

KUALITAS FISIK WAFER DARI SUBSTITUSI BUNGKIL KEDELAI DENGAN TEPUNG MAGGOT BSF (*Hermetia illucens*) PADA LEVEL DAN LAMA PENYIMPANAN BERBEDA

*Physical Quality of Wafers From Substitution of Soybean Meal with BSF Maggot Flour (*Hermetia Illucens*) on Different Level and Storage Time*

Agung Pratama^{1*}, Dewi Ananda Mucra², & Triani Adelina²

¹Alumni Program Studi Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

²Dosen Program Studi Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

*E-mail: agungpratamaklx@gmail.com

ABSTRACT

Wafers are a form of animal feed processing product that, in the manufacturing process, undergoes compaction with pressure and heating so that they have the same shape, size, length, and width. Maggots are a source of high animal protein because they contain a protein range of 30–45%. This research aims to determine the physical quality of wafers obtained by substituting soybean meal with BSF maggot flour (*Hermetia illucens*) at different levels and shelf lives. This research was carried out for 2 months in January–February 2023 at the Nutrition and Feed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture and Animal Science, Sultan Syarif Kasim State Islamic University, Riau. This research used a Completely Randomized Design (CRD) factorial pattern (4x3) with 3 replications. Factor A consists of the maggot flour level, namely, A0 = 0% maggot flour; A1 = 5% maggot flour; A2 = 10% maggot flour; A3 = 15% maggot flour; and factor B consists of storage time, namely B0 = 0 days; B1 = 14 days; and B2 = 28 days. The variables measured in the research were the presence of mold, color, aroma, texture, density, water absorption capacity, and water content. The results of this study showed that there was an interaction ($P < 0.01$) between the level of BSF maggot flour and different storage times on the aroma, texture and density of the wafer. The maggot flour level factor of up to 15% had a very significant effect ($P < 0.01$) on the presence of mold, texture and density of the wafer. The storage time factor of up to 28 days had a very significant effect ($P < 0.01$) on the physical quality of the texture, density and water absorption capacity of the wafer. It was concluded that the addition of 10% maggot flour with a storage period of 28 days resulted in the best physical quality of wafers assessed by aroma with an average of 3.379 (typical of wafers), texture with an average of 3.333 (hard, solid, not slimy) and wafer density with an average of 0.779.

Keywords : maggot flour level, storage time, maggot, wafer, physical quality

PENDAHULUAN

Ternak ruminansia adalah ternak yang biasa memamah biak kembali makanannya dan disebut juga sebagai hewan ternak berlambung ganda, Ternak ruminansia mempunyai empat komponen lambung yaitu rumen, retikulum, omasum dan abomasum (Siregar, 1994). Ternak ruminansia dapat dibagi menjadi dua kelompok, pertama kelompok ternak ruminansia besar yaitu sapi dan kerbau dan kelompok ternak ruminansia kecil yaitu kambing dan domba (Blakely dan Bade, 1998). Ternak ruminansia merupakan penyuplai kebutuhan protein asal hewan salah satunya dalam bentuk daging, untuk di Provinsi Riau hanya mampu memenuhi kebutuhan daging sekitar 40%, sedangkan selebihnya didatangkan dari luar daerah dan luar negeri. Tahun 2021 jumlah ternak sapi di Provinsi Riau tercatat sebanyak 213.793 ekor (BPS, 2022).

Masalah utama dalam peningkatan produktivitas ternak adalah sulitnya menyediakan pakan secara berkesinambungan baik jumlah maupun kualitasnya. Faktor penting yang harus diperhatikan dalam peningkatan produktivitas ternak adalah ketersediaan pakan yang mencukupi secara kualitas

dan kuantitas. Untuk mengatasi permasalahan ketersediaan pakan ternak tersebut, diperlukan suatu inovasi teknologi pengolahan untuk menghasilkan pakan dari bahan-bahan yang tersedia dan relatif murah. Menurut Saenab (2010), manfaat dari teknologi pengolahan pakan antara lain dapat meningkatkan kualitas nutrisi limbah sebagai pakan, serta dapat disimpan dalam kurun waktu yang cukup lama sebagai cadangan pakan ternak saat kondisi sulit mendapatkan pakan hijauan. Teknologi yang sekarang berkembang adalah tidak hanya sekedar awet tetapi kadar nutrisi harus sesuai dengan kebutuhan gizi ternak (Sofyan dan Febrisiantosa, 2007).

Pakan ternak adalah kumpulan dari berbagai macam bahan baku yang telah dicampur menjadi satu dengan nutrisi yang sesuai sehingga dapat dikonsumsi dan dapat dicerna oleh ternak yang penting untuk perawatan tubuh, pertumbuhan dan reproduksi, Pakan harus mengandung semua nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh ternak, namun tetap dalam jumlah yang seimbang, beberapa nutrisi yang dibutuhkan oleh ternak antara lain karbohidrat, lemak, protein, vitamin, air serta mineral (Plumstead dan Brake, 2003).

Maggot *Black Soldier Fly* (BSF) merupakan salah satu fase dari lalat jenis black soldier di mana prosesnya diawali oleh telur lalat BSF yang menetas lalu menjadi maggot lalu setelahnya berkembang menjadi pupa hingga menjadi lalat dewasa (Rachmawati dkk, 2010). Maggot lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) adalah salah satu jenis insekta yang memenuhi persyaratan sebagai pakan sumber protein. Bahan pakan sebagai sumber protein yaitu bahan pakan yang mengandung protein kasar lebih dari 19% (Huis, 2013; Nangoy *et al*, 2017). Insekta mengandung protein tinggi, ekonomis dan ramah lingkungan serta dapat diproduksi secara massal. Disamping itu, tidak berkompetisi dengan manusia, sehingga sangat sesuai dijadikan pakan sumber protein (Fauzi dan Sari, 2018). Maggot *Hermetia illucens* dapat dijadikan sebagai pakan alternatif yang mengandung protein yang tinggi, karena mudahnya dalam membudidayakan sehingga kebutuhan protein hewani untuk pakan bisa terpenuhi. Diener dkk, (2009) menyebutkan beberapa keunggulan dari maggot BSF yaitu memiliki tekstur yang kenyal dan memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim alami yang dapat meningkatkan kemampuan daya cerna ternak. Olivier (2004) menyatakan maggot BSF dapat digunakan untuk mengkonversi limbah seperti limbah industri pertanian, peternakan, ataupun feses.

Salah satu bentuk teknologi pengolahan tepung maggot yaitu dengan menjadikannya bahan penyusun menjadi pakan wafer. Wafer adalah pakan yang dalam proses pembuatannya mengalami pemadatan dengan tekanan dan pemanasan sehingga memiliki bentuk ukuran panjang dan lebar yang sama (Retnani dkk, 2009). Wafer pakan juga mempunyai manfaat yang sama dengan pakan berbentuk *cube* (Coleman dan Lawrence, 2000), yaitu mengurangi pakan terbuang, mengontrol konsumsi pakan, memberikan asupan nutrisi yang konsisten, mengurangi debu, memudahkan penanganan, mengurangi kebutuhan area penyimpanan, mengurangi biaya transportasi, dan memudahkan dalam proses transportasi.

Lama penyimpanan pakan dalam gudang menurut Sahwan (1999), sebaiknya tidak melebihi waktu 3 (tiga) bulan. Damayanthi dan Mudjajanto (1995) menyatakan penyimpanan pakan termasuk kategori penyimpanan jangka panjang, karena memakai waktu selama beberapa minggu bahkan sampai beberapa bulan. Kandungan air yang tinggi pada bahan makanan merupakan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan jamur, sehingga dapat menambah besarnya kerusakan (Wijandi, 1977). Lama penyimpanan dapat meningkatkan kadar air wafer karena akan menunjang pertumbuhan jamur dan akan lebih mempercepat kerusakan bahan makanan ternak, hal tersebut disebabkan oleh nilai kelembaban dan suhu yang sering berubah-ubah yaitu antara 78,00% - 79,91% dan suhu 27,40°C - 28,16°C (Retnani dkk, 2009).

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa tepung maggot, dedak padi, tepung jagung, bungkil kedelai dan molases. Alat yang digunakan untuk proses pembuatan wafer adalah mesin penggiling pakan (*grinder*), timbangan (untuk menimbang bahan), baskom (tempat bahan), mesin wafer (mencetak wafer), terpal (alas penjemuran wafer). Alat untuk uji kualitas fisik adalah cawan, oven, gelas ukur, batang pengaduk, spatula, timbangan analitik (untuk menimbang sampel), aluminium foil dan alat tulis.

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 2 bulan pada bulan Januari - Februari 2023 di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Pola Faktorial (4x3) dengan 3 ulangan (Steel dan Torrie, 1993). Rincian perlakuan penelitian sebagai berikut :

Faktor A adalah Level Tepung Maggot terdiri dari A0 : Tepung Maggot 0%, A1 : Tepung Maggot 5%, A2 : Tepung Maggot 10%, A3 : Tepung Maggot 15%. Faktor B : Lama Penyimpanan B0 : Lama Penyimpanan 0 hari, B1 : Lama Penyimpanan 14 hari, B2 : Lama Penyimpanan 28 hari.

Analisis data

Data hasil penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) Pola Faktorial (4x3) dengan 3 ulangan menurut Steel dan Storrie (1993) dengan Model Linier sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan :

- Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B)
- μ = Nilai tengah
- α_i = Pengaruh aditif taraf ke-i dari faktor A
- β_{ij} = Pengaruh aditif taraf ke-j dari faktor B
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B
- ε_{ijk} = Pengaruh galat satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberadaan Jamur

Rataan skor keberadaan jamur wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan keberadaan jamur wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda.

Faktor A (Level TM)	Faktor B (Lama Penyimpanan)			Rataan	Keterangan
	0 Hari	14 Hari	28 Hari		
0%	3,407±0,02	3,383±0,08	3,380±0,09	3,390±0,04	Tidak berjamur
5%	3,415±0,04	3,366±0,06	3,371±0,04	3,384±0,01	Tidak berjamur
10%	3,369±0,03	3,418±0,03	3,343±0,04	3,376±0,00	Tidak berjamur
15%	3,414±0,05	3,387±0,01	3,342±0,03	3,381±0,02	Tidak berjamur
Rataan	3,401 ^B ±0,01	3,389 ^B ±0,03	3,359 ^A ±0,03		
Keterangan	Tidak berjamur	Tidak berjamur	Tidak berjamur		

Keterangan : Data adalah rata-rata ± standar deviasi, Superskipyang berbeda pada baris (huruf besar) yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$, TM : Tepung Maggot

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi ($P > 0,05$) antara level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan yang berbeda terhadap keberadaan jamur wafer. Level tepung maggot BSF yang berbeda pada wafer tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap keberadaan jamur wafer yang dihasilkan. Lama penyimpanan yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap keberadaan jamur wafer penelitian. Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya pertumbuhan jamur pada setiap perlakuan.

Hasil uji DMRT menunjukkan lama penyimpanan yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap keberadaan jamur wafer penelitian dengan rata-rata 3,359-3,401. Keberadaan jamur dengan rata-rata terendah terdapat pada perlakuan B2 dengan lama penyimpanan 28 hari dengan rata-rata 3,359. Hal ini diduga karena waktu simpan wafer yang lama sehingga dapat meningkatkan kadar air, hal ini dapat memicu pertumbuhan jamur lebih cepat. Hal ini sejalan dengan pendapat Trisyulianti dkk. (2003) menyatakan wafer yang terserang jamur lebih cepat adalah wafer yang memiliki kadar air yang lebih tinggi dan kondisi penyimpanan dapat memungkinkan adanya peningkatan kadar air. Menurut Zuhra (2006) dalam Mukhlis (2017) selama penyimpanan pakan ternak pasti akan mengalami perubahan kualitas akibat aktivitas mikroorganisme seperti jamur. Jamur yang biasa tumbuh pada pakan ternak antar lain dari spesies *Aspergillus*, *Penicillium*, *Absido*, *Mucor* dan *Rhizopus*. Hal ini didukung oleh pernyataan Kusumaningrum dkk (2010) sekitar 88% pakan yang disimpan terkontaminasi kapang dan 40% positif terkontaminasi *Aspergillus flavus*.

Skor keberadaan jamur pada penelitian ini yaitu 3,359-3,401 lebih rendah dibandingkan Yoresta (2020), yakni penyimpanan wafer ransum komplit sapi berbahan limbah ubi kayu dengan lama penyimpanan 60 hari dengan skor keberadaan jamur 3,55%. Keberadaan jamur pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan Febrian (2021) wafer berbahan kulit ubi kayu dan Indigofera dengan lama penyimpanan 6 minggu dengan skor keberadaan jamur 2,62-2,97.

Warna

Rataan skor warna wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan Warna wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda.

Faktor A (Level TM)	Faktor B (Lama Penyimpanan)			Rataan	Keterangan
	0 Hari	14 Hari	28 Hari		
0%	2,663±0,07	2,656±0,07	2,759±0,03	2,693 ^a ±0,02	Coklat Muda
5%	2,735±0,06	2,737±0,04	2,957±0,05	2,810 ^b ±0,01	Coklat Muda
10%	2,843±0,03	2,995±0,08	3,092±0,04	2,977 ^c ±0,03	Coklat Muda
15%	2,979±0,17	3,025±0,06	3,040±0,03	3,015 ^c ±0,07	Coklat Tua
Rataan	2,805 ^A ±0,06	2,853 ^A ±0,02	2,962 ^B ±0,01		
Keterangan	Coklat Muda	Coklat Muda	Coklat Muda		

Keterangan : Data adalah rata-rata ± standar deviasi, Superskrip yang berbeda pada kolom (huruf kecil) dan baris (huruf besar) yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). TM : Tepung Maggot

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan yang berbeda terhadap warna wafer. Level tepung maggot BSF yang berbeda pada wafer berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap warna wafer yang dihasilkan. Lama penyimpanan yang berbeda berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap warna wafer penelitian.

Hasil uji DMRT menunjukkan level tepung maggot BSF yang berbeda pada wafer berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap warna wafer yang dihasilkan dengan rata-rata 2,693-3,015. Warna dengan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan A3 (dengan level tepung maggot 15%) 3,015. Hal ini diduga terjadi karena komposisi bahan penyusun terbesar pada A3 adalah dedak padi (71%) yang berwarna kecoklatan dan tepung maggot (15%) yang berwarna coklat, sehingga menghasilkan warna lebih coklat dari pada perlakuan A0 dengan level 0%, A1 dengan level 5% dan A2 dengan level 10%. Ramadani (2021) melaporkan warna wafer dipengaruhi komposisi bahan penyusun dan jenis limbah pertanian yang digunakan sebagai bahan pembuatan wafer. Hal ini sesuai dengan pendapat Miftahudin dkk. (2015), yang menyatakan bahwa molases yang dicampurkan meresap ke dalam wafer sehingga wafer yang dihasilkan memiliki warna coklat karena adanya reaksi *maillard* dari molases itu sendiri.

Hasil uji DMRT menunjukkan lama penyimpanan yang berbeda berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap warna wafer penelitian dengan rata-rata 2,805-2,962. Warna dengan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan B2 (dengan lama penyimpanan 28 hari) 2,962 (coklat muda). Hal ini diduga lama penyimpanan 28 hari masih mampu mempertahankan warna pada wafer tepung maggot karena disebabkan pada saat proses penyimpanan yang sama menggunakan plastik tanpa udara dan dengan suhu ruang yang stabil sehingga mampu mempertahankan warna dari wafer. Hal ini sejalan dengan pendapat Yokotsuka (1986), perubahan warna pada pakan disebabkan oleh penyimpanan yang terlalu lama dan jenis kemasan. Oleh karena itu, wafer yang sudah lama mengalami penyimpanan tanpa kemasan warnanya akan memudar.

Hasil penelitian ini menghasilkan warna wafer dengan skor 2,656-3,092, dengan warna coklat muda dan coklat tua. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan yang dilaporkan Nasution dkk. (2021) wafer berbahan kulit buah kakao dengan lama penyimpanan 28 hari dengan skor warna 2,37.

Aroma

Rataan skor aroma wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Aroma wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda.

Faktor A (Level TM)	Faktor B (Lama Penyimpanan)			Rataan	Keterangan
	0 Hari	14 Hari	28 Hari		
0%	3,365 ^{cd} ±0,01	3,316 ^{abcd} ±0,06	3,250 ^{ab} ±0,04	3,310±0,02	Khas Wafer
5%	3,223 ^a ±0,03	3,281 ^{abc} ±0,01	3,331 ^{bcd} ±0,07	3,278±0,03	Khas Wafer
10%	3,282 ^{abc} ±0,04	3,289 ^{abcd} ±0,08	3,379 ^d ±0,04	3,317±0,02	Khas Wafer
15%	3,288 ^{abcd} ±0,01	3,364 ^{cd} ±0,09	3,371 ^{cd} ±0,04	3,341±0,04	Khas Wafer
Rataan	3,290±0,02	3,313±0,03	3,333±0,01		
Keterangan	Khas Wafer	Khas Wafer	Khas Wafer		

Keterangan : Data adalah rata-rata ± standar deviasi, Superskrip yang berbeda pada kolom dan baris menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). TM : Tepung Maggot

Hasil analisis ragam menunjukkan terjadi interaksi antara level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan yang berbeda terhadap aroma wafer. Level tepung maggot BSF yang berbeda pada wafer tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap aroma wafer yang dihasilkan. Lama penyimpanan yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap aroma wafer penelitian.

Hasil uji DMRT menunjukkan terjadi interaksi antara level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan yang berbeda terhadap aroma wafer yang memiliki skor dengan rata-rata 3,223-3,379. Perlakuan terbaik terdapat pada A2B2 (10% tepung maggot dengan lama penyimpanan 28 hari) dengan skor 3,379. Perlakuan A2B2 dengan kandungan tepung maggot 10% memiliki aroma khas wafer. Hal ini diduga semakin rendah penggunaan tepung maggot maka aroma wafer yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Suhairi (2007), menyatakan bahwa aroma yang dikeluarkan setiap bahan berbeda-beda, selain itu cara pengolahan yang berbeda akan menimbulkan aroma yang berbeda pula. Tingginya aroma pada lama penyimpanan A2B2 (28 hari), hal ini diduga selama penyimpanan 28 hari masih memiliki aroma khas wafer karena pada saat proses penyimpanan yang lebih lama lagi akan mengakibatkan kelembaban di dalam wafer tinggi yang merangsang pertumbuhan mikroba yang mengakibatkan wafer beraroma tengik atau tidak sedap, Hal ini sejalan dengan pendapat Azanul (2019) yang menyatakan bahwa aroma wafer masih dapat dipertahankan selama penyimpanan 4 minggu, perubahan aroma dalam wafer tidak terlepas dari aktifitas mikroorganisme didalamnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Winarno (1997) yang menyatakan bahwa tekanan dan pemanasan menyebabkan terjadinya reaksi mailard yang mengakibatkan wafer yang dihasilkan beraroma khas dan harum yang mendominasi aroma wafer. Hal ini sesuai dengan pendapat Herawati (2008) yang menyatakan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan mutu atau kerusakan produk yaitu masa, oksigen, uap, air, cahaya, kompresi atau bantingan dan bahan kimia.

Skor aroma pada penelitian ini adalah 3,223– 3,379 dengan aroma khas wafer hasil penelitian lebih tinggi dibandingkan Hammam (2022), wafer ransum komplit dengan komposisi substrat tepung daun indigofera disimpan sampai 4 minggu dengan skor aroma 3,11 dan Zuhri (2019) dengan pemanfaatan wafer jerami jagung dan tepung jagung dengan komposisi dan lama penyimpanan yang berbeda tanpa pengemasan dengan rata-rata 2,99.

Tekstur

Rataan skor tekstur wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Tekstur wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda.

Faktor A (Level TM)	Faktor B (Lama Penyimpanan)			Rataan	Keterangan
	0 Hari	14 Hari	28 Hari		
0%	3,052 ^a ±0,02	3,089 ^a ±0,03	3,439 ^d ±0,12	3,193±0,05	Kesat, padat, tidak berlendir
5%	3,155 ^{ab} ±0,6	3,300 ^c ±0,07	3,396 ^{cd} ±0,04	3,284±0,02	Kesat, padat, tidak berlendir
10%	3,193 ^b ±0,05	3,336 ^{cd} ±0,03	3,333 ^{cd} ±0,09	3,287±0,03	Kesat, padat, tidak berlendir
15%	3,374 ^{cd} ±0,03	3,369 ^{cd} ±0,06	3,389 ^{cd} ±0,03	3,378±0,02	Kesat, padat, tidak berlendir
Rataan	3,194±0,02	3,274±0,02	3,389±0,04		
Keterangan	Kesat, padat, tidak berlendir	Kesat, padat, tidak berlendir	Kesat, padat, tidak berlendir		

Keterangan : Data adalah rata-rata ± standar deviasi, Superskrip yang berbeda pada kolom dan baris menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$). TM : Tepung Maggot

Hasil analisis ragam menunjukkan terjadi interaksi antara level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan yang berbeda terhadap tekstur wafer. Level tepung maggot BSF yang berbeda pada wafer berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tekstur wafer yang dihasilkan. Lama penyimpanan yang berbeda berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tekstur wafer penelitian.

Hasil uji DMRT menunjukkan terjadi interaksi antara pemberian level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan berbeda terhadap tekstur wafer dengan rata-rata 3,052-3,439. Perlakuan terbaik terlihat pada semakin meningkatnya level tepung maggot dan lamanya penyimpanan wafer. Tingginya nilai tekstur pada perlakuan tersebut diduga karena didominasi dengan bahan yang memiliki tekstur lebih halus (tepung maggot) jika dibandingkan bahan penyusun yang lain, sehingga tekstur yang dihasilkan berbentuk kompak, padat dan tidak mudah pecah. Hal ini didukung dengan penelitian Ramadani (2020) yang menyatakan perbedaan tekstur bahan yang digunakan pada pembuatan wafer yang berbeda dapat mengakibatkan tekstur wafer yang berbeda pula. Tingginya tekstur juga diduga karena terjadinya penurunan kadar air pada wafer yang terjadi akibat penguapan uap air selama penyimpanan, sehingga terjadi pemadatan partikel bahan sehingga dapat menghasilkan kualitas tekstur yang padat dan baik. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian, Furqaanida (2004) menyatakan bahwa semakin rendah kadar air wafer, maka kekerasan teksturnya semakin tinggi dan kerenyahannya semakin meningkat.

Hasil penelitian ini memiliki skor tekstur 3,052-3,439, nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Miftahudin, dkk (2015), dengan penyimpanan wafer limbah pertanian yang disimpan sampai penyimpanan 4 minggu dengan skor tekstur 1,93-2,42. Hasil penelitian ini sedikit lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Nasution dkk. (2021) tentang kualitas fisik wafer ransum komplit kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) fermentasi dengan jenis kemasan karung goni, kertas, karung beras dan plastik dengan lama penyimpanan 0–28 hari, dengan rata-rata nilai tekstur berkisar antara 2,84–3,49.

Kerapatan Wafer Penelitian

Rataan skor kerapatan wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Kerapatan wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda.

Faktor A (Level TM)	Faktor B (Lama Penyimpanan)			Rataan
	0 Hari	14 Hari	28 Hari	
0%	0,809 ^b ±0,04	0,800 ^b ±0,05	0,755 ^b ±0,06	0,788±0,01
5%	0,764 ^b ±0,04	0,773 ^b ±0,05	0,737 ^b ±0,02	0,758±0,02
10%	0,791 ^b ±0,06	0,746 ^b ±0,03	0,799 ^b ±0,05	0,779±0,01
15%	0,782 ^b ±0,06	0,728 ^b ±0,03	0,593 ^a ±0,02	0,701±0,02
Rataan	0,786±0,01	0,762±0,01	0,721±0,02	

Keterangan : Data adalah rata-rata ± standar deviasi, Superskrip yang berbeda pada kolom dan baris menunjukkan berbeda nyata (P<0,05). TM : Tepung Maggot

Hasil analisis ragam menunjukkan terjadi interaksi antara level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan yang berbeda terhadap kerapatan wafer. Level tepung maggot BSF yang berbeda pada wafer berpengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap kerapatan wafer yang dihasilkan. Lama penyimpanan yang berbeda berpengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap kerapatan wafer penelitian.

Hasil uji DMRT menunjukkan terjadi interaksi antara pemberian level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan berbeda terhadap kerapatan wafer dengan rata-rata 0,593-0,809 g/cm³. Rendahnya kerapatan pada perlakuan A3B2 diduga karena kadar air wafer sudah dalam keadaan tinggi, sehingga kerapatan wafer semakin menurun. Hal ini didukung dengan penelitian Islami dkk. (2018) yang menyatakan nilai kerapatan berbanding terbalik dengan kadar air, semakin tinggi kadar air maka nilai kerapatan akan semakin menurun, begitupun sebaliknya.

Skor kerapatan wafer pada penelitian ini ialah 0,593-0,809 g/cm³ skor kerapatan pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan Ramadani (2021) wafer silase limbah sayur kol dengan jenis kemasan plastik dengan kerapatan 1,10. lebih tinggi dibandingkan penelitian Yana dkk. (2018) tentang karakteristik fisik pakan wafer berbasis bungkil inti sawit dengan nilai kerapatan wafer mencapai 0,55-0,68 g/cm³. Hasil penelitian ini tidak jauh dari standar kerapatan menurut penelitian Jayusmar (2000) yaitu kerapatan pakan yang bagus sebesar 0,6 g/cm³.

Daya Serap Air

Rataan skor daya serap air wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rataan Daya Serap Air wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda.

Faktor A (Level TM)	Faktor B (Lama Penyimpanan)			Rataan
	0 Hari	14 Hari	28 Hari	
0%	95,656±1,65	95,615±1,62	79,761±6,57	90,344 ^c ±2,85
5%	86,675±7,84	83,339±4,97	82,684±8,81	84,233 ^c ±2,00
10%	67,482±26,15	70,338±3,38	82,336±4,36	73,386 ^b ±12,87
15%	59,831±10,82	65,930±6,59	48,238±9,10	58,000 ^a ±2,13
Rataan	77,411±15,49	78,805±2,13	73,255±2,21	

Keterangan : Data adalah rata-rata ± standar deviasi, Superskrip yang berbeda pada kolom (huruf kecil) yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01). TM : Tepung Maggot

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan yang berbeda terhadap daya serap air wafer. Level tepung maggot BSF yang berbeda pada wafer berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap daya serap air wafer yang dihasilkan. Lama penyimpanan yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$), terhadap daya serap air wafer penelitian.

Hasil uji DMRT menunjukkan level tepung maggot BSF yang berbeda pada wafer berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap daya serap air wafer yang dihasilkan dengan rata-rata 58,000%-90,344%. Daya serap air dengan hasil rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan A1 pada level tepung maggot 5% dengan rata-rata 84,233%. Tingginya daya serap air pada perlakuan A1 diduga karena semakin tinggi komposisi bahan pengikat air yang digunakan untuk pembuatan wafer, yakni dedak padi mencapai 40% dan tepung jagung mencapai 40%, sehingga daya serap airnya semakin tinggi pula. Hal ini didukung oleh penelitian Nurhidayah (2005) bahwa perlakuan yang persentase komposisi bahan serat lebih besar maka memiliki daya serap air yang lebih tinggi.

Skor daya serap air pada penelitian ini yaitu 58,000%-90,344% lebih tinggi dari daya serap air hasil penelitian Wahyudi (2020) dengan rata-rata 27,68%-28,77% wafer kelinci dengan penambahan tepung cacing tanah.

Kadar Air

Rataan skor kadar air wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rataan Kadar Air wafer tepung maggot BSF *Hermetia illucens* pada level dan lama penyimpanan berbeda.

Faktor A (Level TM)	Faktor B (Lama Penyimpanan)			Rataan
	0 Hari	14 Hari	28 Hari	
0%	9,368±0,60	7,190±0,72	7,963±0,21	8,174±0,27
5%	9,320±0,98	6,453±0,69	7,702±0,23	7,825±0,37
10%	8,632±0,50	7,709±1,60	8,167±0,87	8,169±0,56
15%	8,904±0,52	5,581±0,40	7,968±0,72	7,484±0,16
Rataan	9,056 ^C ±0,22	6,733 ^A ±0,52	7,950 ^B ±0,34	

Keterangan : Data adalah rata-rata ± standar deviasi, Superskrip yang berbeda pada baris (huruf besar) yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). TM : Tepung Maggot

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi ($P > 0,05$) antara level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan yang berbeda terhadap kadar air wafer. Level tepung maggot BSF yang berbeda pada wafer tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar air wafer yang dihasilkan. Lama penyimpanan yang berbeda berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air wafer penelitian. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar air wafer pada masa simpan yang berbeda.

Hasil uji DMRT menunjukkan lama penyimpanan yang berbeda berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air wafer penelitian dengan rata-rata 6,733%-9,056%. Nilai rata-rata tertinggi pada lama penyimpanan B0 (0 hari) yaitu 9,056 % dibandingkan B1 yaitu 6,733% dan B2 7,950%, B0 berpengaruh nyata terhadap B1 dan B2. Hal ini diduga selama penyimpanan 0 hari wafer masih memiliki kandungan air yang tinggi disebabkan karena belum terjadinya penguapan dan terjadi penurunan kadar air di penyimpanan 14 hari karena penguapan akibat penyimpanan dan terjadi kenaikan kadar air di penyimpanan 28 hari karena dipengaruhi suhu lingkungan, penguapan dan penyimpanan yang lebih lama sehingga kadar air meningkat kembali. Hal ini didukung dengan

penelitian Solihin dkk. (2015) yang menyatakan kadar air wafer tanpa disimpan memiliki rataan tertinggi dan mulai terjadinya penurunan rata-rata kadar air pada penyimpanan karena terjadinya penguapan wafer dari lingkungan sekitar. Menurut Trisyulianti dkk. (2003), aktivitas mikroorganisme dapat ditekan pada kadar air 12%-14%, sehingga bahan pakan tidak mudah berjamur dan membusuk.

Skor rataan kadar air wafer pada hasil penelitian ini adalah 6,733%-9,056%. Nilai ini masih di bawah standar kadar air menurut SNI No. 01-3930-1995 yaitu 14% (Direktorat Bina Produksi, 1997). Nilai penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Yana dkk. (2018) tentang karakteristik fisik pakan wafer berbasis bungkil inti sawit dengan nilai kadar air berkisar 15,66-17,86% dan kadar air penelitian ini lebih rendah dibandingkan Rahmadan dkk. (2021) wafer ransum onggok sebagai perekat terhadap karakteristik fisik wafer ransum komplit berbasis jerami jagung dengan kadar air 38,43%.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan substitusi bungkil kedelai dan tepung maggot sampai 100% dalam komposisi wafer dapat mempertahankan kualitas wafer secara fisik dapat dilihat dari terjadi interaksi antara level tepung maggot BSF dan lama penyimpanan yang berbeda terhadap aroma, tekstur, dan kerapatan, Level tepung maggot BSF sampai 15 % mampu mempertahankan kualitas fisik wafer dinilai dari keberadaan jamur, tekstur, dan kerapatan, Lama penyimpanan sampai 28 hari mampu mempertahankan kualitas fisik wafer dinilai dari tekstur, kerapatan dan daya serap air, Penambahan 10% tepung maggot dengan lama penyimpanan 28 hari menghasilkan kualitas fisik wafer terbaik dinilai dari aroma dengan rataan 3,379 (khas wafer), tekstur dengan rataan 3,333 (kesat, padat tidak berlendir) dan kerapatan wafer dengan rataan 0,779.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. *Provinsi Riau Dalam Angka Tahun 2021*. Badan Pusat Statistik. Provinsi Riau.
- Blakely, J dan D.H. Bade. 1998. *Ilmu Peternakan. Edisi ke empat*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 68 hal.
- Coleman LJ, M. Lawrence. 2000. Alfalfa cubes for horses (Internet). (cited 14 April2020). Available from: [http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/id/id145/id145 .pdf](http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/id/id145/id145.pdf)
- Damayanti, E., dan E. S. Mudjajanto. 1995. *Teknologi Makanan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Dasar Menengah. Pendidikan Menengah Kejuruan, Proyek Peningkatan Pendidikan dan Kejuruan Non Teknik II. Jakarta. 153 hal.
- Diener, S., Zurbrügg, C., and Tockner, K. (2009). Conversion of Organic Material by Black Soldier Fly Larvae: Establishing Optimal Feeding Rates. *Waste Management and Research*, 27(6), 603– 610.
- Direktorat Bina Produksi. 1997. Kumpulan SNI Ransum No. 01-3930-1995. Direktorat Jenderal Peternakan. *Departemen Pertanian*. Jakarta.
- Fauzi, R.U.A., dan E.R.N. Sari. 2018. "Business Analysis of Maggot Cultivation as a Catfish Feed Alternative." *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri* 7 (1): 39–46.

- Febrian, H. 2021. Kualitas dan Sifat Fisik Wafer Berbahan Limbah Kulit Ubi Kayu dan Indigofera dengan Komposisi dan Lama Penyimpanan yang Berbeda. *Skripsi* Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Furqaanida, N. 2004. Pemanfaatan Klobot Jagung sebagai Substitusi Sumber Serat Ditinjau dari Kualitas Fisik dan Palatabilitas Wafer Ransum Komplit untuk Domba. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hammam, D.H. 2022. Uji Fisik Wafer Ransum Komplit Kambing Perah dengan Komposisi Substrat Tepung Daun Indigofera (*Indigofera* sp) dan Silase Daun Pepaya (*Carica pepaya* L) dengan Lama Penyimpanan Berbeda. *Skripsi*. Program Studi Peternakan. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Huis. A., A. Van 2013. Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annu Rev Entomol* 58: 563–83.
- 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.
- Kusumaningrum, H. D., Suliantari, Aris, D.T., Shindu, H. P. Aldilla, S. U. 2010. Cemaran Aspergillus Flavus dan Aflatoksin Pada Rantai Distribusi Produk Pakan Berbasis Jagung dan Faktor Yang Mempengaruhinya. *Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Miftahudin., F. Liman. dan Farida. 2015. Pengaruh Masa Simpan terhadap Kualitas dan Kadar Air pada Wafer limbah Pertanian Berbasis Wortel. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3 (3) : 121-126.
- Nasution, M.A.A. 2021. Kualitas Fisik Ransum Komplit Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*) Fermentasi dengan Jenis Kemasan dan Lama Penyimpanan yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Nurhidayah, A. S. 2005. Pemanfaatan Daun Kelapa Sawit dalam Bentuk Wafer Ransum Komplit Domba. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Olivier, P. A. (2004). *Bio-Conversion of Putrescent Wastes*. Washington DC: ESR LLC.
- Plumstead, P.W., A.B, Leytem., R.O, Maguire., J.W, Spears., P, Kwanyuen. J, Brake.2003. Sampling for confidence and profit. *Poult Sci*, 87(3):449-458. <https://doi:10.3382/ps.2007-00231>.
- Rachmawati., D. Buchori., P. Hidayat., S. Hem dan M.R. Fahmi. 2010. Perkembangan dan Kandungan Nutrisi Larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Startiomyidae) pada Bungkil Kelapa Sawit. *J Entomol Indonesia*. 7;28-41.
- Ramadani, D. 2021. Sifat Fisik Wafer Berbahan Silase Limbah Sayur Kol yang Disimpan dengan Jenis Kemasan yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Retnani, Y., S. Basymeleh., L. Herawati. 2009. Pengaruh jenis hijuan pakan dan lama penyimpanan terhadap sifat fisik wafer. *Jurnal Ilmu – Ilmu Peternakan* 12.(4). 195-202.
- Saenab, A. 2010. *Evaluasi Pemanfaatan Limbah Sayuran Pasar Sebagai Pakan Ternak Ruminansia di DKI Jakarta*. Balai Pengkajian Teknologi Jakarta.

- Sahwan, F. M. 1999. *Pakan Ikan dan Udang. Formulasi, Pembuatan, Analisis Ekonomi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Siregar, S. B. 1994. *Ransum Ternak Ruminansia*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Sofyan A dan A Febrisiantosa. 2007. Pakan Ternak dengan Silase. *Majalah Inovasi*. Edisi 5 Desember 2007.
- Solihin., Muhtarudin., Sutrisna. 2015. Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Kadar Air Kualitas Fisik dan Sebaran Jamur Wafer Limbah Sayuran dan Umbi-Umbian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3 (2) : 48-54
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Terjemahan : (Bambang Sumantri). PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 188 hal.
- Suhairi, L. (2007). Pemanasan Berulang terhadap Kandungan Gizi "SieReuboh" Makanan Tradisional Aceh. *jurnal*. Institut Pertanian Bogor.
- Trisyulianti, E., Suryahadi dan V. N. Rakhma. 2003. Pengaruh penggunaan molases dan tepung gaplek sebagai bahan perekat terhadap sifat fisik wafer ransum komplit. *Media Peternakan*, 26(2): 35-40.
- Wahyudi, S. A. 2020. Kualitas Fisik Dan Nutrisi Wafer Ransum Komplit Kelinci Dengan Penambahan Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus rebus*) Pada Lama Penyimpanan Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Wijandi, S. 1977. Teknik Pengolahan dan Penyimpanan Hasil Panen. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, *Jurnal Peternakan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Cetakan ke_11. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yana, S., Zairiful., P. Yadi dan P. Imelda, 2018. Karakteristik Fisik Pakan Wafer Berbasis Bungkil Inti Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*. Politeknik Negeri Lampung. Hal: 401-404.
- Yokotsuka, T., 1986. *Soy Sauce Biochemistry*. *Adv. Food. Res.* (30) 195-329.
- Yoresta, R. 2020. Kualitas Fisik Wafer Ransum Komplit Sapi Berbahan Limbah Ubi Kayu dengan Lama Penyimpanan dan Pengemasan Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. UIN Suska Riau. Pekanbaru.
- Zuhra, C. F. 2006. Cita Rasa (*Flavour*). *Skripsi*. Departemen FMIPA Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Zuhri, M.A. 2019. Kualitas Fisik Wafer yang Dikemas dengan Komposisi Bahan Penyusun dan Lama Penyimpanan yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. UIN Suska Riau. Pekanbaru.