

Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

Ternak: Ternak yang digunakan dalam penelitian ini adalah 9 ekor kambing *Cross Saaanen* berjenis betina.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. *Termometer hygrometer*, untuk pengukuran suhu lingkungan
2. *Stetoskop*, untuk pengukuran denyut jantung
3. *Termometer digital*, untuk pengukuran suhu rektal
4. *Thermogun* atau termometer tembak, untuk pengukuran suhu kulit
5. *Stopwatch*, untuk mengukur waktu denyut jantung dan laju respirasi per 1 menit
6. *Cattle pack* dan sepatu boot, sebagai APD dalam pengambilan data
7. Alat tulis, untuk mencatat hasil penelitian
8. Kamera CCTV dan handphone, sebagai sarana dokumentasi

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kasus. Penentuan lokasi dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa BBPP Kota Batu merupakan lembaga pemerintah yang memiliki kambing *cross Saanen* berkualitas tinggi. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode observasi langsung (observasi). Data fisiologis diambil sebanyak empat kali pengecekan dalam sehari, yaitu pada pagi, siang, sore, dan malam hari, dengan pengulangan sebanyak tiga kali setiap dua hari sekali selama satu bulan. Pengambilan data secara berkala setiap dua hari sekali bertujuan untuk mengamati perubahan fisiologis kambing secara representatif dan menghindari stres berlebihan akibat pengukuran yang terlalu sering. Sedangkan pengecekan empat kali sehari dilakukan untuk menangkap variasi fisiologis kambing yang dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan sepanjang hari, sehingga data yang diperoleh dapat menggambarkan respons fisiologis kambing secara komprehensif pada berbagai waktu pengamatan

Variabel Penelitian

Variabel yang diamati penelitian ini meliputi:

Temperature Humidity Index (THI)

Temperature Humidity Index menjadi acuan dalam mengetahui kondisi lingkungan tersebut apakah ternak berada dititik nyaman hingga stres yang tinggi (Amamou, et.al, 2019). THI tidak lepas kaitannya dari suhu dan kelembapan lokasi peternakan yang menjadi komponen pada nilai THI lingkungan peternakan. Menurut Thompson and Dahl, 2012 Pengukuran pada THI dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$THI = (1,8 \times T + 32) - [(0,55 - 0,0055 \times RH) \times (1,8 \times T - 26)]$$

Keterangan:

T= Suhu (°C)

RH= Kelembapan udara (%)

Denyut Jantung

Pengukuran denyut jantung kambing umumnya dilakukan dengan menggunakan stetoskop yang ditempelkan pada bagian dada sebelah kiri selama 1 menit untuk mendapatkan frekuensi detak jantung yang akurat. Metode ini memungkinkan pengamatan langsung terhadap denyut jantung kambing dan merupakan cara yang praktis serta non-invasif dalam memantau kondisi fisiologis ternak. Studi menunjukkan bahwa frekuensi denyut jantung kambing dewasa berkisar antara 67 hingga 95 kali per menit, dengan nilai rata-rata yang sering dilaporkan sekitar 70 hingga 80 kali per menit, yang dapat bervariasi tergantung pada umur, jenis kelamin, dan kondisi lingkungan tempat kambing dipelihara. Pengukuran denyut jantung menggunakan stetoskop ini penting untuk mendeteksi respons fisiologis kambing terhadap faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan udara, yang dapat memengaruhi kesejahteraan dan produktivitas ternak (Gonzaga dkk., 2019).

Laju Respirasi

Pengukuran laju respirasi kambing dapat dilakukan dengan menempelkan tangan di atas hidung ternak selama satu menit untuk menghitung frekuensi inspirasi dan ekspirasi secara langsung. Metode ini mengamati gerakan kembang kempis cuping hidung sebagai indikator pernapasan kambing. Frekuensi respirasi normal kambing berkisar antara 12 hingga 25 kali per menit, namun dapat meningkat signifikan sebagai respons terhadap stres panas atau aktivitas fisik. Pengukuran laju respirasi dengan cara ini merupakan metode non-invasif yang praktis dan banyak digunakan dalam penelitian fisiologi ternak untuk menilai kondisi kesehatan dan adaptasi kambing terhadap perubahan suhu dan kelembapan lingkungan (Hereng dkk., 2019).

Suhu Rektal

Pengukuran suhu rektal kambing dilakukan dengan menggunakan termometer digital yang dimasukkan ke dalam rektum selama sekitar 1-2 menit hingga terdengar bunyi alarm sebagai tanda pembacaan suhu telah selesai. Metode ini memberikan data suhu tubuh yang akurat dan menjadi indikator penting dalam menilai kondisi fisiologis kambing, terutama dalam mendeteksi stres panas akibat pengaruh suhu dan kelembapan lingkungan. Suhu rektal normal kambing berkisar antara 38,5°C hingga 40,5°C, dan perubahan suhu ini dapat mencerminkan respons termoregulasi kambing terhadap cekaman panas. Pengukuran suhu rektal secara digital ini banyak digunakan dalam penelitian untuk memantau kesehatan dan kesejahteraan kambing, serta sebagai dasar dalam pengelolaan lingkungan kandang agar tetap optimal (Qisthon dan Hartono 2019).

Suhu Kulit

Pengukuran suhu kulit kambing dapat dilakukan menggunakan termometer digital jenis *Thermogun* atau termometer tembak, yang bekerja dengan prinsip penginderaan suhu permukaan tubuh secara non-kontak melalui radiasi inframerah. Metode ini memungkinkan pengukuran suhu kulit secara cepat dan akurat pada berbagai bagian tubuh kambing seperti dahi, dada, punggung, dan bagian atas ekor tanpa menimbulkan stres pada hewan. Studi menunjukkan bahwa suhu kulit yang diukur dengan *Thermogun* sangat berguna untuk memantau respon fisiologis kambing terhadap perubahan lingkungan, terutama dalam kondisi stres panas, karena suhu kulit mencerminkan proses termoregulasi dan perpindahan panas dari tubuh ke lingkungan. Penggunaan *Thermogun* sebagai alat pengukur suhu kulit telah menjadi alternatif praktis dan efisien dibandingkan metode kontak langsung, sehingga banyak diaplikasikan dalam penelitian fisiologi ternak untuk evaluasi kesehatan dan kesejahteraan kambing (Zahra dan Hasanah 2024).

Frekuensi Berbaring

Frekuensi berbaring kambing dapat diamati secara efektif menggunakan kamera pengawas (CCTV) yang terpasang di kandang, sehingga memungkinkan pemantauan perilaku istirahat kambing secara kontinu dan tanpa mengganggu aktivitas ternak. Metode pengamatan menggunakan CCTV ini memberikan data yang akurat mengenai durasi dan frekuensi kambing berbaring, yang merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kenyamanan dan kesejahteraan ternak. Penelitian menunjukkan bahwa kambing cenderung meningkatkan waktu berbaring saat suhu lingkungan tinggi sebagai mekanisme adaptasi terhadap stres panas, sehingga pemantauan frekuensi berbaring melalui CCTV sangat berguna untuk memahami pola perilaku dan kondisi fisiologis kambing dalam kaitannya dengan faktor lingkungan seperti Temperature Humidity Index (THI) (Setianah dkk., 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa data THI terhadap respon fisiologis meliputi beberapa hal yaitu:

Gambaran Umum Kondisi Lokasi

Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) Kota Batu terletak di Jalan Raya Songgoriti No. 24, Kelurahan Songgokerto, Kecamatan Batu, Kota Batu, Jawa Timur, dengan luas lahan sekitar 5,5 hektar yang berada di kaki Gunung Banyak pada ketinggian sekitar 900 mdpl. Lokasi ini memiliki iklim sejuk dengan suhu udara berkisar antara 18°C hingga 24°C dan curah hujan tahunan sekitar 122 mm, sehingga memberikan kondisi lingkungan yang nyaman untuk kegiatan pelatihan dan pemeliharaan ternak. BBPP Batu merupakan unit pelaksana teknis di bawah Kementerian Pertanian yang memiliki fungsi utama dalam pelatihan fungsional dan teknis di bidang peternakan, serta pengembangan model pelatihan bagi aparaturnya dan masyarakat umum. Fasilitas di BBPP Batu meliputi berbagai divisi seperti divisi ternak ruminansia, pakan dan nutrisi ternak, kesejahteraan hewan dan reproduksi, serta pengolahan hasil ternak (Ariffien dkk., 2023).

Tabel 10. Rataan Suhu dan Kelembapan dalam Kandang Saanen di BBPP Kota Batu

Parameter	Waktu Pengamatan			
	Pagi (06.00-07.00)	Siang (12.00-13.00)	Sore (16.00-17.00)	Malam (21.00-22.00)
Suhu (°C)	22.11 ± 1.34	24.82 ± 1.34	23.34 ± 1.15	22.17 ± 0.79
Kelembapan (%)	82.13 ± 4.67	77.40 ± 5.12	81.87 ± 4.45	83.47 ± 3.37
THI	64.31 ± 1.14	66.59 ± 1.12	65.47 ± 0.94	64.37 ± 0.65

Sumber: Data primer diolah (2025)

Di BBPP Kota Batu Berdasarkan data pengukuran suhu dan kelembapan pada kandang *Cross Saanen* menunjukkan suhu berkisar antara 22,11°C hingga 24,82°C dan kelembapan relatif antara 77,40% hingga 83,47%. Rentang suhu dan kelembapan tersebut termasuk dalam kategori normal dan nyaman bagi ternak, sehingga mendukung kesehatan dan produktivitas kambing di kandang tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Purwanto dan Atabany (2016) Suhu kandang kambing Saanen yang normal berkisar antara 18 hingga 30°C dengan kelembapan relatif sekitar 60-90%, yang merupakan kondisi nyaman bagi kambing untuk menjaga kesejahteraan dan produktivitasnya. Jika suhu kandang mengalami peningkatan (hipertermia), kambing akan mengalami stres panas yang dapat mengganggu metabolisme. Hal ini sesuai dengan pernyataan Badriyah dkk. (2019) Suhu yang tinggi akan mengakibatkan kambing mengalami stres panas yang akan menunjukkan perubahan fisiologis dan tingkah laku seperti penurunan nafsu makan, dan akhirnya menurunkan produksi susu serta pertumbuhan. Stres panas juga dapat menyebabkan peningkatan laju pernapasan dan konsumsi air, serta risiko dehidrasi yang meningkatkan konsentrasi darah, sehingga kadar hematokrit dan hemoglobin dalam darah kambing cenderung meningkat. Patriani dkk. (2019) menyatakan jika suhu kandang terlalu rendah (hipotermia), kambing harus meningkatkan produksi panas tubuh untuk mempertahankan suhu tubuhnya, yang dapat menyebabkan peningkatan konsumsi pakan dan energi metabolik. Namun, suhu yang terlalu rendah juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan penurunan produktivitas jika berada di bawah zona *termoneutral*.

Karakteristik Kambing Cross Saanen

Kambing *Cross Saanen* merupakan hasil persilangan antara kambing Saanen dengan kambing lokal atau kambing Peranakan Etawah (PE) yang dikembangkan untuk menggabungkan keunggulan produksi susu kambing Saanen dengan adaptasi iklim tropis dari kambing lokal. Kambing Saanen asli berasal dari Lembah Saanen, Swiss, dikenal sebagai kambing perah dengan produksi susu tinggi, mencapai hingga 5 liter per hari, namun memiliki keterbatasan adaptasi terhadap iklim tropis karena sensitif terhadap panas dan paparan sinar matahari langsung. Oleh karena itu, persilangan dengan kambing lokal seperti PE yang memiliki daya tahan lebih baik terhadap iklim tropis menghasilkan kambing *Cross Saanen* yang memiliki postur tubuh besar, produksi susu yang cukup tinggi (sekitar 4-5 liter per hari), serta kemampuan reproduksi yang lebih baik dibandingkan kambing induknya. Kambing *Cross Saanen* menunjukkan *litter size* yang lebih tinggi dengan interval beranak yang lebih pendek, serta umur kawin pertama yang lebih cepat dibandingkan kambing PE dan Saanen murni, sehingga meningkatkan efisiensi reproduksi dan produktivitas susu di lingkungan tropis seperti Indonesia. Karakteristik fisik kambing *Cross Saanen* umumnya menyerupai kambing PE dengan warna

bulu kombinasi putih dan hitam, postur tegap, dan kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan tropis

Kambing yang digunakan pada penelitian ini adalah kambing *Cross Saanen* yang memiliki ciri-ciri fisik yang hampir sama dengan kambing Saanen asli, namun dengan beberapa penyesuaian akibat persilangan. Seperti warna bulu dominan putih atau krem, bentuk wajah segitiga, dan telinga yang bisa mulai agak menurun tergantung tingkat persilangan, serta ukuran tubuh yang lebih kecil dibandingkan kambing Saanen asli. Bobot tubuh kambing betina antara 36-63 kg. Pejantan dan betina bertanduk dan memiliki janggut, kambing Saanen asli kurang tahan terhadap iklim tropis sehingga di Indonesia sering dilakukan persilangan dengan kambing lokal seperti Peranakan Etawa untuk mendapatkan kambing *Cross Saanen* yang lebih adaptif terhadap cuaca tropis namun tetap mempertahankan produksi susu yang baik. Kambing *Cross Saanen* di Balai Besar Pelatihan Peternakan (BBPP) Kota Batu memiliki karakteristik yang hampir serupa dan memenuhi kriteria sesuai dengan standar SNI kambing Saanen. Ciri-ciri kambing Saanen yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) meliputi beberapa karakteristik fisik yang spesifik. Menurut Atabany (2021) kambing Saanen memiliki bulu yang pendek dan dominan berwarna putih, hidung lurus, muka berbentuk segitiga, telinga tegak lurus ke depan, serta ekor yang tipis dan pendek. Baik jantan maupun betina umumnya bertanduk. Berat badan dewasa kambing Saanen jantan berkisar antara 68–91 kg, sedangkan betina antara 36–63 kg. Selain itu, ukuran tubuh seperti panjang badan, lingkar dada, dan tinggi gumba juga menjadi parameter penting dalam penilaian sesuai SNI, yang menunjukkan rata-rata panjang badan anak Saanen saat sapih sekitar 53,35 cm, lingkar dada 54,42 cm, dan tinggi gumba 55,34 cm. Ciri-ciri tersebut menjadi acuan dalam penetapan mutu bibit kambing Saanen sesuai standar nasional.

Temperature Humidity Index (THI)

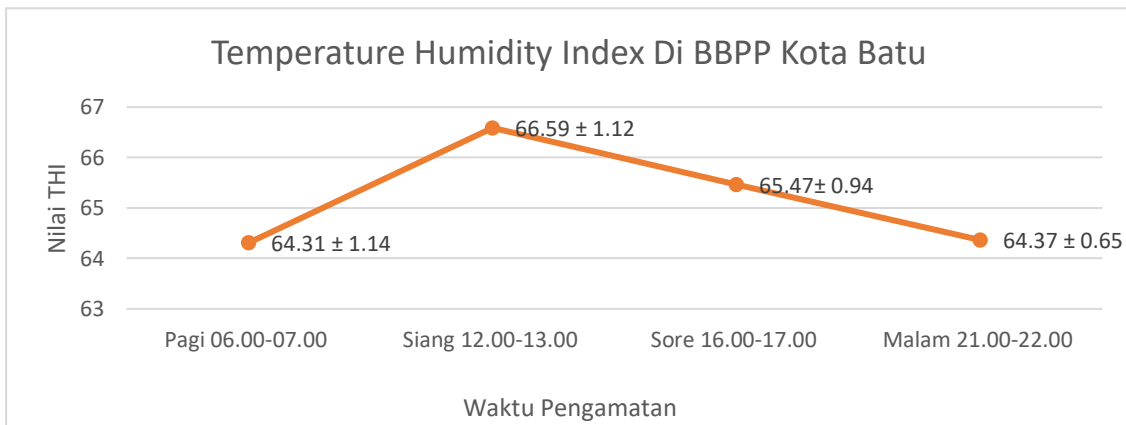
Temperature Humidity Index (THI) merupakan parameter penting yang digunakan untuk menilai tingkat kenyamanan termal dan risiko stres panas pada kambing *Cross Saanen* di daerah tropis, di mana suhu dan kelembapan udara cenderung tinggi sepanjang tahun (Setiawan dkk., 2021). Nilai THI dihitung berdasarkan kombinasi suhu dan kelembapan lingkungan, dan telah terbukti menjadi indikator yang efektif untuk mengidentifikasi zona cekaman panas pada ternak, termasuk kambing perah (Gopar dkk., 2020). Penelitian di daerah tropis menunjukkan bahwa nilai THI di atas 78 sudah masuk kategori cekaman berat dan berpotensi menurunkan performa fisiologis serta produktivitas kambing *Cross Saanen*, seperti peningkatan suhu tubuh, frekuensi pernapasan, dan penurunan konsumsi pakan (Setiawan dkk., 2021). Kondisi ini menuntut strategi adaptasi dan manajemen lingkungan kandang yang baik agar kambing *Cross Saanen* tetap dapat berproduksi optimal meskipun berada pada lingkungan dengan THI tinggi. Adapun hasil penelitian THI di BBPP Kota Batu yang disajikan pada Tabel 2 berikut

Tabel 11. Nilai THI di BBPP Kota Batu

Waktu	THI
Pagi	64.31 ± 1.14
Siang	66.59 ± 1.12
Sore	65.47± 0.94
Malam	64.37 ± 0.65

Sumber: Data primer diolah (2025)

Berdasarkan Tabel 2 kondisi THI pada BBPP Kota Batu berada pada kondisi yang nyaman untuk kambing *Cross Saanen*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hamdan dkk. (2018) *Temperature Humidity Index* (THI) pada kambing Saanen yang normal berada di bawah 74, yang menunjukkan kondisi lingkungan yang nyaman bagi kambing. THI dalam rentang 75-78 menandakan kondisi siaga, sedangkan nilai 79-83 menunjukkan bahaya, dan THI di atas 84 sangat berbahaya bagi kesehatan kambing.



Gambar 10. Temperature Humidity Index Kambing Cross Saanen di BBPP Kota Batu
 Sumber: Data Primer diolah (2025)

Berdasarkan gambar grafik diatas, terlihat bahwa Indeks Suhu dan Kelembapan (THI) mengalami peningkatan pada siang hari dapat disebabkan oleh intensitas radiasi matahari yang tinggi yang meningkatkan suhu lingkungan, meskipun demikian masih tergolong dalam kondisi yang nyama. Penurunan THI pada sore dan malam hari sejalan dengan penurunan suhu lingkungan akibat penurunan radiasi atau paparan sinar matahari. Fluktuasi THI ini mengindikasikan adanya perubahan kondisi lingkungan mikro yang dapat memengaruhi respons fisiologis hewan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ariyanto dkk.(2021) menyatakan bahwa pada zona nyaman (THI <74), kambing Saanen dapat mempertahankan fungsi fisiologis dan produktivitas susu secara optimal tanpa mengalami stres termal. Namun, jika THI meningkat melebihi batas normal (hiper-THI), kambing akan mengalami stres panas yang dapat menurunkan konsumsi pakan, menurunkan produksi susu, dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan seperti dehidrasi dan gangguan metabolisme. Sebaliknya, THI yang terlalu rendah (hipo-THI) juga dapat menyebabkan stres dingin, yang berdampak pada penurunan aktivitas metabolik dan potensi gangguan kesehatan lainnya. Oleh karena itu, pengelolaan lingkungan kandang yang menjaga THI dalam rentang normal sangat penting untuk menjaga kesejahteraan dan produktivitas kambing Saanen.

Denyut Jantung

Pengamatan terhadap denyut jantung kambing Cross Saanen di daerah tropis sangat penting karena denyut jantung merupakan indikator fisiologis utama untuk menilai status kesehatan dan respons ternak terhadap lingkungan. Denyut jantung kambing dapat mengalami perubahan signifikan akibat pengaruh suhu lingkungan, aktivitas fisik, stres, serta faktor geografis (Amali dkk., 2020). Di daerah tropis, suhu dan kelembaban yang tinggi sering kali memicu stres panas, yang menyebabkan peningkatan denyut jantung sebagai mekanisme adaptasi tubuh untuk mempertahankan keseimbangan panas melalui peningkatan aliran darah ke permukaan tubuh dan pengeluaran panas (Pamungkas dkk., 2021). Pemantauan denyut jantung secara rutin membantu mendeteksi adanya stres atau gangguan kesehatan, sehingga tindakan manajemen dapat segera dilakukan untuk menjaga produktivitas dan kesejahteraan kambing Cross Saanen di lingkungan tropis.. Adapun hasil penelitian denyut jantung kambing Cross Saanen di BBPP Kota Batu yang disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 12. Nilai Respon Fisiologis Denyut Jantung Kambing Cross Saanen di BBPP Kota Batu

Waktu (WIB)	N	THI	Denyut Jantung (detak)
Pagi (06.00-07.00)	9	64.31 ± 1.14	97,26 ± 9,27
Siang (12.00-13.00)	9	66.59 ± 1.12	102.09± 11.67
Sore (16.00-17.00)	9	65.47± 0.94	101,57 ± 10,05
Malam (21.00-22.00)	9	64.37 ± 0.65	96,68 ± 11,11

Sumber: Data primer diolah (2025)

Keterangan: N=Jumlah Ternak, THI= *Temperature Humidity Index*

Berdasarkan Tabel 3 nilai rata-rata denyut jantung kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu berada dikondisi normal pada seluruh kategori waktu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rosita dkk. (2015) denyut jantung kambing *Saanen* yang normal berkisar antara 70 hingga 135 kali per menit, Nilai ini menunjukkan fungsi jantung yang optimal dalam memompa darah untuk mendistribusikan oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh kambing, sehingga mendukung metabolisme dan keseimbangan fisiologis ternak. Amali dkk. (2020) menyatakan bahwa Denyut jantung ini juga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti aktivitas fisik, suhu lingkungan, stres, dan kondisi kesehatan kambing.

Denyut jantung kambing kambing *Cross Saanen* pada waktu siang hari memiliki jumlah denyut jantung sekitar 102.09 ± 11.67 rpm/menit dimana hasil jumlah denyut jantung paling tinggi dibandingkan dengan kategori waktu lainnya, namun masih dalam kondisi yang normal. Hal tersebut karena lokasi penelitian memiliki tempat kandang yang terbuka yang membuat kambing *Cross Saanen* terkena sinar matahari tinggi pada siang hari secara langsung yang menyebabkan meningkatnya frekuensi denyut jantung akibat panas yang menyerap pada tubuh kambing. Hal itu sesuai dengan Pramono dkk. (2014) bahwasanya kenaikan frekuensi denyut jantung disebabkan akibat radiasi matahari tinggi yang membuat kambing harus menjaga kondisi metabolisme tubuh dengan kinerja jantung. Selain itu, pada pengukuran denyut jantung siang hari dilakukan setelah ternak dalam kondisi aktivitas makan kedua yang membuat frekuensi jantung meningkat akibat mengkonsumsi pakan. Menurut Pamungkas dkk. (2021) Peningkatan frekuensi denyut jantung kambing *cross Saanen* akibat konsumsi pakan dapat dikaitkan dengan perubahan kebutuhan metabolik dan termoregulasi tubuh. Konsumsi pakan, terutama yang tinggi energi atau protein, meningkatkan aktivitas metabolisme, sehingga tubuh kambing memerlukan lebih banyak oksigen dan nutrisi yang diangkut melalui darah. Akibatnya, jantung harus memompa darah lebih cepat untuk memenuhi kebutuhan tersebut, yang tercermin dalam meningkatnya frekuensi denyut jantung

Pamungkas dkk. (2021) menyatakan bahwa ketika denyut jantung mengalami peningkatan (hiper), biasanya sebagai respons terhadap stres panas atau aktivitas fisik yang tinggi, hal ini menandakan upaya tubuh kambing untuk meningkatkan aliran darah ke permukaan kulit guna membantu proses pendinginan melalui konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi. Peningkatan denyut jantung ini juga berkaitan dengan peningkatan metabolisme tubuh yang menghasilkan panas, sehingga jantung harus bekerja lebih keras untuk mengatur suhu tubuh dan menjaga keseimbangan panas. denyut jantung yang terlalu tinggi dalam jangka panjang dapat menyebabkan kelelahan jantung, penurunan efisiensi sirkulasi darah, dan menurunkan produktivitas kambing, termasuk produksi susu. Menurut Pambudi dkk., (2018) denyut jantung yang terlalu rendah (hipo) dapat mengindikasikan kondisi hipotermia, penurunan aktivitas metabolik, atau gangguan pada sistem kardiovaskular kambing. Denyut jantung rendah dapat menyebabkan distribusi oksigen dan nutrisi yang tidak optimal ke jaringan tubuh, sehingga berpotensi menurunkan fungsi organ dan daya tahan tubuh ternak.

Laju Respirasi

Laju respirasi atau laju pernapasan merupakan indikator status fisiologis untuk menentukan kondisi tubuh ternak mengalami cekaman panas atau stres. Respirasi pada ternak bertujuan untuk memenuhi kebutuhan oksigen melalui proses pertukaran gas. Menurut Pandya *et al.* (2022) frekuensi pernapasan dapat menjadi parameter yang cukup akurat untuk menentukan ketidaknyamanan pada ruminansia. Tekanan panas dan stres yang dimiliki oleh ternak didapatkan akibat dari frekuensi pernapasan pada ternak (Nurmi, 2016). seperti di daerah tropis, kambing akan meningkatkan frekuensi pernapasan sebagai mekanisme untuk mengeluarkan panas berlebih melalui evaporasi, sehingga membantu mempertahankan suhu tubuh tetap normal. Adapun hasil penelitian laju respirasi kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu yang disajikan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 13. Nilai Respon Fisiologis Laju Resprasi Kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu

Waktu (WIB)	N	THI	Laju Respirasi
Pagi (06.00-07.00)	9	64.31 ± 1.14	35.17 ± 14.23
Siang (12.00-13.00)	9	66.59 ± 1.12	39.87 ± 10.21
Sore (16.00-17.00)	9	65.47 ± 0.94	39.06 ± 12.47
Malam (21.00-22.00)	9	64.37 ± 0.65	33.33 ± 10.44

Sumber: Data primer diolah (2025)

Keterangan: N=Jumlah Ternak, THI= *Temperature Humidity Index*

Berdasarkan Tabel 4 nilai rata-rata laju respirasi kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu berada dikondisi tidak normal pada kondisi seluruh kategori waktu karena memiliki jumlah rata-rata laju respirasi antara 33-39 (respirasi/menit). Hal ini sesuai dengan pernyataan Gupta and Mondal (2019) ternak kambing

memiliki jumlah frekuensi pernapasan normal sekitar 15-30 respirasi/menit dan memiliki tingkat keparahan stres panas berdasarkan klasifikasinya dengan laju respirasi rendah antara 40–60 respirasi/menit, laju respirasi sedang antara 60–80 respirasi/menit, laju respirasi tinggi antara 80–120 respirasi/menit, dan laju respirasi parah lebih dari 200 respirasi/menit).

Lokasi lingkungan penelitian juga mempengaruhi jumlah laju respirasi meskipun memiliki nilai THI yang normal seperti pada waktu siang hari memiliki jumlah laju respirasi sekitar 102,34 ± 45,42 rpm/menit dimana hasil jumlah denyut jantung paling tinggi dibandingkan dengan kategori waktu lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Purnamasari dkk. (2020) kelembapan dan suhu yang tinggi mengakibatkan timbulnya cekaman pada ternak yang dapat dilihat dari meningkatnya respon fisiologis seperti laju respirasi. Purwanto dan Atabany (2016) menyatakan jika laju respirasi kambing mengalami peningkatan (hiperrespirasi), hal ini biasanya merupakan respon terhadap stress panas (peningkatan suhu lingkungan) atau peningkatan metabolisme. Suhu lingkungan mempengaruhi laju respirasi. Hasil penelitian menunjukkan kambing yang dipelihara pada suhu 30°C memiliki laju respirasi yang lebih tinggi daripada kambing yang dipelihara pada suhu 20°C peningkatan metabolisme misalnya akibat peningkatan aktivitas, menghasilkan panas tubuh yang harus dikeluarkan melalui proses pernapasan. Oleh karena itu, kambing akan meningkatkan frekuensi nafasnya untuk menghilangkan panas berlebih dan mempertahankan suhu tubuh normal.

Berdasarkan tingkah lakunya kambing dengan perilaku yang agresif juga cenderung memiliki laju respirasi yang tinggi karena merasa kurang nyaman mengakibatkan kambing mengalami stres yang juga dapat menyerang kambing lain sehingga frekuensi pernafasannya menjadi lebih tinggi (Manokwari dkk., 2018).

Suhu Rektal

Suhu rektal merupakan salah satu variabel fisiologis yang penting untuk diamati dalam penelitian terhadap kambing *Cross Saanen* di daerah tropis karena suhu ini mencerminkan kondisi suhu inti tubuh yang paling akurat dan stabil. Suhu rektal adalah ukuran suhu tubuh yang diambil dari dalam rektum, yang dianggap sebagai indikator paling representatif untuk menilai status termoregulasi dan kesehatan ternak secara umum. Selain itu, suhu rektal juga digunakan sebagai parameter utama dalam evaluasi respons fisiologis ternak terhadap perubahan lingkungan, sehingga menjadi variabel yang sangat krusial dalam penelitian terkait adaptasi dan performa kambing di iklim tropis (Purwanto dan Atabany 2016). Adapun hasil penelitian suhu rektal kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu yang disajikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 14. Nilai Respon Fisiologis Suhu Rektal Kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu

Waktu (WIB)	N	THI	Suhu Rektal (°C)
Pagi (06.00-07.00)	9	64.31 ± 1.14	38,57 ± 0,22
Siang (12.00-13.00)	9	66.59 ± 1.12	38,70 ± 0,22
Sore (16.00-17.00)	9	65.47± 0.94	38,73 ± 0,24
Malam (21.00-22.00)	9	64.37 ± 0.65	38,62 ± 0,19

Sumber: Data primer diolah (2025)

Keterangan: N=Jumlah Ternak, THI= *Temperature Humidity Index*

Berdasarkan Tabel 5 nilai rata-rata suhu rektal pada kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu berada dikisaran normal pada seluruh kategori waktu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rosita dkk. (2015) Suhu rektal normal pada kambing *Saanen* berkisar antara 38,5–40,0°C. Menurut Rinca dkk. (2022) Suhu rektal kambing yang mengalami kondisi hipertermia (peningkatan suhu tubuh di atas normal) berdampak signifikan terhadap fisiologi dan produktivitas ternak. Peningkatan suhu rektal biasanya terjadi akibat stres panas yang disebabkan oleh suhu lingkungan tinggi,. Kondisi hipertermia memicu respons termoregulasi seperti peningkatan frekuensi pernapasan dan denyut jantung untuk membuang panas berlebih melalui evaporasi dan konduksi agar panas tubuh tetap dipertahankan dalam kondisi normal.

Suhu rektal paling tinggi terjadi pada siang hari namun masih berada dikategori normal, hal tersebut diakibatkan radiasi cahaya matahari yang menyebar di dalam lokasi kandang dengan nilai THI 66.59 ± 1.12 yang menyebabkan panas menyerap pada tubuh ternak yang memicu peningkatan pada suhu rektal kambing. Pada pengukuran suhu rektal dilakukan setelah pemberian pakan pada siang hari yang menyebabkan peningkatan pada suhu rektal kambing meningkat . Hal ini sesuai dengan pernyataan Rosita dkk. (2015) peningkatan suhu rektal kambing setelah pemberian pakan pada siang hari disebabkan oleh proses metabolisme yang meningkat selama pencernaan makanan. Ketika kambing mengonsumsi pakan, terutama pada waktu siang yang biasanya disertai dengan suhu lingkungan yang lebih tinggi, aktivitas metabolik tubuh meningkat untuk mencerna dan menyerap nutrisi. Proses ini menghasilkan panas metabolik yang menyebabkan kenaikan suhu tubuh, termasuk suhu rektal. Selain itu, suhu lingkungan yang tinggi pada siang hari juga berkontribusi terhadap peningkatan suhu tubuh kambing melalui mekanisme radiasi panas dari

lingkungan, sehingga suhu rektal kambing menjadi lebih tinggi setelah makan di siang hari dibandingkan sebelum makan

Suhu Kulit

Kulit merupakan bagian yang ikut andil dalam terjadinya pelepasan panas yang terdapat pada lapisan tubuh ternak yang menyangkut pada kondisi lingkungan, maka dari itu dalam suhu dan kelembapan disekitar peternakan kulit merespon dengan menjaga keseimbangan kondisi ternak dengan THI lingkungan yang harus dihadapi (Nurmi, 2016). Kulit adalah jalur yang sangat penting untuk pertukaran panas tubuh dan lingkungan. Adapun hasil penelitian suhu kulit kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu yang disajikan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 15. Nilai Respon Fisiologis Suhu Kulit Kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu

Waktu (WIB)	N	THI	Suhu Kulit (°C)
Pagi (06.00-07.00)	9	64.31 ± 1.14	35,17 ± 0,70
Siang (12.00-13.00)	9	66.59 ± 1.12	35,30 ± 0,68
Sore (16.00-17.00)	9	65.47± 0.94	35,03 ± 0,97
Malam (21.00-22.00)	9	64.37 ± 0.65	34,97 ± 1,03

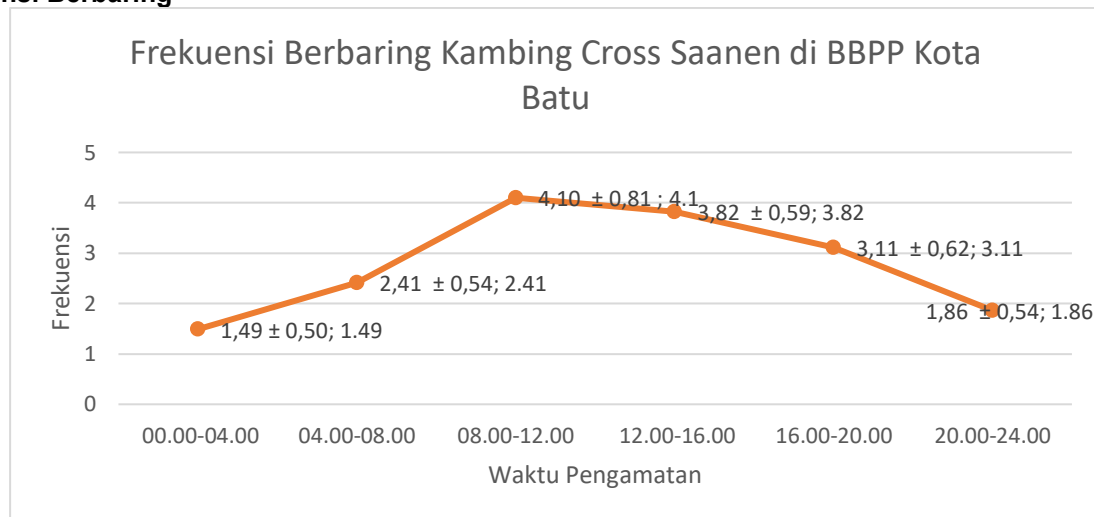
Sumber: Data primer diolah (2025)

Keterangan: N=Jumlah Ternak, THI= *Temperature Humidity Index*

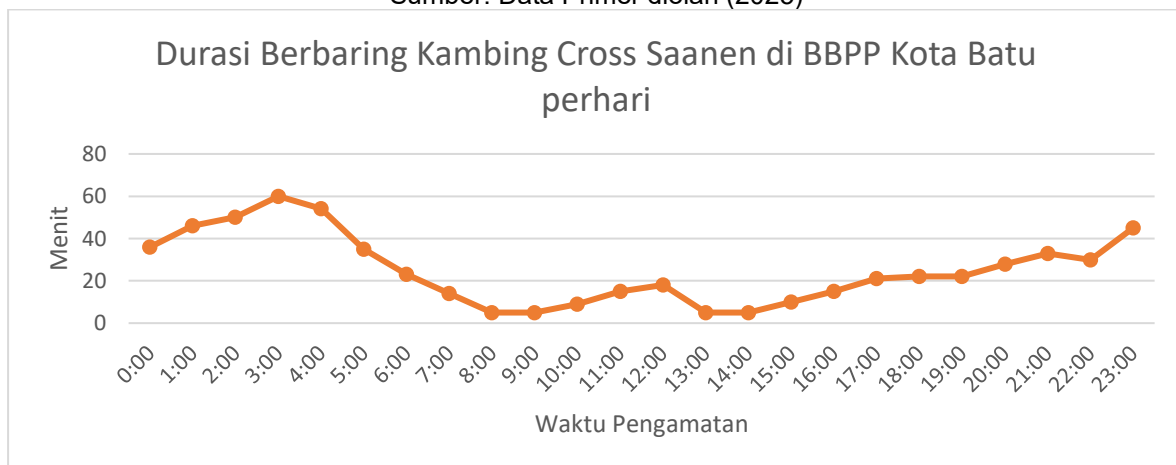
Berdasarkan Tabel 6 nilai rata-rata suhu kulit kambing *Cross Saanen* di BBPP Kota Batu berada dikondisi tidak normal pada kondisi seluruh kategori waktu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pamungkas dkk. (2021) bahwa suhu kulit kambing *Saanen* yang normal berkisar antara 31,3°C hingga 33,9°C. Lokasi lingkungan penelitian juga mempengaruhi kenaikan suhu kulit kambing, lokasi penelitian sangat terik yang menyebabkan permukaan kulit menyerap panas dengan berakibat tingginya suhu kulit pada kambing. Radiasi matahari di lokasi ternak cukup berpengaruh dalam panas tubuh kambing dimana kulit sebagai bagian paling luar akan merespon dengan mengalami peningkatan pada suhunya (Patriani dkk., 2019).

Suhu kulit paling tinggi terjadi pada siang hari yaitu 35,30±0,68 Hal ini menunjukkan bahwa suhu kulit kambing meningkat seiring dengan naiknya THI pada siang hari 66.59±1.12 , terutama pada periode dengan paparan panas lingkungan yang lebih tinggi, sehingga tubuh kambing berusaha mengatur panas melalui peningkatan suhu permukaan kulit sebagai mekanisme pelepasan panas ke lingkungan yang mengindikasikan adanya mekanisme termoregulasi untuk mengimbangi suhu lingkungan yang tinggi, yang sering menyebabkan cekaman panas pada ternak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zahra dan Hasanah (2024) Kulit berperan sangat penting sebagai media utama dalam proses pertukaran panas antara tubuh dan lingkungan. Saat suhu lingkungan meningkat, tubuh ternak akan meningkatkan pengeluaran panas berlebih melalui kulit. Hewan ruminansia kecil seperti kambing dan domba cenderung lebih mampu beradaptasi dengan lingkungan panas karena ukuran tubuhnya yang lebih kecil, sehingga suhu kulitnya meningkat. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan area permukaan kulit yang lebih besar untuk mengeluarkan panas dibandingkan dengan massa tubuhnya. Selain melalui kulit, pembuangan panas juga terjadi lewat saluran pernapasan. Jika ternak tidak mampu menghilangkan panas berlebih melalui kulit, maka akan terjadi mekanisme pengeluaran panas melalui perubahan hematologi, morfologi, dan biokimia guna menjaga suhu inti tubuh tetap stabil.

Frekuensi Berbaring



Gambar 11. Frekuensi Berbaring Kambing Cross Saanen di BBPP Kota Batu
 Sumber: Data Primer diolah (2025)



Gambar 12. Durasi Berbaring Kambing Cross Saanen di BBPP Kota Batu
 Sumber: Data Primer diolah (2025)

Berdasarkan data grafik frekuensi berbaring, dapat disimpulkan bahwa pada siang hari (08.00-16.00) ternak cenderung lebih sering berbaring dibandingkan malam hari (00.00-04.00). Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan pakan yang cukup di siang hari memungkinkan ternak untuk beristirahat setelah makan dengan durasi yang lebih pendek namun frekuensi berbaring yang lebih tinggi. Sebaliknya, pada malam hari, meskipun frekuensi berbaring lebih rendah, durasi istirahat cenderung lebih panjang karena ternak beristirahat secara optimal untuk memulihkan energi. Sedangkan untuk grafik durasi berbaring tertinggi terjadi pada pukul 03.00–04.00, yaitu sekitar 60 menit. Setelah itu, durasi berbaring mengalami penurunan drastis durasi pola ini menunjukkan bahwa kambing cenderung lebih lama berbaring pada dini hari dan malam hari, sementara aktivitas berbaring menurun drastis pada pagi hingga siang hari, kemungkinan disebabkan oleh peningkatan aktivitas atau faktor lingkungan pada waktu tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Argisyamanti dkk. (2018) pemberian pakan yang mencukupi kebutuhan hidup pokok dan produksi kambing akan memengaruhi aktivitas harian ternak, termasuk kecenderungan untuk beristirahat atau berbaring setelah periode makan utama. Ketika pakan yang diberikan sudah memenuhi kebutuhan nutrisi, kambing cenderung mengurangi aktivitas mencari makan dan lebih banyak menghabiskan waktu untuk berbaring dan melakukan ruminasi, terutama pada siang hari saat suhu lingkungan meningkat.

Menurut Manehat dkk. (2020) waktu makan dan ruminasi pada kambing sangat dipengaruhi oleh kecukupan dan kualitas pakan yang diberikan. Jika kebutuhan pakan telah tercukupi, aktivitas makan akan menurun dan digantikan oleh aktivitas berbaring dan mencerna pakan (ruminasi). Kondisi ini menandakan bahwa ternak telah mencapai tingkat kenyang dan tidak lagi terdorong untuk mencari pakan tambahan, sehingga perilaku berbaring menjadi indikator tidak langsung bahwa asupan pakan sudah memenuhi kebutuhan fisiologisnya.

KESIMPULAN

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa Respon Fisiologis Kambing Cross Saanen Terhadap *Temperature Humidity Index* (THI) di BBPP Kota Batu melalui pengukuran denyut jantung, laju respirasi, suhu rektal, suhu kulit dan aktifitas berbaring kambing Cross Saanen dinyatakan tidak beresiko terjadinya cekaman panas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amali, K., Humaidah, N., dan Suryanto, D. 2020. Analisis Stress Fisiologis Inseminasi Buatan Intracervical Kambing PE Melalui Pemeriksaan Status Faali. REKASATWA: Jurnal Ilmiah Peternakan, 2(1), 35–39. <https://doi.org/10.33474/rekasatwa.v2i1.6356>
- Argisyamanti, R., Sutaryo, S., dan Purnomoadi, A. 2018. Tingkah Laku Makan Dan Ruminasi Pada Kambing Kacang Jantan Pada Umur Muda Dan Dewasa Dengan Kuantitas Pemberian Pakan Yang Berbeda. Mediagro: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian, 14(2).
- Ariffien, A., Raharjo, P. P., dan Mahardika, H. A. 2023. Evaluasi Implementasi Good Dairy Farming Practice (Gdfr) Pada Sapi Peranakan Friesian Holstein (Pfh) Di Balai Besar Pelatihan Peternakan (Bbpps) Batu, Jawa Timur. In Prosiding Seminar Nasional Integrasi Pertanian dan Peternakan (Vol. 1, No. 1, pp. 269-280).
- Ariyanto, B. F., Nugraha, W. T., dan Suhendra, D. 2021. Identifikasi Lokasi dan Performa Fisik Kambing Perah di Desa Mranggen Kecamatan Srumbung Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah. Buletin Peternakan Tropis, 2(2), 98-102.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Jumlah Curah Hujan dan Hari Hujan Menurut Bulan di Kota Batu, 2022
- Badan Pusat Statistik. 2022. Rata-rata Suhu dan Kelembaban Udara Menurut Bulan di Kota Batu, 2022
- Badriyah, S., Siswanto, E., dan Qisthon, A. 2019. Pengaruh manipulasi suhu kandang terhadap kadar glukosa dan urea dalam darah pada kambing boer dan peranakan ettawa (PE). Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals), 3(2), 39-44.
- Christi, R. F., Salman, L. B., Ismiraj, M. R., dan Prasetya, A. F. 2022. Tampilan Sifat Kimia Susu Kambing Sapera Di Peternakan Alam Farm Kabupaten Bandung. Jurnal Sumber Daya Hewan, 3(2), 19-23.
- Christi, R. F., Setiawan, R., dan Alhuur, K. R. G. 2022. Peningkatan Pengetahuan Jenis-Jenis Penyakit Pada Kambing Perah di Kelompok Ternak Azkia Raya dan Gotong Royong Kabupaten Bandung Barat Jawa Barat. Farmers: Journal of Community Services, 3(1), 25-29.
- Gonzaga dos Santos, A. C., M. Yamin, R. Priyanto, dan H. Maheshwari. 2019. Respon fisiologi domba pada sistem pemeliharaan dan pemberian jenis konsentrat berbeda. JIPTHP. 7(1): 1-9.
- Gupta, M. and Mondal, T. 2021. Heat stres and thermoregulatory responses of goats: a review. Biological Rhythm Research, 52(3), 407-433.
- Hamdan, A., B.P. Purwanto, D.A. Astuti, A. Atabany, dan E. Taufik. 2018. Respons kinerja produksi dan fisiologis kambing Peranakan Ettawa terhadap pemberian pakan tambahan dedak halus pada agroekosistem lahan kering di Kalimantan Selatan. JPPTP. 12 (1): 73-84.
- Hereng, Y. A., Selan, Y. N., dan Amalo, F. A. 2019. Parameter fisiologi kambing Kacang (*Capra aegagrus hircus*) di desa Nunkurus kecamatan Kupang Timur kabupaten Kupang. Jurnal Veteriner Nusantara, 2(2), 161-169.
- Manehat, S. E., Jelantik, I. G. N., & Benu, I. (2020). Pengaruh Pemberian Pakan Komplit Fermentasi Berbasis Serasah Gamal Dan Batang Pisang Dengan Imbangan Yang Berbeda Terhadap Tingkah Laku Makan Kambing Kacang. Jurnal Nukleus Peternakan, 7(1), 75-85.
- Manokwari, S. T. P. P. S., Pos, J. S. R. M. K. dan Barat, M. P. (2018). Respon fisiologis dan hematologis kambing peranakan etawah terhadap cekaman panas. Jurnal Triton, 9(1): 59-69.
- Marques, J. I., Leite, P. G., Lopes Neto, J. P., Furtado, D. A., and Lopes, F. F. D. M. 2021. Estimation of rectal temperature of goats based on surface temperature. Engenharia Agrícola, 41, 591-598.
- Nurmi, A. 2016. Respons fisiologis domba lokal dengan perbedaan waktu pemberian pakan dan panjang pemotongan bulu. EKSAKTA: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA, 1(1): 58-68.
- Pambudi, R. A., Purnomoadi, A., dan EDY, R. 2018. Perbandingan Denyut Nadi, Frekuensi Nafas Dan Suhu Rektal Anak Kambing Lokal Pra-Sapih Pada Tipe Kelahiran Tunggal Dan Kembar (Doctoral dissertation, Fakultas Peternakan Dan Pertanian Universitas Diponegoro)
- Pamungkas, F. A., Purwanto, B. P., Manalu, W., Yani, A., dan Sianturi, R. G. 2021 Respons Fisiologis dan Gambaran Termografi Inframerah Kambing Sapera Induk Kondisi Bunting. Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis, 8(3) 239-247.
- Patriani, P., Hafid, H., Hasnudi, R., dan Mirwandhono, E. 2019. Klimatologi Dan Lingkungan Ternak. Medan (Indones): USU Pr.
- Pramono, H., Suharyati, S. dan Santosa, P. E. 2014. Respon fisiologis kambing boerawa jantan fase pascasapih di dataran rendah dan dataran tinggi. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu, 2(2): 11-15.

- Prastyo, E., Sarwanto, D., dan Rahardjo, S. 2021. Pengaruh Waktu Pemerahan Terhadap Kualitas Susu Kambing Saanen di BBPTU-HPT Baturraden Jawa Tengah. *Media Peternakan*, 23 (1), 1-7.
- Purnamasari, L., Basalamah, S. A. M., Rahayu, S., dan Darwati, S. 2020. Respon fisiologis domba ekor tipis dan garut dengan pemberian pakan konsentrat dan limbah tauge. *J. Ilmu Peternakan Terapan*, 4(1), 27-33.
- Purwanto, B. P., Astuti, D. A., Atabany, A., dan Taufik, E. 2018. Respon Kinerja Produksi dan Fisiologi Kambing Peranakan Ettawa terhadap Pemberian Pakan Tambahan Dedak Halus pada Agroekosistem Lahan Kering di Kalimantan Selatan. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 21(1), 73-84
- Purwanto, B. P., dan Atabany, A. 2016. Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Respon Termoregulasi Kambing Peranakan Etawah (PE). *Jurnal Sains Terapan: Wahana Informasi dan Alih Teknologi Pertanian*, 6(1), 52-62.
- Qisthon, A., dan Hartono, M. 2019. Respons fisiologis dan ketahanan panas kambing boerawa dan peranakan ettawa pada modifikasi iklim mikro kandang melalui pengkabutan. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 7(1), 206-211.
- Rinca, K. F., Mubdi, R., Kristanto, D., Putra, I. P. C., Luju, M. T., Bollyn, Y. M. F., dan Gultom, R. 2022. Faktor resiko yang mempengaruhi respon termoregulasi ternak ruminansia. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(3), 304-314.
- Rosita, E., Permana, I. G., Toharmat, T., dan Despal, D. 2015. Kondisi Fisiologis, Profil Darah Dan Status Mineral Pada Induk dan Anak Kambing Peranakan Etawah (PE)(Physiological Conditions, Blood Profile and Mineral Statues of Kid and Doe Etawah Crossbred). *Buletin Ilmu Makanan Ternak*, 13(1)
- Setianah, R., Jayadi, S., dan Herman, R. 2014. Tingkah laku makan kambing lokal persilangan yang digembalakan di lahan gambut: studi kasus di Kalampangan, Palangkaraya, Kalimantan Tengah. *Media Peternakan*, 27(3).
- Setiawan, A. A., Erwanto, E., Hartono, M., dan Qisthon, A. 2021. Pengaruh Manipulasi Iklim Kandang Melalui Pengkabutan terhadap Respon Fisiologis dan Ketahanan Panas Kambing Sapera dan Peranakan Ettawa. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 5(1), 64-69.
- Sudrajat, A., Susiati, A. M., Dwisaputra, R., dan Christi, R. F. 2022. Pengaruh Litter Size Dan Bobot Induk Terhadap Produksi Susu Kambing Perah. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 4(2), 47-53.
- Thompson, I.M. and G.E. Dahl. 2012. Dry-period seasonal effects on the subsequent lactation. *Professional Animal Scientists* 2012: 628-631.
- Zahra, N. A., dan Hasanah, H. 2024. Perbandingan Respon Fisiologis Kambing Dan Domba Betina Menyusui Yang Dipelihara Pada Sistem Pemeliharaan Intensif: Perbandingan Respon Fisiologis Kambing Dan Domba Betina Menyusui Yang Dipelihara Pada Sistem Pemeliharaan Intensif. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 10(2)

PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG KULIT BAWANG BOMBAY DALAM PAKAN TERHADAP PERSENTASE BOBOT ORGAN DALAM DAN LEMAK ABDOMINAL AYAM PEDAGING

Effect of Dietary Onion Peel Meal Supplementation on Weight Percentage of Internal Organ and Abdominal Fat in Broiler Chicken

Sinta Indah Nurhayati¹, Adelina Ari Hamiyanti², dan Osfar Sjojfan³

¹Mahasiswa Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya

²Dosen Produksi Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya

³Dosen Nutrisi dan Pakan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya
JL. Veteran No. 10-11, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur

*E-mail korespondensi: sintaindah@student.ub.ac.id

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of onion peel meal addition in feed on internal organ weight percentage and abdominal fat of broiler chickens. The material used consisted of 144 day-old chicks (DOC) of Lohmann strain, which were raised for 35 days. The chickens were divided into 6 treatments and 4 replications. T0 (-): Basal diet, T0 (+): Basal diet + 0.1% zinc bacitracin antibiotic, T1: Basal diet + 0.25% onion peel meal, T2: Basal diet + 0.5% onion peel meal, T3: Basal diet + 0.75% onion peel meal, T4: Basal diet + 1% onion peel meal. The variables observed were internal organ weight percentage (heart, liver, gizzard, and spleen) and abdominal fat percentage of broiler chickens. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) with a Completely Randomized Design (CRD). The results showed that the treatments had no significant effect ($P>0.05$) on internal organ weight percentage (heart, liver, gizzard, and spleen) and abdominal fat percentage of broiler chickens. Onion peel meal can be used as a feed additive at a 1% level to reduce abdominal fat percentage.

Keywords: *feed additive, fitobiotic, flavonoid*

PENDAHULUAN

Tingkat kesadaran masyarakat Indonesia untuk mengonsumsi protein hewani khususnya daging ayam terus mengalami peningkatan setiap tahunnya seiring dengan bertambahnya populasi masyarakat. Menurut Badan Pangan Nasional (BPN) pada tahun 2023 rata-rata masyarakat Indonesia mengonsumsi daging ayam sebanyak 7,46 kilogram per kapita per tahun. Hal tersebut mengalami kenaikan sebesar 4,3% jika dibandingkan pada tahun 2022 yang sebesar 7,15 kilogram per kapita per tahun. Peningkatan tersebut disebabkan karena masyarakat sudah mulai sadar akan pentingnya mengonsumsi protein hewani untuk pemenuhan gizi, salah satunya dengan mengonsumsi daging ayam yang memiliki harga yang masih terjangkau, gampang ditemukan dan memiliki rasa yang lezat.

Upaya untuk peningkatan produksi daging masih sangat digalakkan untuk pemenuhan permintaan yang ada di masyarakat, berbagai upaya dilakukan agar produksi dapat meningkat. Salah satu hal yang sangat penting untuk meningkatkan produksi adalah pakan. Kualitas pakan yang baik akan mendukung pertumbuhan optimal ayam, sehingga waktu pemeliharaan menjadi lebih singkat dan ayam tumbuh dengan sehat karena mendapatkan nutrisi yang cukup (Amin, dkk., 2023). Pakan yang berkualitas adalah pakan yang memiliki kandungan nutrisi yang sesuai kebutuhan ternak dalam jumlah yang cukup dan seimbang.

Ayam yang diberikan pakan yang berkualitas diharapkan akan memiliki performa produktivitas yang baik. Performa produksi ayam pedaging yang meliputi konsumsi pakan, pertambahan bobot badan dan konversi pakan. Konversi pakan merupakan perbandingan antara jumlah pakan dengan bobot badan yang dihasilkan setiap kilogram (Allama, dkk. 2012). Semakin rendah angka konversi pakan maka akan semakin baik kualitas pakan yang diberikan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas pakan adalah dengan penambahan *feed additive* jenis fitobiotik. Fitobiotik adalah imbuhan pakan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan herbal. Pemberian fitobiotik bertujuan untuk meningkatkan performa produksi ternak, karena di dalam fitobiotik mengandung zat antibakteri yang mampu mengontrol mikroorganisme di dalam saluran pencernaan unggas dan mampu meningkatkan kegiatan metabolisme dalam tubuh, khususnya saluran pencernaan (Fadhiila, dkk., 2022).

Pemberian fitobiotik juga mendukung peraturan pemerintah mengenai pelarangan dan pembatasan penggunaan antibiotik karena dikhawatirkan akan menimbulkan residu antibiotik yang dapat menyebabkan resisten terhadap bakteri sehingga membahayakan ternak dan berdampak buruk bagi kesehatan manusia

yang mengkonsumsi hasil produk peternakan. Sesuai aturan Menteri Pertanian No.14/PERMENTAN/PK.350/5/2017 yang melarang dalam menggunakan antibiotic sebagai growth promotor. Melalui peraturan tersebut, membuat para peternak harus menemukan alternatif lain untuk menggantikan antibiotik, yang lebih ramah lingkungan dan tidak berbahaya baik bagi hewan ternak maupun bagi manusia yang mengkonsumsi hasil produk peternakan.

Di Indonesia potensi bahan baku untuk pembuatan fitobiotik sangat beragam, salah satunya adalah kulit bawang bombay. Kulit bawang bombay merupakan limbah pasar yang ketersediaanya melimpah, kulit bawang bombay yang biasanya hanya menjadi limbah dapat dimanfaatkan sebagai bahan fitobiotik yang memiliki banyak manfaat dan kaya nutrisi. Kulit bawang bombay mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, alkaloid, dan tanin. Senyawa-senyawa ini berperan sebagai antibakteri dengan cara merusak dinding sel bakteri dan menghambat pertumbuhan bakteri berbahaya, sehingga membantu sistem pencernaan dalam menyerap nutrisi secara optimal dan meningkatkan efisiensi pakan. Kandungan flavonoid yang ada dalam bawang bombay lebih besar jika dibandingkan dengan kulit bawang putih dan bawang merah (Jannah, *et al.*, 2024). Kulit bawang bombay juga senyawa-senyawa lainnya, menurut Vasilopoulos, *et al.* (2022) kulit bawang bombay juga mengandung senyawa bioaktif fenolik yang berperan sebagai zat antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas, sehingga membantu melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Kandungan senyawa aktif tersebut pada kulit bawang bombay sebesar 19,7-415 mg GAE/g pada fenolik, 10,6 – 183,95 mg QE/g pada flavonoid dan 12,26 – 1779,8 mg/g pada quercetin. Senyawa aktif yang terkandung dalam kulit bawang bombay akan mempengaruhi aktivitas metabolisme pada ayam pedaging sehingga penambahan tepung kulit bawang bombay sebagai fitobiotik akan mempengaruhi persentase organ dalam dan lemak abdominal pada ayam pedaging.

Pembuktian secara ilmiah terhadap kulit bawang bombay perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh kulit bawang bombay dan cara kerja senyawa aktif di dalamnya dalam mempengaruhi persentase organ dalam dan lemak abdominal ayam pedaging.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Peternakan Sumber Sekar di Jalan Raya Apel No.142, Semanding, Sumbersekar, Kec. Dau, Kabupaten Malang. Dilaksanakan pada tanggal 11 Agustus 2025 sampai 15 September 2025 selama 35 hari.

Metode Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 144 ekor ayam broiler strain Lohmann 202 Platinum yang diproduksi oleh PT. Japfa Comfeed Indonesia. Perlakuan yang diberikan adalah pemberian tepung kulit bawang bombay pada pakan ayam pedaging. Pakan yang digunakan adalah pakan komersial AD-1 produksi PT. Japfa Comfeed Indonesia, dimana pakan dengan kandungan nutrisi dapat dilihat pada Tabel 1. Kandang yang digunakan adalah kandang koloni yang diberi sekat menjadi 24 petak, masing-masing petak berisi enam ekor ayam pedaging. Ukuran setiap petak panjang 100 cm x lebar 100 cm. Kandang dilengkapi dengan tempat pakan dan tempat minum. Peralatan lain yang digunakan antara lain lampu, terpal, pemanas, timbangan pakan, *thermometer*, alat kebersihan serta alat semprot desinfektan. Peralatan yang digunakan untuk pengambilan hati dan ginjal adalah timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 g. Kandungan Zat Nutrisi Pakan Basal terdapat pada Tabel 1.

Analisis Data

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode eksperimental. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Masing-masing unit percobaan terdiri dari 6 ekor ayam pedaging dan penempatan unit percobaan dilakukan secara acak. Adapun susunan dari perlakuan penelitian ini sebagai berikut:

P0(-)	= Pakan basal
P0(+)	= Pakan basal + antibiotic zink bacitracin 0,1%
P1	= Pakan basal +0,25% tepung kulit bombay
P2	= Pakan basal +0,5% tepung kulit bombay
P3	= Pakan basal +0,75% tepung kulit bombay
P4	= Pakan basal +1% tepung kulit bombay

Data hasil penelitian kemudian ditabulasi menggunakan *Microsoft Excel* yang selanjutnya dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dari Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila terdapat perbedaan hasil atau perbedaan pengaruh maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan's.

Tabel 1. Kandungan Zat Nutrisi Pakan Basal

Zat Makanan	AD I
Abu (%)	maks. 7,0
LK (%)	3,00-7,00
SK (%)	maks. 5,0
PK (%)	Min. 19,00
Ca (%)	0,90 – 1,20
Phospor (%)	min. 0,50
ME (Kkal/kg)	min. 3000

Sumber: Label pakan PT. Japfa Comfeed Indonesia

Prosedur Penelitian

Tahap Pembuatan Tepung Kulit Bawang Bombay

Prosedur pembuatan tepung kulit bawang bombay:

1. Persiapan kulit bawang bombay
2. Kulit bawang bombay di keringkan menggunakan oven selama tiga hari (72 jam) dengan suhu 50°C hingga kadar air dibawah 10%
3. Dicek nilai susut kulit bawang bombay menggunakan *moisture balance*
4. Dilakukan penggilingan simplisia dengan menggunakan alat giling
5. Diayak dengan menggunakan ayakan *mesh* 230

Pengambilan Data

Sampel diperoleh melalui pemotongan ayam yang telah mencapai usia panen yaitu 35 hari. Penimbangan dilakukan pada tiap ekor ayam per petak untuk mengetahui rata-rata bobotnya. Ayam yang digunakan sebagai sampel merupakan ayam dengan bobot badan yang paling mendekati rata-rata tersebut. Penyembelihan ayam dilakukan dengan prinsip ASUH (Aman, Sehat, Utuh, Halal). Dikeluarkan organ dalam, lalu karkas ditimbang dan dicatat. Organ dalam dipisahkan setiap bagiannya dan ditimbang untuk bagian jantung, hati, limpa dan gizzard. Dibuka dada ayam dan dipisahkan lemak abdominal yang ada pada bagian sekitar otot abdominal. Dihitung persentase organ dalam dengan perbandingan bobot hidup dan persentase lemak abdominal dengan perbandingan berat karkas. Perhitungan persentase bobot organ dalam dan lemak abdominal masing-masing menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Persentase bobot jantung
$$= \frac{\text{Bobot jantung}}{\text{Bobot hidup}} \times 100\%$$
2. Persentase bobot hati
$$= \frac{\text{Bobot hati}}{\text{Bobot hidup}} \times 100\%$$
3. Persentase bobot limpa
$$= \frac{\text{Bobot limpa}}{\text{Bobot hidup}} \times 100\%$$
4. Persentase bobot gizzard
$$= \frac{\text{Bobot gizzard}}{\text{Bobot hidup}} \times 100\%$$
5. Persentase lemak abdominal
$$= \frac{\text{Berat lemak abdominal}}{\text{Berat karkas}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengaruh penambahan tepung kulit bawang bombay terhadap persentase bobot organ dalam (jantung, hati, limpa, dan gizzard) serta persentase lemak abdominal ayam pedaging pada penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Tepung Kulit Bawang Bombay Terhadap Persentase Bobot Jantung, Hati, Limpa, Gizzard dan Lemak Abdominal

Variabel	P0(-)	P0(+)	P1	P2	P3	P4
Hati (%)	2,327±0,337 ^a	2,095±0,273 ^a	1,860±0,302 ^a	1,962±0,201 ^a	1,913±0,087 ^a	2,062±0,169 ^a
Jantung (%)	0,439±0,070 ^a	0,499±0,054 ^a	0,449±0,029 ^a	0,531±0,093 ^a	0,517±0,131	0,471±0,032
Limpa (%)	0,310±0,035	0,107±0,025	0,124±0,025	0,138±0,043	0,099±0,023	0,119±0,014
Gizzard (%)	1,643±0,074	1,675±0,115	1,820±0,067	1,770±0,326	1,981±0,136	1,810±0,124
Lemak Abdominal (%)	2,202±0,474	1,862±0,374	1,714±0,457	1,997±0,273	2,127±0,457	1,594±0,431

Persentase Bobot Hati

Hati adalah organ vital pada ayam pedaging yang berfungsi sebagai pusat metabolisme karbohidrat, protein dan lemak, serta detoksifikasi, dan penyimpanan nutrisi. Hati adalah organ terbesar yang ada pada unggas dan memiliki beberapa fungsi untuk sekresi empedu, mengemulsi lemak, menetralkan racun, dan menyimpan energi. Menurut Cassina, et al. (2014) Hati juga berperan untuk pusat glukoneogenesis dan glikogenesis, dimana ketika ayam sedang dalam keadaan stress, hati akan meningkatkan produksi glukosa melalui oksidasi asam amino. Glikogen disimpan terutama di hati dengan aktivitas tertinggi dibandingkan jaringan lain.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bobot relatif sebesar 1,86% hingga 2,32%. Perlakuan kontrol (P0(-)) dan P2 memiliki persentase bobot hati yang relatif yang lebih tinggi, dan P3 memiliki persentase bobot hati terendah. Standar persentase bobot hati berkisar 1,7-2,8% (Hafsan, et al., 2021), yang berarti pada penelitian ini bobot hati berada pada kisaran normal. Penambahan tepung kulit bawang bombay pada pakan ayam tidak merusak atau berdampak negatif terhadap hati ayam. Hasil analisis data ANOVA dari persentase bobot hati menunjukkan perlakuan pada berbagai level tidak memberikan pengaruh nyata terhadap persentase bobot hati ($P>0,05$).

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa persentase bobot hati menurun secara signifikan pada P1 (1,86%) jika dibandingkan dengan kontrol negatif P0(-) (2,32%) dan kontrol positif P0(+) (2,09%), yang menunjukkan bahwa flavonoid yang ada dalam kulit bawang bombay mampu mengurangi beban metabolisme hati. Menurut Tan, et al. (2022) flavonoid dapat menghambat sintesis asam lemak dan meningkatkan proses β -oksidasi, sehingga mengurangi akumulasi lemak di hati. Efek antioksidan dan anti-inflamasi dari flavonoid juga membantu melindungi jaringan hati dari kerusakan akibat stres oksidatif, yang berkontribusi pada penurunan bobot hati ayam. Penurunan bobot hati pada P1 masih berada pada rentang normal yang menunjukkan bahwa tidak ada cekaman panas yang terjadi.

Persentase Bobot Jantung

Jantung merupakan organ untuk memompa darah ke seluruh tubuh, lalu menampungnya kembali, jantung berperan dalam sistem transportasi dan sirkulasi dalam tubuh. Sisa metabolisme juga disalurkan oleh jantung dari jaringan menuju organ ekresi. Jantung sangat rentan terhadap racun dan zat antinutrisi yang terdapat pada pakan ternak. Racun dan antinutrisi yang ada dalam pakan ternak dapat menurunkan bobot jantung, merusak jaringan jantung dan mengganggu sirkulasi yang ada dalam tubuh ayam. Pada penelitian ini persentase bobot relatif jantung berkisar antara 0,43% hingga 0,53%, dengan perlakuan kontrol (P0(-)) memiliki persentase bobot jantung yang paling kecil sebesar $0,439\pm0,070$ dan perlakuan P2 memiliki persentase bobot jantung tertinggi sebesar $0,531\pm0,093$. Standar ukuran normal jantung ayam adalah 0,42% hingga 0,7% dari bobot badan (Putnam, 1991). Pada penelitian ini bobot jantung masih dikategorikan normal. Bobot jantung yang normal menunjukkan bahwa penambahan tepung kulit bawang bombay tidak memberikan pengaruh negatif ayam. Hasil analisis ANOVA data persentase bobot jantung menunjukkan penambahan tepung kulit bawang bombay dalam berbagai perlakuan tidak memiliki efek yang nyata terhadap persentase bobot jantung ($P>0,05$).

Pada penelitian ini perlakuan P2 menunjukkan hasil yang paling baik terhadap persentase bobot jantung ayam pedaging. Penambahan tepung kulit bawang bombay 0,50% menunjukkan persentase jantung broiler paling besar yang mencerminkan lancarnya peredaran darah di dalam tubuh broiler akan tetapi persentase bobot jantung masih berada dalam taraf normal. Pembesaran ukuran jantung disebabkan oleh terjadinya *hypertrophy* yaitu penebalan otot jantung dan pembesaran inti sel. *Hypertrophy* jantung terjadi sebagai respon adaptif peningkatan beban kerja jantung, akibat pertumbuhan bobot badan ayam yang terlalu pesat. *Hypertrophy* jantung juga dapat menyebabkan kerusakan otot jantung, gangguan pada fungsi jantung dan peningkatan enzim kreatin kinase yang menjadi indikator kerusakan jantung (Itoh, et al. 1996).

Persentase Bobot Limpa

Limpa adalah organ yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh atau imunitas. Limpa bekerja dengan memproduksi sel limfosit untuk pertahanan tubuh saat terjadi infeksi pada ayam. Ukuran limpa yang optimal berada dalam kisaran normal, sedangkan pembesaran dan pengecilan limpa dapat mengindikasikan gangguan kesehatan atau respon karena terjadi infeksi. Limpa pada ayam tidak memiliki zona marginal, terdiri dari tiga bagian yaitu, yaitu *periarteriolar lymphocyte sheaths* (PALS), *peri-ellipsoid lymphocyte sheaths* (PELS) dan folikel (Aktar, et al., 2023).

Pada penelitian ini persentase bobot relatif limpa berkisar antara 0,09% hingga 0,13%. Perlakuan kontrol negatif P0(-) mencatat persentase bobot limpa sebesar $0,130\pm0,035$ yang serupa dengan P3 ($0,138\pm0,043$). Persentase bobot limpa terendah pada perlakuan P3 sebesar $0,099\pm0,022$. Hasil analisis ANOVA dari persentase bobot limpa menunjukkan penambahan tepung kulit bawang bombay dalam pakan tidak memberikan efek yang signifikan terhadap persentase bobot limpa ($P>0,05$).

Menurut Putnam (1991) dalam penelitiannya menemukan bahwa persentase bobot limpa sebesar 0,18%-0,23%. Penelitian lain menemukan bahwa persentase bobot normal limpa berkisar 0,11% dari bobot badan (Sihombing, dkk., 2024). Pada penelitian ini persentase bobot limpa masih beradan dalam kisaran

normal. Pada perlakuan P3 dan kontrol positif P0(+) persentase bobot limpa ditemukan yang paling rendah yaitu sebesar $0,099 \pm 0,022$ dan $0,107$, angka tersebut berada dibawah standar yang menunjukkan berkurangnya aktivitas imun, hal ini sesuai dengan Al-Khairi, et al. (2022) yang menyatakan bahwa senyawa zat aktif seperti flavonoid dapat mengurangi infeksi subklinis dan membunuh bakteri dan virus, sehingga mengurangi hypertrophy pada limpa.

Persentase Bobot Gizzard

Gizzard adalah organ pencernaan yang berotot dan tersusun dari otot-otot tebal yang tersusun simetris dan menghasilkan gaya memutar untuk menghancurkan makanan secara mekanis. Gizzard berfungsi untuk mengurangi ukuran partikel pakan melalui kontraksi otot-otot tebal yang bergesekan dengan lapisan koilin yang keras. Gizzard tidak hanya berfungsi untuk pencernaan mekanis, tetapi juga berfungsi dalam degradasi kimia nutrisi, proses yang terjadi akibat lingkungan di dalam gizzard bersifat asam yang dapat membantu memecah komponen makanan secara kimiawi.

Data dari Tabel 2. menunjukkan persentase bobot relatif gizzard adalah sebesar 1,64% hingga 1,98%. Perlakuan kontrol negatif P0(-) memiliki persentase bobot yang paling rendah sebesar $1,643 \pm 0,074$, sedangkan persentase bobot gizzard terbesar pada perlakuan P3 yaitu sebesar $1,981 \pm 0,136$. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa penambahan tepung kulit bawang bombay pada pakan tidak berpengaruh secara nyata ($P > 0,05$) terhadap persentase bobot gizzard. Hal tersebut sesuai dengan Lutfan, et al. (2022) dimana dalam penelitiannya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada kelompok perlakuan jika dibandingkan dengan kelompok kontrol, hal ini mengindikasikan bahwa flavonoid tidak memberikan efek negatif terhadap organ dalam.

Kenaikan persentase bobot gizzard yang diamati pada kelompok kontrol positif P0(+) sebesar $1,675 \pm 0,115$ dan yang paling besar pada perlakuan P3 yaitu sebesar $1,981 \pm 0,136$. Persentase bobot gizzard normal berkisar antara 1,7% hingga 2,25% (Triani, et al., 2021). Pada penelitian ini persentase bobot gizzard dengan perlakuan berada dalam kisaran normal yang menunjukkan bahwa penambahan tepung kulit bawang bombay mampu mengoptimalkan kinerja organ dalam ayam pedaging. Serat yang ada pada kulit bawang bombay dapat memicu kinerja gizzard sehingga dapat memperbesar ukuran gizzard untuk lebih banyak bekerja dalam memproses serat, hal tersebut didukung oleh penelitian Maswatu, dkk. (2020) dalam penelitiannya persentase bobot gizzard bertambah pada pemberian perlakuan dibandingkan oleh kontrol, disebabkan serat yang ada pada buah merah memacu gizzard untuk lebih banyak bekerja secara fisiologi dalam proses mencerna serat baik secara mekanik atau enzimatis. Perlakuan kontrol negatif P0(-) dan kontrol positif P0(+) memiliki persentase bobot gizzard dibawah ukuran normal yang disebabkan efek antibiotik dapat mengurangi beban kerja gizzard sehingga menyebabkan penurunan bobot gizzard.

Persentase Lemak Abdominal

Hasil analisis ANOVA data persentase lemak abdominal menunjukkan bahwa penambahan tepung kulit bawang bombay pada pakan tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap persentase lemak abdominal ayam pedaging. Rataan persentase lemak abdominal pada penelitian ini berkisar antara 1,59% hingga 2,20%. Pada penelitian Siswantoro, dkk. (2021) dengan perlakuan penambahan bawang putih ditemukan bahwa persentase lemak abdominal sebesar 1,50% hingga 1,78%, pada penelitian ini ditemukan hasil yang lebih tinggi pada beberapa level perlakuan.

Pada perlakuan P3 persentase lemak abdominal menunjukkan angka paling kecil dan lebih baik jika dibandingkan dengan kontrol positif P0(+). Pada level perlakuan 0,75% dapat memberikan hasil yang efektif untuk menurunkan persentase lemak abdominal. Flavonoid yang ada pada kulit bawang bombay dapat menghambat deposisi jaringan adiposa melalui penghambatan transportasi asam lemak. Flavonoid juga mampu mengurangi sintesis asam lemak dan menghambat penyerapan kolesterol endogen dan eksogen, sehingga dapat menurunkan persentase lemak abdominal pada ayam pedaging (Setyaningrum and Siregar, 2021).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap persentase bobot organ dalam (jantung, hati, gizzard dan limpa), yang berarti bahwa tepung kulit bawang bombay tidak memberikan pengaruh negatif terhadap ayam pedaging. Perlakuan juga tidak memberikan pengaruh nyata terhadap persentase lemak abdominal, akan tetapi pada perlakuan P3 dicatat persentase lemak abdominal paling rendah. Tepung kulit bawang bombay dapat digunakan sebagai aditif pakan dengan kadar 1% untuk menurunkan persentase lemak abdominal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BIMA kemdiknasintek yang telah membiayai dan memfasilitasi serta menyediakan materi penelitian, kepada Ibu Dr. Adelina Ari Hamiyanti, S.Pt., MP. dan Bapak Prof. Ir. Osfar Sjojan, M. Sc., IPU., ASEAN Eng. Atas bimbingannya dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktar, S., Aesha, M., Islam, M.M. and Gofur, M.R. 2023. Post-Hatch Age Related Development of Spleen of Broiler Chicken: A Biometric and Histomorphometric View. *Asian J. Biol. Sci.* 16(4): 514-521. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajbs.2023.514.521>
- Allama, H., Sjojan, O., Widodo, E., dan Prayogi, H. S. (2012). Pengaruh penggunaan tepung ulat kandang (*Alphitobius diaperinus*) dalam pakan terhadap penampilan produksi ayam pedaging. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 22(3), 1-8. <https://jiip.ub.ac.id/index.php/jiip/article/view/116>
- Al-Khayri, J.M., Sahana, G.R., Nagella, P., Joseph, B.V., Alessa, F.M. and Al-Mssallem, M.Q., 2022. Flavonoids as potential anti-inflammatory molecules: A review. *Molecules*, 27(9): 1-24. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27092901>
- Amin, S.P., Nahrowi dan Jayanegara, A. 2023. Evaluasi kualitas pakan terhadap indeks performa ayam ras pedaging di Sulawesi Selatan. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan*. 5(2): 51-63. DOI: <https://doi.org/10.24198/jnttip.v5i2.46766>
- Fadhiila, M., Tugiyanti, E., dan Susanti, E. 2022. Pengaruh Pemberian Feed Additive Sebagai Pengganti Antibiotik Terhadap Bobot Relatif Hati Dan Ginjal Ayam Broiler. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak Dan Tanaman*. 10(2): 51-58. DOI: <https://doi.org/10.30598/ajitt.2022.10.2.51-58>
- Giménez-Cassina, A., Garcia-Haro, L., Choi, C.S., Osundiji, M.A., Lane, E.A., Huang, H., Yildirim, M.A., Szlyk, B., Fisher, J.K., Polak, K. and Patton, E. 2014. Regulation of hepatic energy metabolism and gluconeogenesis by BAD. *Cell metabolism*. 19(2): 272-284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.12.001>
- Itoh, N., Moritsu, Y., Taniyama, H. and Ichikawa, S., 1997. Correlation between heart muscle damage and high-nutrient feed in broiler chickens. *Journal of veterinary medical science*, 59(3), pp.209-211. DOI: <https://doi.org/10.1292/jvms.59.209>
- Maswatu, A., Timur, N.P.V.T., dan Purwanta. 2020. Pengaruh Pemberian Fitobiotik Minyak Buah Merah dengan Teknologi Nanoenkapsulasi terhadap Ukuran Organ Dalam Broiler di KSTM Hidayattullah Kabupaten Manokwari. In *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*. 1(1): 157-166. DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v1i1.135>
- Nurul Jannah, S., Edhy Sudjarwo, dan Osfar Sjojan. 2024. Evaluation of Onion Peel as Feed Additive on Performance Production Broiler *ANIMAL PRODUCTION*, 26(2): 137-143. DOI: <https://doi.org/10.20884/1.jap.2024.26.2.279>
- Putnam, P. A. 1991. Hand book of Animal Science. San Diego, California: Academic Press.
- Setyaningrum, S. and Siregar, D., 2021. Live Body Weight, Carcass and Abdominal Fat Percentage of Broiler Chicken Affected by Herbal Drink. *International Journal of Advanced Research*. 9(4): 348-352. DOI: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/12693>
- Sihombing, S.N., Malvin, T., Fati, N. dan Nilawati, N. 2024. Pengaruh Penambahan Infusa Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*) dalam Air Minum terhadap Organ Hati, Jantung, Limpa dan Usus: The Effect of Adding Pandan Wangi Leaf Infusion (*Pandanus amaryllifolius*) in Drinking Water on the Liver, Heart, Spleen and Intestines. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. 27(2): 164-176. DOI: <https://doi.org/10.22437/jiip.v27i2.35809>
- Siswanto, D., Prasetyo, A. F., dan Kusuma, S. B. (2021). Efektivitas Fitobiotik Bawang Putih Terfermentasi terhadap Produktivitas Ayam Broiler. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 23(1): 74–81. DOI: <https://doi.org/10.25077/jpi.23.1.74-81.2021>
- Tan, Z., Halter, B., Liu, D., Gilbert, E.R. and Cline, M.A. 2022. Dietary flavonoids as modulators of lipid metabolism in poultry. *Frontiers in Physiology*, 13: 1-17. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.863860>
- Triani, H. D., Jamarun, N., Komala, R., dan Resmaita. 2021. Effect of Herbal Feed additive on Weight of Internal Organ, Abdominal Fat and Carcass of Broiler Chickens. *Journal of Research in Agriculture and Animal Science*. 8(12): 23-27. <http://www.questjournals.org/>
- Vasilopoulos, S., Dokou, S., Papadopoulos, G.A., Savvidou, S., Christaki, S., Kyriakoudi, A., Dotas, V., Tsiouris, V., Bonos, E., Skoufos, I. and Mourtzinis, I. 2022. Dietary supplementation with pomegranate and onion aqueous and cyclodextrin encapsulated extracts affects broiler performance parameters, welfare and meat characteristics. *Poultry*. 1(2): 74-93. DOI: <https://doi.org/10.3390/poultry1020008>

PENAPISAN SENYAWA FITOKIMIA DAUN, BATANG DAN KULIT KAYU *Senna multijuga* DENGAN BERBAGAI JENIS PELARUT SERTA EFIKASINYA TERHADAP LARVA KUMBANG TANDUK (*Oryctes rhinoceros*)

Phytochemical Screening of Senna multijuga Leaves, Stems, and Bark Using Various Solvents and Their Efficacy Against Horned Beetle Larvae (Oryctes rhinoceros)

Nova Tribuyana^{1*}, Gempur Irawan Supena Putra², dan Muharnawan Jumadi³

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tridinanti, Palembang, Indonesia

²Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University, Indonesia

³Divisi Penelitian dan Pengembangan PT. Agrinas Palma Nusantara (Persero), Jakarta Indonesia

*Email: nova@univ-tridinanti.ac.id

ABSTRACT

Fabaceae plants (Senna Sp.) are thought to have potential as botanical insecticides against rhinoceros beetles (Oryctes rhinoceros). However, information regarding their phytochemical content and biological activity is still limited. The first objective of this study was to identify the phytochemical compound content in all parts of the Senna multijuga plant, including leaves, stems, and bark. And the second objective was to determine the biological activity of various S. multijuga extracts against instar III larvae of O. rhinoceros. This study was divided into two main parts: screening of phytochemical compounds and testing the efficacy of each extract against O. rhinoceros larvae. The screening of phytochemical compounds used the Harborne color test method. Meanwhile, the efficacy testing of the extracts was carried out in vitro. This study was conducted experimentally using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 5 treatments, each treatment repeated 3 times to obtain 15 experimental units. The treatment given was leaf extract with four different solvents, namely water, 96% ethanol (polar), ethyl acetate (semi-polar), and N-Hexane (non-polar), as well as a control (Aquades). The results showed that the ethanol and N-hexane extracts of S. multijuga leaves positively contained alkaloid and flavonoid compounds. Meanwhile, the ethyl acetate leaf extract was only positive for alkaloid compounds. The results of the efficacy test showed that the N-Hexane extract of Senna Sp. leaves with a concentration of 5% had higher toxicity activity against the mortality of instar III O. rhinoceros larvae compared to other treatments.

Keywords : Extraction, Phytochemistry, Maceration, *O. rhinoceros*, *Senna multijuga*

PENDAHULUAN

Kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) merupakan salah satu hama utama pada berbagai tanaman perkebunan terutama kelapa sawit (Fauzana *et al.*, 2019). Hama ini dapat sangat invasif karena adanya bahan organik seperti limbah tandan kosong yang dijadikan sebagai tempat berkembang biak dan makanan larva yang menyebabkan hama ini pada fase imago akan menyerang pada tanaman kelapa sawit. Serangan kumbang *O. rhinoceros* pada perkebunan kelapa sawit dapat menurunkan hasil sebesar 60% pada saat panen pertama dan menyebabkan kematian sebesar 25% pada tanaman belum menghasilkan. Tingginya potensi serangan hama yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman tentunya dapat berdampak pada penurunan tingkat produksi kelapa sawit.

Pengendalian serangan hama *O. rhinoceros* hingga saat ini dapat dilakukan secara kimiawi dengan beberapa jenis insektisida seperti deltemetrin, lamda sihalotrin, sipermetrin dan asefat. Upaya pengendalian juga telah dilakukan secara mekanis seperti mengumpulkan dan memungut larva-larva *O. rhinoceros*, serta penggunaan trap feromon (Hohenadel *et al.*, 2011) (Rini *et al.*, 2020). Selain itu, dalam upaya mengurangi penggunaan bahan kimia, dapat memanfaatkan musuh alami, seperti cendawan entomopatogen, serangga predator, maupun parasitoid yang telah tersedia di alam serta ekstrak tanaman tertentu (Trizelia *et al.*, 2011). Upaya alternatif pengendalian hama *O. rhinoceros* dengan ekstrak tanaman tertentu merupakan upaya nyata dalam upaya mengurangi penggunaan bahan kimia. Penggunaan insektisida memiliki beberapa kelebihan seperti mudah terurai di alam, relatif aman terhadap organisme bukan sasaran, komponen ekstrak dapat bersifat sinergis, resistensi hama tidak cepat terjadi, dapat dipadukan dengan komponen pengendalian hama terpadu.

Tanaman Fabaceae (*Senna* Sp.) diduga memiliki potensi sebagai insektisida nabati terhadap kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) (Wandri *et al.* 2024). Namun, informasi terkait kandungan fitokimia serta aktivitas biologisnya masih terbatas. sehingga perlu dilakukan penapisan fitokimia yang bertujuan untuk mengetahui golongan senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman tersebut, yang biasanya memiliki aktivitas biologis. Identifikasi senyawa fitokimia dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti uji reaksi warna (Morsy *et al.* 2014), uji Kromatografi Lapis Tipis (Sonam *et al.* 2017), LC-MS dan GC-MS (Yilmaz *et al.* 2018). Namun metode yang paling mudah dan cepat yang dapat digunakan adalah uji reaksi warna. Kegiatan skrining atau penapisan tersebut dapat meningkatkan informasi terkait kandungan senyawa fitokimia tanaman untuk pengembangan industri kimia khususnya biopestisida.

Tahapan awal penapisan senyawa fitokimia dapat dilakukan dimulai dengan tahapan ekstraksi menggunakan berbagai jenis pelarut yang dapat melarutkan senyawa-senyawa yang bersifat, polar, semipolar, dan nonpolar sesuai dengan golongannya. Ekstraksi tersebut merupakan proses penyarian zat-zat aktif dari suatu bagian tanaman yang diduga memiliki efek biologis. Adapun tujuan utama dari ekstraksi yaitu untuk menarik komponen kimia yang terdapat dalam simplisia. Salah satu proses ekstraksi paling sederhana yaitu maserasi. Prinsip maserasi yaitu penyarian zat aktif yang dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari yang sesuai selama tiga hari pada temperatur kamar terlindung dari cahaya, cairan penyari akan masuk ke dalam sel melewati dinding sel. Isi sel akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam sel dengan di luar sel. Larutan yang konsentrasinya tinggi akan terdesak keluar dan diganti oleh cairan penyari dengan konsentrasi rendah (proses difusi). Pada penelitian ini digunakan pelarut air, etanol 96% (polar), Etil asetat (semi polar) dan N-Heksana (Nonpolar). Hasil ekstraksi tersebut selanjutnya akan diuji efikasinya terhadap larva *O. rhinoceros* secara in-vitro.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sprayer, gelas ukur, tabung reaksi, pipet volume, labu ukur, rotary evaporator, timbangan digital, blender, stopwatch, corong, kotak uji dan botol kaca.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas saring, plastik anti panas, daun, batang dan kulit kayu tanaman *Senna multijuga* tua dan digunakan pada bagian batang, tandan kosong yang matang, pelarut (n-heksan, etil asetat dan metanol), aquades, alumunium foil, HCL 2 N, pereaksi Liebermann-Buchard, pereaksi Dragendorff, pereaksi FeCl_3 , CHCl_3 , pereaksi meyer, serta hama uji Larva *O. rhinoceros* instar III.

Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan utama yaitu penapisan senyawa fitokimia dan uji efikasi ekstrak terhadap larva *O. rhinoceros*. Penapisan senyawa fitokimia menggunakan metode Harbone. Sementara pengujian efikasi ekstrak dilakukan secara in-vitro.

Penapisan senyawa fitokimia tanaman *Senna multijuga*

Preparasi sampel

Sampel yang akan dibuat simplisia difoto sebagai data gambar kemudian 1 kg sampel segar dipisahkan dari kotoran atau bahan-bahan asing dan dicuci. Sampel dirajang melintang kecil-kecil kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 40-50°C selama 2-3 hari hingga kadar air berkurang agar bahan yang diperoleh tidak mudah rusak kemudian sampel sampel yang sudah kering dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ukuran 100 mesh. Simplisia yang diperoleh dibungkus lalu ditimbang dan difoto sebagai data gambar. Simplisia disimpan untuk pengujian selanjutnya pada suhu ruang dan susut sampel dihitung.

Analisis Mutu Simplisia

Penentuan Kadar air. Cawan porselin dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Bobot kosong cawan kemudian ditimbang. Simplisia sebanyak 2g dimasukkan ke dalam cawan dan dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Prosedur dilakukan sebanyak tiga kali (triplo).

Penentuan Kadar abu. Pengujian kadar abu dilakukan dengan menyiapkan cawan porselen untuk melakukan pengabuan kemudian cawan porselen dikeringkan dalam oven selama 15 menit lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga berat konstan (A). Sampel ditimbang sebanyak ± 3 gram di dalam cawan yang telah dikeringkan (B) kemudian dibakar dalam ruang asap hingga tidak mengeluarkan asap lagi. Selanjutnya dilakukan pengabuan menggunakan tanur listrik pada suhu 400-600°C selama 4-6 jam hingga

terbentuk abu berwarna putih atau memiliki berat konstan. Abu yang terbentuk di dalam cawan didinginkan dalam desikator lalu ditimbang.

Pengujian Organoleptik. Paramater pengujian organoleptik simplisia berupa warna serta bau.

Ekstraksi

Simplisia sebanyak 20 g dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer dan ditambahkan 200 ml pelarut (1:10 b/v) sesuai dengan jenis polaritasnya (air, etanol 96%, etil asetat dan N-Heksana). Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan diletakkan pada *shaker* dengan kecepatan 250 rpm selama 24 jam. Selanjutnya, erlenmeyer tersebut disimpan ditempat gelap pada suhu ruang. Ekstrak disaring dengan kertas saring dan filtrat ditempatkan dalam labu rotatif. Filtrat dipekatkan dengan *rotatory evaporatory* pada suhu berkisar 50-80°C. Apabila ekstrak telah berbentuk pasta maka *rotatory evaporatory* dimatikan dan dipindahkan ke dalam cawan petri kosong yang telah ditimbang. Cawan dan ekstrak kemudian ditimbang untuk menghitung % rendemen ekstrak.

Pengujian Fitokimia

Alkaloid. Ekstrak sebanyak 0.3 g ditambahkan 1.5 mL kloroform dan 3 tetes amonia. Kemudian fraksi amonia diasamkan dengan 2 tetes asam sulfat dan fraksi asamnya diambil menjadi tiga bagian. Setiap bagian ditambahkan masing-masing pereaksi Dragendorff, Meyer, dan Wagner. Hasil positif pada setiap pereaksi ditunjukkan dengan warna endapan merah pada pereaksi Dragendorff, endapan putih pada pereaksi Meyer, dan endapan coklat pada pereaksi Wagner.

Tanin. Ekstrak dilarutkan dalam 10 mL akuades dan dididihkan pada suhu 100°C selama 5 menit. Larutan tersebut sebanyak 3 tetes dipindahkan ke dalam plat tetes lalu ditambahkan 3 tetes FeCl₃ 1%. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna larutan menjadi biru tua atau hijau kehitaman.

Flavonoid. Ekstrak dilarutkan dalam 1.5 mL metanol kemudian dipanaskan pada suhu 50°C selama 5 menit. Larutan sebanyak 5 tetes dipindahkan ke dalam plat tetes kemudian ditambahkan 5 tetes asam sulfat pekat. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna larutan menjadi warna merah.

Saponin. Ekstrak dilarutkan dalam akuades dengan perbandingan 1:10 kemudian tabung dikocok dengan vortex selama 10 menit dan didiamkan selama 15 menit. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang stabil dan tidak hilang dengan penambahan 1 tetes HCL 2N.

Pengujian Efikasi Ekstrak terhadap Larva O. rhinoceros

Pengujian efikasi menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 15 unit percobaan, dan setiap satuan percobaan terdiri dari 10 ekor larva *O. rhinoceros* sehingga diperoleh 150 ekor larva *O. rhinoceros*. Kelompok percobaan sebagai berikut: P1 = Ekstrak air, P2 = Ekstrak etanol, P3 = Ekstrak N-Heksana, P4 = Ekstrak etil asetat dengan semua konsentrasi perlakuan 5%, P5 = Kontrol (Akuades).

Media uji menggunakan fiber steril (500 g) yang disimpan dalam wadah kotak plastik (25 cm X 16 cm x 8 cm). Aplikasi 50 ml larutan uji ekstrak dengan cara disemprotkan pada media fiber/janjang kosong steril secara merata. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 14 hari. Parameter pengamatan pada penelitian ini adalah mortalitas harian dan mortalitas total larva *O. rhinoceros*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Simplisia S. multijuga

Standarisasi mutu simplisia merupakan tahapan penting dalam pengembangan sediaan bahan alam dari tanaman, hal ini bertujuan untuk menjamin aspek dari keamanan dan stabilitas suatu ekstrak dalam hal ini sampel tanaman *S. multijuga*. Parameter mutu simplisia yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, warna dan bau masing-masing jenis simplisia. Hasil standarisasi mutu simplisia *S. multijuga* tersaji pada Tabel 1. Penentuan kadar air dilakukan untuk mengetahui seberapa tinggi kadar air yang terdapat dalam sampel. Kadar air yang terlalu tinggi sampel tentu memiliki perlakuan berupa penyimpanan sampel agar tidak mudah busuk.

Penentuan kadar air dilakukan dengan mengeringkan cawan porselin ke dalam oven pada suhu 105°C untuk menghilangkan air dan lemak yang terdapat pada cawan. Pengeringan simplisia didalam oven yang suhunya 105°C bertujuan menguapkan molekul-molekul air dalam bahan dan lemak-lemak yang menempel pada cawan porselin sehingga didapatkan bobot kering bahan. Hal tersebut berkaitan dengan peningkatan kadar asam lemak bebas pada suhu 70°C (Indarti 2007). Penguapan tersebut disebabkan adanya perbedaan tekanan uap antara air pada bahan dengan uap air di udara. Tekanan uap air dalam bahan umumnya lebih tinggi dibandingkan tekanan uap air di udara sehingga terjadi perpindahan massa air dari bahan ke udara (Zuhra *et al.* 2012). Sampel dimasukkan ke dalam desikator untuk proses pendinginan sampel

agar bobotnya konstan atau stabil setelah perlakuan berupa pemanasan sampel dalam oven pada suhu 105°C. Sampel yang dimasukkan ke dalam desikator juga bertujuan mencegah terjadinya penyerapan uap air dari udara (Irianty & Komalasari 2013). Kadar air tertinggi terdapat pada sampel simplisia daun sebesar 14,59% sementara kadar air terendah yaitu sampel simplisia kulit batang sebesar 7,19%.

Tabel 1. Mutu simplisia daun, batang dan kulit batang *Senna multijuga*

Jenis Simplisia	Parameter			
	Kadar Air	Kadar Abu	Warna	Bau
Daun	14,59	4,45	Hijau	Khas
Batang	11,08	3,98	Putih tulang	Khas
Kulit Batang	7,19	3,16	Merah tua	Khas

Penentuan kadar abu bertujuan untuk memberikan gambaran jumlah total abu yang di dapat dan material yang tersisa setelah pemijaran dalam suhu tinggi $\pm 600^{\circ}\text{C}$ (Indrasuari. 2014). Pada suhu tersebut senyawa organik dan turunannya akan terinduksi dan menguap sehingga tinggal unsur mineral dan anorganik saja yang tersisa karena titik uap mineral (natrium, kalium, kalsium, fosfor). Kadar abu tertinggi terdapat pada sampel simplisia daun sebesar 4,45% sementara kadar air terendah yaitu sampel simplisia kulit batang sebesar 3,16% Uji organoleptik pada dalam menilai mutu simplisia tanaman *S. multijuga* meliputi pengamatan warna dan bau. Daun berwarna hijau, batang berwarna putih tulang dan kulit batang berwarna merah tua.

Kandungan Fitokimia *S. multijuga*

Pengujian fitokimia bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak bagian tanaman *S. multijuga* sesuai dengan pelarut yang digunakan. Hal ini merupakan Langkah pendahuluan dalam untuk mengetahui jenis komponen bioaktif yang terkandung sehingga dapat dimanfaatkan lebih lanjut. Pengujian secara kualitatif dilakukan untuk membuktikan keberadaan senyawa kimia tertentu yang dapat dideteksi dalam sampel. Metode uji berdasarkan perubahan warna atau terbentuknya endapan sebagai respon atas pereaksi tertentu (Harborne 1987). Hasil identifikasi menunjukan bahwa ekstrak etanol dan N-Heksana daun *S. multijuga*. positif mengandung senyawa golongan alkaloid dan flavonoid. Sementara itu, ekstrak daun etil asetat hanya positif untuk senyawa golongan alkaloid (Tabel 2).

Kelompok alkaloid merupakan senyawa yang memiliki kemampuan untuk menghentikan reaksi rantai radikal bebas secara efisien. Prinsip uji senyawa golongan alkaloid yaitu adanya reaksi antara senyawa golongan alkaloid dengan pereaksi Meyer hingga menimbulkan endapan putih setelah ditambahkan pereaksi Meyer. Uji tersebut juga dapat dilakukan dengan menggunakan pereaksi wagner yang ketika bereaksi dengan alkaloid akan membentuk endapan warna coklat. Uji alkaloid dengan pereaksi Dragendorff akan membentuk endapan berwarna jingga (Molulana *et al.* 2012).

Flavonoid merupakan senyawa yang memiliki sifat antioksidan karena kemampuannya untuk mentransfer sebuah elektron ke senyawa radikal bebas dan juga membentuk kompleks logam. Mekanisme tersebut dapat menghambat peroksidasi lipid, menekan kerusakan jaringan tubuh dan menghambat aktivitas beberapa enzim. Prinsip uji flavonoid yaitu berdasarkan reaksi antara senyawa flavonoid dengan beberapa tetes HCl pekat dan bubuk magnesium yang menimbulkan warna merah tua (Marlinda *et al.* 2012). Warna merah tua disebabkan terbentuknya garam flavium.

Tabel 2. Kandungan fitokimia ekstrak daun, batang dan kulit batang *S. multijuga*

Jenis Pelarut	Jenis Sampel	Golongan Senyawa			
		Alkaloid	Flavonoid	Tanin	Saponin
Air	Daun	-	-	-	-
	Batang	-	-	-	-
	Kulit Batang	-	-	-	-
N-Heksana	Daun	++	+	-	-
	Batang	-	-	-	-
	Kulit Batang	-	-	-	-
Etanol	Daun	+	+	-	-
	Batang	-	-	-	-
	Kulit Batang	-	-	-	-
	Daun	+	-	-	-

Etil- Asetat	Batang	-	-	-	-
	Kulit Batang	-	-	-	-

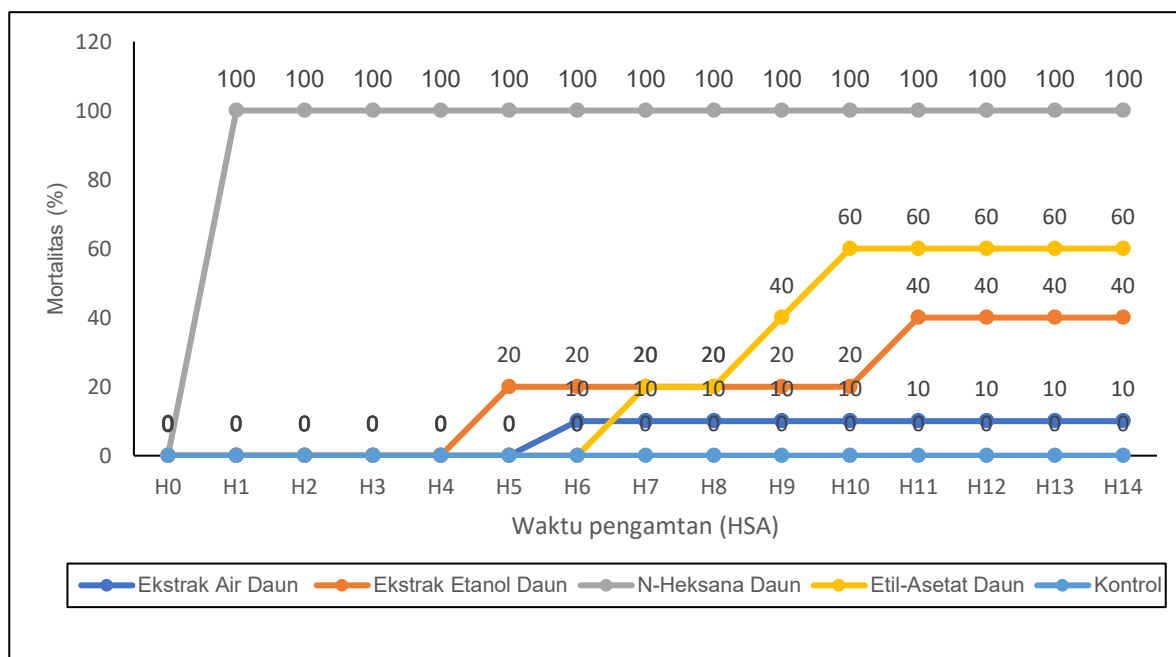
Keterangan: + = terdapat senyawa yang diuji
 - = tidak terdapat senyawa yang diuji

Mortalitas Larva *O. rhinoceros*

Pengujian efikasi beberapa ekstrak *S. multijuga* diukur melalui tingkat mortalitas harian larva *O. rhinoceros* selama 14 hari pengamatan dengan konsentrasi ekstrak sebesar 5% untuk semua perlakuan. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan perbedaan perlakuan jenis pelarut pada ekstrak memberikan hasil yang berbeda pada tingkat mortalitasnya. Pemberian ekstrak N-Heksana daun *S. multijuga* menunjukkan mortalitas tertinggi dengan persentase mortalitas sebesar 100%. Selanjutnya ekstrak etil asetat daun *S. multijuga* dengan persentase mortalitas sebesar 60% dan ekstrak etanol daun *S. multijuga* dengan persentase mortalitas sebesar 40% (Gambar 1).

Mortalitas larva *O. rhinoceros* diduga karena adanya senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak daun *S. multijuga*. Mekanisme kerja senyawa metabolit sekunder dalam menyebabkan mortalitas larva *O. rhinoceros* melibatkan berbagai cara, seperti menjadi racun perut, racun saraf (menyebabkan kelumpuhan), dan bertindak sebagai inhibitor pernafasan. Seperti dibahas sebelumnya berdasarkan identifikasi senyawa fitokimia bahwa ekstrak etanol dan N-Heksana daun *S. multijuga* positif mengandung senyawa golongan alkaloid dan flavonoid. Sementara itu, ekstrak daun etil asetat hanya positif untuk senyawa golongan alkaloid. Senyawa flavonoid dapat juga mengiritasi kulit setelah hama melakukan kontak langsung dengan ekstrak, kemudian senyawa tersebut masuk kedalam tubuh melalui rongga mulut akibat aktivitas makan dan menghambat pembentukan ATP dalam tubuh larva *O. rhinoceros* (Martinus *et.al* 2015).

Selain itu senyawa ini juga bekerja dengan menghambat reseptor perasa pada daerah mulut serangga yang akan mengakibatkan serangga gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga tidak mampu mengenali makanannya, akibatnya serangga mati kelaparan (Yunita *et.al* 2016). Hal ini sesuai dengan pendapat Muaja *et al.* (2013) dan Frengki *et al.* (2014) dan bahwa mekanisme dari senyawa-senyawa golongan flavonoid yaitu sebagai penghambat daya makan larva yaitu dengan bertindak sebagai *stomach poisoning* atau racun perut. Oleh karena itu, apabila senyawa-senyawa tersebut masuk ke dalam tubuh larva maka alat pencernaan dari larva akan terganggu. Senyawa-senyawa tersebut juga akan menghambat reseptor perasa pada daerah mulut larva. Hal tersebut dapat menyebabkan larva akan gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga larva mati kelaparan.



Gambar 1. Mortalitas Harian Larva *O. rhinoceros*

Mortalitas total selama pengamatan tersaji pada tabel 3. Pemberian ekstrak N-Heksana daun *S. multijuga* menunjukkan mortalitas tertinggi dengan persentase mortalitas sebesar 100%. Selanjutnya ekstrak etil asetat daun *S. multijuga* dengan persentase mortalitas sebesar 60% dan ekstrak etanol daun *S. multijuga*

dengan persentase mortalitas sebesar 40%. Sedangkan pemberian ekstrak air daun *S. multijuga* hanya mampu menyebabkan 10% mortalitas terhadap Larva *O. rhinoceros*.

Tabel 3. Mortalitas Total Larva *O. rhinoceros*

Kelompok Perlakuan	Total Mortalitas (%)
Ekstrak Air Daun <i>S. multijuga</i>	10a
Ekstrak Etanol Daun <i>S. multijuga</i>	40b
Ekstrak N-Heksaan Daun <i>S. multijuga</i>	100c
Ekstrak Etil Asetat Daun <i>S. multijuga</i>	60b
Kontrol (Akuades) Daun <i>S. multijuga</i>	0a

Keterangan : Superskrip huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 1%.

KESIMPULAN

Hasil identifikasi senyawa fitokimia bahwa ekstrak etanol dan N-Heksana daun *S. multijuga*. positif mengandung senyawa golongan alkaloid dan flavonoid. Sementara itu, ekstrak etil asetat daun *S. multijuga* hanya positif untuk senyawa golongan alkaloid. Hasil uji efikasi menunjukkan bahwa Ekstrak N-Heksana daun *S. multijuga*. dengan konsentrasi 5% memiliki aktivitas toksisitas yang lebih tinggi terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros* instar III dibandingkan dengan perlakuan lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Yayasan Nasional Pendidikan Tridinanti dan LPPM Universitas Tridinanti Yang telah memberikan pendanaan untuk kegiatan Penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzana, H,Ustadi., 2020. Pertumbuhan larva kumbang tanduk (*O. rhinoceros* L.) pada berbagai media tumbuh tanaman famili Arecaceae. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 17(2):89-96.
- Hohenadel, K., Harris, S. A., McLaughlin, J. R., Spinelli, J. J., Pahwa, P., Dosman, J. A., Demers, P. A., & Blair, A. (2011). Exposure to multiple pesticides and risk of non-Hodgkin lymphoma in men from six Canadian provinces. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(6), 2320–2330.
- Indarti E. 2007. Efek pemanasan terhadap rendemen lemak pada proses pengpresan biji kakao. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 6(2):50-54.
- Indrasuari. 2014. Standarisasi Mutu Simplisia Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana* L.). *Jurnal Farmasi Udayana*.
- Irianty RS, Komalasari. 2013. Ekstraksi daun gambir menggunakan pelarut methanol-air sebagai inhibitor korosi. *Jurnal Teknobiologi*. 4(1): 7-13.
- Marlinda M, Sangi MS, Wuntu AD. 2012. Analisis senyawa metabolit sekunder dan uji toksisitas ekstrak etanol biji buah alpukat (*Persea americana* Mill). *Jurnal MIPA Unsrat Online*. 1(1): 24-28.
- Martinus, B. A. dan Verawati. 2015. Penentuan Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.). *J. Scientia*, 5 (1) : 47-52.
- Muaja AD, Koleangan HSJ, Runtuwene MRJ. 2013. Uji Toksisitas dengan Metode BSLT dan Analisis Kandungan Fitokimia Ekstrak Daun Soyogik (*Saurauia bracteosa* DC) dengan metode soxhletasi. *Jurnal MIPA USRAT Online*. 2(2): 115-118.
- Morsy, N. 2014. Phytochemical analysis of biologically active constituents of medicinal plants. *Main Group Chem*. 13(1): 7-21.
- Sonam, M., Singh, R. P., & Pooja, S. 2017. Phytochemical screening and TLC profiling of various extracts of *Reinwardtia indica*. *Int. J. Pharmacogny Phytochem. Res*. 9(4): 523-527.
- Trizelia, M. Syahrawati, dan A. Mardiah. 2011. Patogenitas Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium Spp.* Terhadap Telur *Spodoptera litura Fabricius* (Lepidoptera: *Noctuidae*). *J. Entomol. Indon*. 8 (1): 45-54.
- Wandri, R.; Alam, S.; Ayundra, S.D.; Apriansa, A.; Asmono, D.; Subeki, S.; Fitriana, Y.; Hasibuan, R.; Suharjo, R. (2024). First Report: *Senna multijuga* Subsp. *multijuga* (Fabales: Fabaceae) as an Attractant and Bioinsecticide for *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Agriculture* 2024, 14, 1477. <https://doi.org/10.3390/agriculture14091477>.
- Yunita, E., N. Suprpti, dan J. Hidayat. 2016. Pengaruh Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Bioma*. 1 (2) : 11-12.

- Yilmaz, M. A., Ertas, A., Yener, I., Akdeniz, M., Cakir, O., Altun, M., & Temel, H. (2018). A comprehensive LC–MS/MS method validation for the quantitative investigation of 37 fingerprint phytochemicals in *Achillea* species: A detailed examination of *A. coarctata* and *A. monocephala*. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 154: 413-424.
- Zuhra, Sofyana, Erlina C. 2012. Pengaruh kondisi operasi alat pengering semprot terhadap kualitas susu bubuk jagung. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 9(1):36-44.

PENGARUH PERBEDAAN TINGKAT LANTAI KANDANG TERBUKA TERHADAP BOBOT PANEN, BOBOT KARKAS, DAN POTONGAN KARKAS AYAM PEDAGING

The Effect of Different Levels of Open House Floor on Final Weight, Carcass Weight, and Carcass Cuts of Broilers

Getha^{1*}, Trisya Agesta Widawati¹, Aleishya Quint Aquilla¹, Adelina Ari Hamiyanti

Program Studi Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia

*E-mail korespondensi: gethaa@student.ub.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of different levels of open house floor on final weight, carcass weight, and percentage of broiler carcass cuts. The method used in this study was experimental. The data obtained were analyzed using a Two-Way Independent Sample T-Test. The material in this study was 150 broilers aged 15 days with two treatments and 15 replicates. Each replicate used 5 broilers. The treatments used were T_1 : First floor and T_2 : Second floor. The results showed that the effect of different levels of open house floor had a significant effect ($P < 0,05$) on final weight but had no significant effect ($P > 0,05$) on carcass weight and carcass cuts of broilers. Final weight of broilers ranged from 2.203,33g to 2.274,35g. Broiler carcass weight ranged from 1.561,6g to 1.603,33g. Broiler breast percentage ranged from 41,39% to 42,68%. The percentage of broiler thighs ranged from 12,9% to 14,94%. The percentage of broiler wings ranged from 9,16% to 9,44%. It can be concluded that the levels of open house floor had a significant effect on final weight but had no significant effect on carcass weight and carcass cuts of broilers.

Keywords : broiler, carcass, final weight, floor level, open house

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki penduduk sejumlah 284.44 juta jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,09% per tahun (BPS, 2025). Pertumbuhan jumlah penduduk setiap tahun memberikan efek pada setiap bidang industri di Indonesia, khususnya industri peternakan. Industri peternakan ayam pedaging merupakan sektor strategis dalam pemenuhan protein hewani yang terjangkau bagi masyarakat. Kebutuhan daging ayam ras pada tahun 2024 sejumlah 3.719.718 ton dengan populasi ayam ras pedaging sebesar 3.148.389 ekor (BPS, 2024). Semakin meningkatnya jumlah penduduk yang diimbangi dengan peningkatan konsumsi protein hewani membuat peternakan ayam pedaging dilirik sebagai usaha yang menjanjikan. Karkas merupakan bagian tubuh ayam yang dijadikan sumber protein hewani bagi masyarakat. Jannah (2020) menyatakan bahwa karkas ayam pedaging menjadi pilihan terbaik masyarakat dalam menunjang kebutuhan protein daging.

Ayam pedaging merupakan ayam ras penghasil daging yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat (Wahyudi dkk., 2020). Ayam pedaging mempunyai sifat yang tenang, pertumbuhan cepat, dan bentuk tubuh yang besar. Pertumbuhan pedaging yang cepat memberikan jangka waktu pemeliharaan yang relatif cepat. Dalam menunjang keberhasilan beternak ayam pedaging, manajemen pemeliharaan dan perkandangan menjadi kunci dalam menghasilkan produksi daging yang optimal. Kandang merupakan struktur atau bangunan yang dirancang untuk tempat berlindung bagi ayam dan mendukung pertumbuhan produktivitas ayam pedaging. Saat ini, mayoritas masyarakat Indonesia masih menerapkan sistem kandang terbuka dalam mendukung pemeliharaan ayam pedaging. Pengguna sistem kandang terbuka dalam peternakan skala kecil-menengah masih mendominasi yaitu sekitar 70%.

Penggunaan sistem kandang terbuka sangat dipengaruhi kondisi iklim mikro pada lingkungan sekitar kandang. Dharmawan (2016) menyatakan bahwa suhu dan kelembapan *close house* pada lantai dasar cenderung lebih panas daripada lantai atas. Hal ini disebabkan karena ventilasi udara yang terbatas dan kondisi *litter* yang langsung bersentuhan dengan tanah. Sistem kandang terbuka bertingkat sangat memengaruhi iklim mikro kandang (Respati *et al.*, 2020). Hal ini sesuai dengan Susanti dkk. (2016) yang menyatakan bahwa unsur iklim mikro kandang terbuka sangat bergantung pada kondisi alam dan lingkungan sekitar. Suhu dan kelembapan yang meningkat akan merugikan unggas dan dapat menekan kinerja pertumbuhan (Idrus *et al.*, 2021). Hal ini sesuai dengan pendapat Saputra dkk. (2020) bahwa kelembapan tinggi akan meningkatkan gas amonia dalam kandang yang memengaruhi kondisi kesehatan ayam, penambahan bobot badan, dan karkas yang dihasilkan.

Kelembaban yang tinggi akan mempengaruhi proses pengeluaran panas dari tubuh ayam menjadi kurang optimal menyebabkan ayam mengurangi konsumsi pakan. Astuti dkk. (2019) menyatakan bahwa stress akan timbul ketika ayam tidak bisa membuang panas dari dalam tubuhnya yang disebabkan tingginya tingkat suhu di dalam kandang. Ramadhani dkk. (2024) menyatakan bahwa suhu yang tidak sesuai akan menurunkan bobot badan ayam pedaging akibat konsumsi pakan yang rendah sehingga nilai FCR meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa bobot badan ayam pedaging selama pemeliharaan akan memengaruhi bobot akhir ayam tersebut. Astuti dan Jaiman (2019) rata-rata konsumsi pakan dan pertambahan bobot badan ayam yang dipelihara pada dataran tinggi lebih tinggi daripada dataran rendah. Dataran tinggi memiliki suhu yang lebih rendah dari batas maksimal akan membuat ayam broiler lebih banyak mengonsumsi ransum daripada dataran rendah. Konsumsi ransum yang rendah akan memengaruhi bobot karkas dan potongan karkasnya (Ismawati dkk., 2022). Berdasarkan penelitian Goo *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pada suhu 32°C, peningkatan kelembapan dari 30% ke 70% menurunkan bobot hidup akhir ayam sebesar 14,3% dan bobot karkas dada sebesar 17,6%. Rendahnya bobot karkas ini terkait langsung dengan supresi sintesis protein otot dan peningkatan katabolisme energi untuk termoregulasi. Perbedaan lingkungan di tiap tingkat lantai, seperti suhu yang lebih tinggi dan kelembaban yang berbeda di lantai bawah dibanding lantai atas, dapat memengaruhi metabolisme dan kenyamanan ayam, sehingga berdampak pada pertumbuhan dan akumulasi lemak, yang pada akhirnya memengaruhi bobot karkas.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pada kandang tertutup bertingkat performa ayam pedaging yang dipelihara pada lantai 3 lebih baik dari lantai 1 (Dharmawan dkk. 2016). Sejauh ini masih belum banyak penelitian yang mengkaji performa produksi dan bagian karkas ayam pedaging pada kandang terbuka. Dengan demikian, penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan tingkat lantai kandang terbuka terhadap bobot panen dan karkas ayam pedaging. Penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat untuk dijadikan informasi dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen pemeliharaan ayam, khususnya dalam hal perkandangan untuk menghasilkan bobot panen dan karkas yang optimal.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada 1 Agustus hingga 5 September 2025. Lokasi penelitian berada di kandang peternakan rakyat di Desa Codo, Wajak, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan 150 ekor ayam pedaging *Strain Cobb grade Platinum* dari PT Sreeya Indonesia, Tbk. berumur 15 hari. Ayam diberi pakan komersial sesuai standar kebutuhan pakan ayam pedaging. Alat yang digunakan meliputi timbangan digital merek Barre dengan akurasi 1g, timbangan gantung merek Sasuma, sekat kandang percobaan dari bambu, pisau daging, kipas angin, tempat pakan, tempat minum, baskom, dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah pakan komersial kode AS 101 BRO dan BR1 produksi PT Sreeya Indonesia, vitamin, sekam padi, dan air minum.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan ayam pedaging yang dibagi menjadi dua perlakuan ayam yang dipelihara pada lantai bawah (P_1) dan lantai atas (P_2). Total keseluruhan sampel ayam yang digunakan adalah 150 ekor terbagi menjadi 75 ekor lantai bawah dan 75 ekor lantai atas. Penelitian ini menggunakan dua perlakuan dengan 15 ulangan tanpa dibedakan jenis kelaminnya. Setiap unit percobaan diisi 5 ekor ayam. Fase *brooding* dilakukan selama 1–14 hari dengan menggunakan *gasolec* dan pemanas berbahan arang. Perlakuan (P_1 dan P_2) dilakukan mulai umur 15–35 hari. P_1 menunjukkan pemeliharaan pada lantai 1 dan P_2 menunjukkan pemeliharaan pada lantai 2.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang diamati dalam penelitian ini adalah bobot panen, bobot karkas, dan potongan karkas ayam pedaging.

1. Bobot Panen (g)

Pengukuran bobot panen ayam pedaging dilakukan menggunakan timbangan digital pada masa panen untuk mengetahui berat akhir ayam yang dipelihara. Pengukuran variabel ini dilakukan pada hari ke-35 atau saat masa panen.

2. Bobot Karkas (g)

Karkas ayam pedaging adalah ayam utuh yang telah dipotong beberapa bagian. Bobot karkas ayam pedaging diperoleh dari menimbang seluruh bagian ayam yang telah disembelih dan dikeluarkan

darah, bulu, organ dalam, serta telah dipotong bagian kepala, leher, dan kaki ayam (Suryanah dkk., 2016). Penelitian ini menggunakan 30 sampel karkas.

$$\text{Bobot Karkas} = \text{Bobot hidup} - (\text{berat darah, bulu, organ dalam, kepala, leher, dan kaki})$$

3. Potongan Karkas (%)

– Persentase Dada

Potongan dada memiliki daging yang empuk dibandingkan dengan bagian karkas lainnya. Bagian dada memiliki kandungan lemak yang rendah. Berat potongan dada didapatkan dengan menimbang hasil potongan bagian dada pada daerah *scapula* hingga tulang dada (Aldino dkk., 2023). Presentase dada dapat dihitung dengan membagi bobot dada ayam dengan bobot karkas dan dikalikan seratus.

$$\text{Persentase Dada} = \frac{\text{bobot bagian dada (g)}}{\text{bobot karkas (g)}} \times 100 \%$$

– Persentase Paha

Berat potongan paha atas diperoleh dari pemotongan daerah tulang paha dan dipisahkan dengan sendi pinggul. Berat potongan paha bawah diperoleh dari pemotongan daerah sendi bawah hingga bagian lutut ayam. (Tumiran dkk., 2019). Presentase paha dapat dihitung dengan membagi bobot paha ayam dengan bobot karkas dan dikalikan seratus.

$$\text{Persentase Paha} = \frac{\text{bobot bagian paha (g)}}{\text{bobot karkas (g)}} \times 100 \%$$

– Persentase Sayap

Berat potongan sayap diperoleh dari hasil pembersihan bulu ayam dan pemotongan daerah persendian lengan atas dan *scapula* (Mait dkk., 2019). Presentase sayap dapat dihitung dengan membagi bobot sayap ayam dengan bobot karkas dan dikalikan seratus.

$$\text{Persentase Sayap} = \frac{\text{bobot bagian sayap (g)}}{\text{bobot karkas (g)}} \times 100 \%$$

Analisis data

Penelitian ini menggunakan analisis Uji-T tidak berpasangan untuk membandingkan data yang didapatkan selama pemeliharaan pada kondisi kandang lantai 1 dan 2. Pengujian dilakukan dengan metode Uji-T tidak berpasangan untuk mengidentifikasi pengaruh tingkat lantai kandang pada bobot panen dan bagian karkas ayam pedaging.

Rumus Uji-t Tidak Berpasangan (Setyaedhi dkk., 2025):

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Keterangan:

- $\bar{X}_1$ = Rata-rata perlakuan lantai 1
- $\bar{X}_2$ = Rata-rata perlakuan lantai 2
- S_1^2 = Varians perlakuan 1
- S_2^2 = Varians perlakuan 2
- n_1 = Jumlah sampel perlakuan 1
- n_2 = Jumlah sampel perlakuan 2
- t = Nilai statistik uji t

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rataan bobot panen, bobot karkas, dan potongan karkas kandang terbuka bertingkat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Bobot Panen, Bobot Karkas, dan Potongan Karkas Ayam Pedaging

Perlakuan	Bobot Panen (g)	Bobot Karkas (g)	Persentase Dada (%)	Persentase Paha Atas (%)	Persentase Paha Bawah (%)	Persentase Sayap (%)
P ₁ (Lantai 1)	2.203,33±219.39 ^a	1561.6±49	42.68± 1.8	12.9± 0.95	14.37± 2.00	9.16± 0.47
P ₂ (Lantai 2)	2.274,35±210.34 ^b	1603.3±90.57	41.39± 1.7	12.8±1.35	14.94± 2.62	9.44± 0.45

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh berbeda nyata berdasarkan Uji-T tidak berpasangan (P<0.05)

Bobot Panen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat lantai kadang terbuka memberikan pengaruh signifikan terhadap bobot panen ayam pedaging (P<0.05). Berdasarkan data yang dilampirkan pada Tabel 1, berat rata-rata bobot panen masing-masing perlakuan adalah P₁ (2,203.33±219.39) dan P₂ (2,274.35±210.34). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata bobot panen tertinggi terdapat pada perlakuan P₂ dengan pemeliharaan pada lantai kedua pada kandang terbuka. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Adeyemo *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa bobot akhir ayam pedaging yang dipelihara dengan kepadatan kandang yang berbeda berkisar 2.232 g – 2.264 g. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian El-Ashram and Abdelhafez (2020) menyatakan bobot panen ayam pedaging sebesar 2.380 g. Perbedaan tingkat lantai kandang terbuka pada ayam pedaging memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bobot panen diduga karena kondisi iklim mikro lingkungan dan ventilasi kandang. Berdasarkan hasil penelitian, suhu kandang terbuka bertingkat berkisar 23.3°C – 23.7°C. Suhu pada pemeliharaan lantai 1 sebesar 23.3°C dan lantai 2 sebesar 23.7°C. Perbedaan suhu antar lantai sebesar 0.4°C. Kondisi ini terkait dengan ventilasi terbuka yang memungkinkan aliran angin luar masuk ke dalam kandang pada lantai 2. Pemeliharaan di lantai 2 memiliki ventilasi yang lebih lebar dan lebih baik dibandingkan lantai 1. Akibatnya, suhu di lantai 1 cenderung lebih panas karena terhalang oleh lantai 2. Pada kondisi suhu lingkungan yang tinggi (*heat stress*), ayam akan melakukan mekanisme adaptasi seperti meningkatkan laju pernapasan (*panting*) dan mengurangi konsumsi pakan untuk menurunkan produksi panas metabolik internal. Hal ini menjadikan faktor lingkungan yang menyebabkan bobot panen antar perlakuan berbeda. Dharmawan dkk. (2016) menjelaskan bahwa suhu dan kelembapan pada lantai dasar lebih panas dibandingkan lantai 3.

Bobot Karkas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat lantai kadang terbuka memberikan pengaruh tidak signifikan terhadap bobot karkas ayam pedaging (P>0.05). Berdasarkan data yang dilampirkan pada Tabel 1, berat rata-rata bobot karkas masing-masing perlakuan adalah P₁ (1,561.6±49) dan P₂ (1,603.3±90.57). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata bobot karkas tertinggi terdapat pada perlakuan P₂ dengan pemeliharaan pada lantai kedua pada kandang terbuka. Rataan bobot karkas ayam pedaging yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 1,561g -1,603g. Hal ini sesuai dengan penelitian Kastalani, dkk. (2021) menemukan bahwa rata-rata bobot karkas ayam pedaging berkisar 1,543.43g dengan menggunakan pakan basal. Perbedaan tingkat lantai kandang terbuka pada ayam pedaging memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap bobot karkas. Namun, secara rata-rata bobot karkas yang dihasilkan, bobot karkas pada pemeliharaan lantai 2 lebih tinggi dari lantai 1. Hal ini disebabkan karena bobot karkas berkaitan erat dengan bobot panen ayam pedaging. Menurut Behery (2019) bobot karkas ayam berkorelasi positif atau memiliki hubungan yang erat dengan bobot akhir ayam. Namun, secara analisis statistik bobot karkas dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh nyata. Hal ini sebanding dengan Qurniawan dkk. (2016) menyatakan bahwa ketinggian tempat tidak berpengaruh signifikan terhadap bobot karkas.

Faktor lain yang berpotensi memengaruhi bobot karkas ayam pedaging adalah penambahan bobot badan, jenis kelamin, konsumsi pakan, nutrisi yang terkandung dalam pakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Herlinae dkk. (2022) menyatakan bahwa faktor yang memengaruhi persentase karkas adalah umur, strain, dan jenis kelamin ayam. Berdasarkan hasil penelitian, bobot karkas yang dihasilkan selama 35 hari pemeliharaan adalah 1,561.6g hingga 1,603.33g. Hasil ini sesuai dengan temuan Horhoruw dan Rajab (2019) bahwa rata-rata bobot karkas yang normal tanpa perlakuan adalah 1,516.60g.

Persentase Dada

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat lantai kadang terbuka memberikan pengaruh tidak signifikan terhadap persentase dada ayam pedaging ($P>0.05$). Berdasarkan data yang dilampirkan pada Tabel 1, berat rata-rata persentase dada masing-masing perlakuan adalah $P_1 (42.68 \pm 1.8)$ dan $P_2 (41.39 \pm 1.7)$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata persentase tertinggi terdapat pada perlakuan P_1 dengan penggunaan lantai pertama pada kandang terbuka. Rata-rata persentase dada lantai 1 menunjukkan hasil yang lebih tinggi dari lantai 2. Namun, secara analisis statistik persentase dada tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini sebanding dengan Yulianti dkk. (2023) menyatakan persentase dada ayam pedaging yang dipelihara pada kandang terbuka berkisar 41-46%. Hasil penelitian lebih tinggi dari penelitian Subagia dkk. (2019) melaporkan persentase dada ayam pedaging berkisar 38-40% pada kepadatan kandang berbeda dengan umur pemeliharaan 5 minggu. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya disebabkan oleh bobot karkas hasil penelitian lebih besar serta perbedaan kandungan nutrisi pada pakan yang digunakan. Hal ini sesuai dengan Rahmawati dkk. (2020) menyatakan bahwa bobot bagian karkas akan tinggi.

Rataan persentase dada lantai 1 menunjukkan hasil yang lebih baik dari lantai 2. Hal ini disebabkan karena pemotongan dada saat penelitian dilakukan oleh dua orang dengan keterampilan yang berbeda. Pemotongan dada juga dilakukan dengan menggunakan alat pemotong yang berbeda sehingga potongan karkas yang dihasilkan tidak simetris. Menurut Londok dkk. (2017) menyatakan bahwa selain disebabkan oleh bobot hidup, persentase bagian karkas juga dipengaruhi oleh proses penanganan dan pemotongan ayam. Kepadatan kandang yang sama di kedua lantai menciptakan kondisi pemeliharaan yang relatif seragam bagi ayam pedaging. Dalam penelitian ini, kepadatan kandang setiap sekat berjumlah 5 ekor/m². Kepadatan dengan jumlah tersebut masih dikategorikan nyaman bagi ayam. Menurut Daud dkk. (2017) bahwa kondisi kepadatan kandang yang sesuai akan menunjukkan pertumbuhan produktifitas ayam menjadi merata. Dalam penelitian ini, kepadatan kandang dan peletakkan peralatan pakan, *feeder* dan *drinker*, diletakkan identik atau sama pada setiap perlakuan (lantai 1 dan lantai 2). Tidak ada keuntungan akses yang lebih mudah ke pakan atau kerugian dalam persaingan antar perlakuan.

Persentase Paha

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat lantai kadang terbuka memberikan pengaruh tidak signifikan terhadap persentase paha ayam pedaging ($P>0.05$). Berdasarkan data yang dilampirkan pada Tabel 1, berat rata-rata persentase paha atas masing-masing perlakuan adalah $P_1 (12.9 \pm 0.95)$ dan $P_2 (12.8 \pm 1.35)$ dan paha bawah $P_1 (14.37 \pm 2.00)$ dan $P_2 (14.94 \pm 2.62)$. Rataan persentase paha ayam pedaging yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 12,8%-14,37%. Hal ini sesuai dengan penelitian Tumiran dkk. (2019) menyatakan persentase paha atas dan bawah ayam pedaging berkisar 13,23%-14,92%. Perbedaan tingkat lantai kadang terbuka pada ayam pedaging memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap persentase paha bawah dan atas. Rataan persentase paha bawah lantai 2 lebih baik dibandingkan lantai 1. Namun, persentase rata-rata paha bagian atas di lantai 1 menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan lantai 2. Hal ini terjadi karena proses pemotongan paha pada saat penelitian dilakukan oleh dua orang dengan tingkat keterampilan yang berbeda. Selain itu, pemotongan paha juga menggunakan alat yang berbeda, sehingga menghasilkan potongan karkas yang tidak simetris. Hal ini sesuai dengan Poliyama dkk. (2021) yang menyatakan bahwa cara pemotongan yang sama akan menghasilkan daging ayam yang rata. Menurut Sukron dkk. (2019) menyatakan bahwa faktor keterampilan sumber daya manusia selama proses pemotongan dapat menjadi penyebab utama dalam kecacatan pemotongan bagian karkas ayam.

Tidak adanya perbedaan signifikan persentase paha antara lantai 1 dan 2 mengindikasikan terjadinya keseragaman kondisi lingkungan mikro dalam kandang terbuka. Penelitian Alqassem *et al.* (2018) menyatakan bahwa sistem ventilasi alami yang optimal pada kandang terbuka mampu menciptakan distribusi suhu, kelembapan, dan kualitas udara yang merata di seluruh bagian kandang. Kondisi ini memastikan bahwa ayam di kedua lantai mengalami tekanan termal yang relatif sama, sehingga tidak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bagian paha. Persentase paha yang tidak berbeda nyata antara kedua lantai juga disebabkan oleh keseragaman dalam manajemen pemeliharaan, khususnya akses terhadap pakan dan air minum.

Persentase Sayap

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat lantai kadang terbuka memberikan pengaruh tidak signifikan terhadap persentase sayap ayam pedaging ($P>0.05$). Berdasarkan data yang dilampirkan pada Tabel 1, berat rata-rata persentase sayap masing-masing perlakuan adalah $P_1 (9.16 \pm 0.47)$ dan $P_2 (9.44 \pm 0.45)$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata persentase sayap tertinggi terdapat pada perlakuan P_2 dengan penggunaan lantai kedua pada kandang terbuka. Rataan persentase sayap ayam pedaging yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 9,14% -9,44%. Hasil penelitian ini sebanding dengan penelitian Subagia dkk. (2019) menyatakan persentase persentase sayap yang dipelihara dengan kepadatan kandang yang berbeda berkisar 9-10%. Hasil penelitian ini lebih rendah dari Antarani dkk. (2020) menyatakan persentase sayap ayam pedaging tanpa substitusi pakan tambahan sebesar 12,69%. Sugiarto dkk. (2024) melaporkan persentase sayap dengan pemberian pakan komersial berkisar 14,69%. Persentase sayap yang

lebih rendah dari bagian karkas lain dari hasil penelitian ini termasuk menguntungkan. Menurut Rejokirono dkk. (2024) menyatakan sayap ayam umumnya memiliki nilai ekonomi yang lebih rendah dibandingkan bagian karkas lainnya, seperti paha dan dada.

Perbedaan tingkat lantai kandang terbuka pada ayam pedaging memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap persentase sayap. Secara rata-rata persentase sayap yang dihasilkan, persentase sayap lantai 2 lebih baik dibandingkan dengan lantai 1. Hal ini disebabkan karena bobot panen dan bobot karkas yang dihasilkan lebih tinggi lantai 2. Berat karkas memengaruhi persentase karkas dan potongan karkas yang dihasilkan (Tumiran dkk., 2019). Bagian sayap pada ayam pedaging terdiri dari daging dan tulang. Pada bagian sayap ayam, daging yang terikat dengan tulang lebih sedikit dari bagian karkas dada dan paha. Hal ini sesuai dengan Bulu dkk. (2018) menyatakan bagian sayap ayam pedaging kurang berpotensi menghasilkan daging yang maksimal karena didominasi oleh komponen tulang. Tiya dkk. (2022) melaporkan bahwa persentase sayap ayam pedaging berkisar 10.33% karena pertumbuhan tulang lebih lambat dari otot (daging) yang relatif lebih cepat.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa bobot panen ayam pedaging yang dipelihara pada lantai 2 lebih baik dibandingkan dengan lantai 1 dengan berat rata-rata 2,274.35 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemo, G. O., Fashola, O. O., & Ademulegun, T. I. (2016). Effect of stocking density on the performance, carcass yield and meat composition of broiler chickens. *British Biotechnology Journal*, 14(1), 1-7. <https://doi.org/10.9734/BBJ/2016/24372>
- Aldino, I., Jiyanto, J., & Anwar, P. (2023). Pengaruh Suplementasi Andaliman dalam Ransum Terhadap Bobot Hidup, Persentase Karkas dan Bagian Karkas Ayam Pedaging. *Green SWARNADWIPA: Jurnal Pengembangan Ilmu Pertanian*, 12(2), 225-233. doi: <https://doi.org/10.36378/jac.v5i1.3040>
- Alqassem, Z. M. A., Ahmed, S. A., Ahmed, E. A., & El Iraqi, K. G. (2018). Effect of different stocking densities as an environmental stressing factor on broiler behavior and performance. *Benha Veterinary Medical Journal*, 34(2), 51-65. <http://www.bvmj.bu.edu.eg/>
- Antarani, I., Laihad, J. T., Poli, Z., & Montong, P. R. R. I. (2020). Penampilan karkas ayam pedaging dengan pemberian kulit kopi (*Coffea Sp*) pengolahan sederhana substitusi sebagian jagung dengan level yang berbeda. *Zootec*, 40(1), 172-181. <https://doi.org/10.35792/zot.40.1.2020.26950>
- Astuti, F. K. & Jaiman, E. (2019). Perbandingan pertambahan bobot badan ayam pedaging di CV Arjuna Grup berdasarkan tiga ketinggian tempat yang berbeda. *Jurnal Sains Peternakan*, 7(2), 75-90. <https://doi.org/10.21067/jsp.v7i2.3990>
- BPS. 2024. *Peternakan Dalam Angka 2024*. Jakarta: BPS RI.
- BPS. 2025. *Statistik Indonesia*. Jakarta: BPS RI.
- Bulu, S., Rejeki, I. G. A. S., & Mardewi, N. K. (2018). Pemakaian sorgum (*Sorghum Bicolor L.*) sebagai bahan substitusi jagung (*Zea Mays L.*) pada ransum terhadap berat bagian karkas ayam broiler umur 6 minggu. *Gema Agro*, 23(2), 124-128. <https://doi.org/10.22225/ga.23.2.884.124-128>
- Daud, M., Fuadi, Z., & Mulyadi, M. (2017). Performan dan persentase karkas ayam ras petelur jantan pada kepadatan kandang yang berbeda. *Jurnal Agripet*, 17(1), 67-74. <https://doi.org/10.17969/agripet.v17i1.7557>
- Dharmawan, R., Prayogi, H. S., & Nurgiantiningsih, V. M. A. (2016). Penampilan produksi ayam pedaging yang dipelihara pada lantai atas dan lantai bawah. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26(3), 27-37. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2016.026.03.05>
- Goo, D., Kim, J. H., Park, G. H., Delos Reyes, J. B., & Kil, D. Y. (2019). Effect of heat stress and stocking density on growth performance, breast meat quality, and intestinal barrier function in broiler chickens. *Animals*, 9(3), 107. <https://doi.org/10.3390/ani9030107>
- Herlinae, H., Kusuma, M. E., & Yulli, Y. (2022). Bobot karkas dan giblet ayam broiler dengan penambahan pakan fermentasi kelakai dan dedak padi pada pakan komersil. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal of Tropical Animal Science)*, 11(2), 41-47. <https://unkripjournal.com/index.php/JIHT/article/view/209>
- Horhoruw, W.M. & Rajab, R. (2019). Bobot potong, karkas, giblet dan lemak abdominal ayam broiler yang diberi gula merah dan kunyit dalam air minum sebagai feed additive. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak Dan Tanaman*, 7(2), 53-58. <https://doi.org/10.30598/ajitt.2019.7.2.53-58>
- Ismawati, S., Nova, K., Riyanti, R., & Septinova, D. (2022). Pengaruh kepadatan kandang pada *closed house* terhadap persentase potongan karkas ayam broiler umur 14-28 hari. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 6(4), 336-342. <https://doi.org/10.23960/jrip.2022.6.4.336-342>
- Jannah, D. R. (2022). Preferensi konsumen terhadap karkas ayam broiler segar dan beku di kecamatan Tenggarong. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 5(1), 28-35. <http://dx.doi.org/10.30872/jpltrop.v5i1.7422>

- Kastalani, K., Kusuma, M. E., Herlinae, H., & Yemima, Y. (2021). Pengaruh penambahan pakan berbahan dasar maggot dan dedak padi pada pakan basal terhadap bobot hidup, karkas dan giblet ayam broiler. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 46(1), 44-52. <https://doi.org/10.31602/zmip.v46i1.3732>
- Londok, J. J., Rompis, J. E., & Mangelep, C. (2017). Kualitas karkas ayam pedaging yang diberi ransum mengandung limbah sawi. *Zootec*, 37(1), 1-7. <https://doi.org/10.35792/zot.37.1.2017.13501>
- Mait, Y. S., Rompis, J. E. G., Tulung, B., Laihad, J., & Londok, J. J. M. R. (2019). Pengaruh pembatasan pakan dan sumber serat kasar berbeda terhadap bobot hidup, bobot karkas dan potongan komersial karkas ayam pedaging strain lohman. *Zootec*, 39(1), 134-145. <https://doi.org/10.35792/zot.39.1.2019.23810>
- Poliyama, P., Wahyuni, I., Sondakh, E. H. B., & Ratulangi, F. S. (2021). Pengaruh bentuk dan ukuran potongan daging ayam broiler terhadap sifat fisik dan organoleptik produk ilabulo. *Zootec*, 41(2), 405-413. <https://doi.org/10.35792/zot.41.2.2021.35614>
- Qurniawan, A., Arief, I. I., & Afnan, R. (2016). Performans produksi ayam pedaging pada lingkungan pemeliharaan dengan ketinggian yang berbeda di Sulawesi Selatan. *Jurnal Veteriner*, 17(4), 622-633. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jvet/article/view/26582>
- Rahmawati, D., Djaelani, M. A., Kasiyati, K., & Sunarno, S. (2020). Bobot karkas dan bagian karkas ayam petelur jantan (*Gallus gallus domesticus* L.) setelah pemberian tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) sebagai imbuhan pakan. *Jurnal Biologi Tropika*, 3(2), 65-72. <https://doi.org/10.14710/jbt.3.2.65-72>
- Ramadhani, M. D., Ismoyowati, I., & Setianto, N. A. (2024). Pengaruh kondisi lingkungan di dalam kandang antara kandang open house dan semi closed house terhadap performa ayam pedaging terhadap performa ayam pedaging di PT Buss Sukabumi. *ANGON: Journal of Animal Science and Technology*, 6(1), 71-77. <https://ejournal.unmus.ac.id/index.php/live/article/view/5305>
- Rejokirono, R., Maryono, M., Purbonuswanto, W., Chudhoifah, A. N. L., Mulyono, R., & Djufri, E. (2024). Pengembangan Teknik Penggorengan Inovatif Untuk Meningkatkan Nilai Jual Sayap Menjadi Ayam Goreng Beringin. In Prosiding "Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat". Yogyakarta, 19 Oktober 2024.
- Respati, A. N., Hakim, A., & Kusuma, A. H. A. (2020). Comparison of production and financial analysis of pedaging farm with close house and open house farm system in partnership patterns. *Bantara Journal of Animal Science*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.32585/bjas.v2i1.645>
- Saputra, M. R., Sarjana, T. A., & Kismiaty, S. (2020). Perubahan mikroklimatik amonia dan kondisi litter ayam pedaging periode starter akibat panjang kandang yang berbeda. *Sains Peternakan: Jurnal Penelitian Ilmu Peternakan*, 18(1), 8-14. <https://doi.org/10.20961/sainspet.v18i1.31636>
- Setyaedhi, H. S., Rusijono, & Ardianik. (2025). Uji Komparatif Dua Parameter Rata-rata (Perhitungan Manual dan SPSS). Makassar: Penerbit Nasmedia.
- Subagia, I. P., Mardewi, N. K., & Rejeki, I. G. A. D. S. (2019). Pengaruh kepadatan kandang terhadap berat dan persentase bagian karkas ayam broiler umur 5 minggu. *Gema Agro*, 24(1), 54-58. <https://doi.org/10.22225/ga.24.1.1700.54-58>
- Sugiarto, S., Marfuah, N., Teguh, M., Halid, S. A., & Saifullah, S. (2024). Persentase karkas, komponen karkas dan lemak abdominal ayam pedaging dengan pemberian daun serai (cymbopogon citratus) pada alas kandang sekam padi. In Prosiding "Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian". Manokwari, 21 September 2024.
- Sukron, A., Sumarsono & Rijanto, T. (2019). Analisis peningkatan kualitas pemotongan ayam dengan menggunakan metode Six Sigma di PT. Gemilang Inti Sukses. *Reaktom: Rekayasa Keteknikan dan Optimasi*, 4(1). <https://doi.org/10.33752/reaktom.v4i1.419>
- Suryanah, S., Nur, H., & Anggraeni, A. (2016). Pengaruh neraca kation anion ransum yang berbeda terhadap bobot karkas dan bobot giblet ayam pedaging. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.30997/jpnu.v2i1.298>
- Susanti, E. D., Dahlan, M., & Wahyuning, D. (2016). Perbandingan produktivitas ayam broiler terhadap sistem kandang terbuka (open house) dan kandang tertutup (closed house) di UD Sumber Makmur Kecamatan Sumberrejo Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Ternak*, 7(1). <https://doi.org/10.30736/jy.v7i1.5>
- Tiya, N. A. D., Akramullah, M., Badaruddin, R., & Citrawati, G. A. (2022). Persentase karkas, bagian karkas, dan lemak abdominal ayam broiler pada umur pemotongan yang berbeda. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, 12(2), 184-190. <https://journal.fapetunipa.ac.id/index.php/JIPVET/article/view/294>
- Tumiran, M., Rompis, J. E., Mandey, J. S., Nangoy, F. J., & Londok, J. J. (2019). Potongan komersial karkas ayam broiler strain cobb yang mengalami pembatasan pakan dan pemberian sumber serat kasar berbeda pada periode grower. *Zootec*, 39(1), 122-133. <https://doi.org/10.35792/zot.39.1.2019.23809>
- Wahyudi, A. T., Utama, Y. W., Bakri, M., Rizkiono, S. D., & Komputer, P. S. T. (2020). Sistem Otomatis Pemberian Air Minum Pada Ayam Pedaging Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Rtc Ds1302. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 1(1), 15-21. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i1.71>

Yulianti, D. L., Sinaga, R. R., Gultom, A. N, & Ma'arif, M. W. A. (2023). Pengaruh bobot day old chick yang berbeda terhadap penampilan produksi, persentase karkas, indeks performa, income over feed cost, dan nilai ekonomis pakan broiler. *REKASATWA: Jurnal Ilmiah Peternakan*, 5(2), 68-78.
<https://doi.org/10.33474/rekasatwa.v5i2.22408>



Kemenag
Berdampak



FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN UIN SULTAN SYARIF KASIM RIAU

Jl. HR. Soebrantas No. 155 KM. 15, Simpang Baru, Panam
Pekanbaru- Riau 28293



<https://semnasfpp.uin-suska.ac.id>