

INVIGORASI BENIH PADI (*Oryza sativa* L.) KADALUARSA MENGGUNAKAN ZAT PENGATUR TUMBUH ALAMI PADA LAMA PERENDAMAN BERBEDA

*Invigoration of Expired Rice (*Oryza sativa* L.) Seeds Using Natural Plant Growth Regulators at Different Soaking Times Different Soaking Duration*

Annisah Nurul Fadhillah*, Tiara Septirosya, Irwan Taslapratama

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

*Email korespondensi: annisahnurulfadhillah@gmail.com

ABSTRACT

The physiological quality of expired rice seeds decreases, especially seed vigor and viability. Invigoration using natural Plant Growth Regulators (PGR) is one way to increase the vigor and viability of expired rice seeds. The purpose of this study was to obtain effective natural PGR and soaking duration, as well as the interaction of the two treatments on the invigoration of expired rice seeds. This research was conducted from November 2023 to February 2024 at the Laboratory of UPT PSBTH Riau Province. This study used a factorial Completely Randomized Design (CRD), namely natural PGR materials (distilled water, gibberellin acid (GA3), shallot extract, young coconut water, bean sprout extract, and banana stem extract) and soaking time (2, 4, and 6 hours). The parameters observed were maximum growth potential, germination rate, growth uniformity, growth speed, and vigor index. The results showed that shallot extract and bean sprout extract were effective natural PGRs for invigoration of expired rice seeds. Soaking time of 6 hours is an effective soaking time for invigoration of expired rice seeds. There is the best interaction on the use of natural PGR shallot extract with 6 hours soaking time and bean sprout extract with 6 hours soaking time.

Keywords: bean sprout extract, germination, germination rate, physiological quality.

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu serelia yang sebagian besar orang diseluruh dunia mengkonsumsi dan merupakan makanan utama bagi masyarakat Indonesia (Afdharani dkk., 2019). Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia sebanding dengan peningkatan konsumsi beras, dimana beras ini diperoleh dengan cara melepaskan kulit dari padi dengan menggunakan alat. Menurut Badan Pusat Statistik (2023), konsumsi beras pada tahun 2020 sebanyak 29, 37 juta ton, meningkat pada tahun 2021 menjadi 30,04 juta ton, dan di tahun 2022 mencapai 30,2 juta ton. Peningkatan konsumsi menjadikan Indonesia harus memproduksi padi lebih banyak setiap tahunnya. Ketersediaan benih bermutu dan Varietas Unggul Baru (VUB) merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan produksi padi di Indonesia. Menurut Novita dkk. (2020) benih yang bermutu dan VUB akan menentukan keberhasilan produksi baik dari sisi kualitas maupun kuantitas.

Salah satu proses dalam pengolahan benih padi adalah penyimpanan. Menurut Putri dkk. (2023) sel- sel dalam benih menjadi lebih tua saat benih disimpan lebih lama, yang menyebabkan kebocoran metabolit seperti gula, fosfat dan kalium yang berdampak pada vigor dan viabilitas benih. Suparto dkk. (2022) menyatakan benih padi yang disimpan petani lebih dari enam bulan dengan penyimpanan yang kurang baik, maka mutu fisiologi benih menurun (*deteriorasi*) terutama vigor dan viabilitas dan tergolong masuk pada masa kadaluarsa.

Untuk memperbaiki vigor dan viabilitas benih padi yang sudah kadaluarsa dapat dilakukan dengan cara perlakuan invigorasi. Terdapat beberapa metode invigorasi, salah satunya dengan *hydropriming* (perendaman dalam air). *Hydropriming* dapat dilakukan dengan menambahkan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) baik secara alami maupun sintetis. Penggunaan ZPT alami lebih menguntungkan karena harganya lebih murah, mudah diperoleh dan memiliki pengaruh yang hampir sama dengan ZPT sintetis terhadap proses pertumbuhan tanaman (Ningsih dan Rohmawati, 2019). Beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai ZPT alami diantaranya bawang merah, air kelapa muda, taugé dan bonggol pisang. Keberhasilan Teknik *hydropriming* dengan ZPT alami juga dipengaruhi oleh lamanya perendaman. Hal ini dikarenakan setiap benih memiliki kapasitas menyerap air yang berbeda, sehingga jumlah air yang dapat masuk ke dalamnya juga berbeda.

Bawang merah mengandung ZPT alami dalam bentuk hormon auksin dan giberelin alami. Pada penelitian Jayadi dkk. (2023) invigorasi ekstrak bawang merah dengan lama perendaman selama 6 jam berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi kecambah, tinggi tanaman, dan berat basah tanaman pada benih jagung kadaluarsa 2 tahun. Air kelapa muda mengandung kalsium (Ca), Natrium (Na), Magnesium (Mg), ferum (Fe), Cuprum (Cu), Sulfur (S), gula, protein, auksin, dan sitokinin yang berperan pendukung pembelahan sel (Hidayat dan Yamin, 2018). Berdasarkan penelitian dari Zulmi (2023) invigorasi dengan menggunakan air kelapa muda dengan lama perendaman 2 jam mampu mencapai daya berkecambah sebesar 91% pada cabai merah kadaluarsa. Taugé mengandung ZPT alami auksin 227,37 ppm, giberelin 371,56 ppm dan sitokinin 220,45 ppm (Tini dkk., 2022). Berdasarkan penelitian Nurmiati dan Gazali (2019) invigorasi dengan menggunakan ekstrak taugé dengan lama perendaman 6 jam berpengaruh terhadap panjang hipokotil dan panjang akar dari terung. Bonggol pisang memiliki kandungan sitokinin eksogen dan giberelin (Setiawan dkk., 2017). Berdasarkan penelitian dari Liana dkk. (2022) invigorasi dengan lama perendaman 4 jam dengan menggunakan ekstrak bonggol pisang mampu mencapai potensi tumbuh maksimum 85 %, daya berkecambah 85 %, dan indeks vigor 80 % pada benih cabai merah kadaluarsa selama 2 tahun. Dengan banyaknya alternatif ZPT alami yang berpotensi untuk invigorasi benih, maka diharapkan benih padi yang sudah kadaluarsa dapat digunakan kembali.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Unit Pelaksanaan Teknis Perbenihan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan Hortikultura (UPT PSBTPH). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 sampai Februari 2024.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi varietas Inpari IR *Nutri Zinc* kadaluarsa (13 bulan), bawang merah, bonggol pisang, air kelapa muda, kacang hijau, *Giberelin acid*, *aquades*, dan air. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, bak perendaman, kertas *tissue*, kertas CD, plastik ukuran 15 cm x 30 cm, timbangan analitik, pengaduk, germinator, *handsprayer*, kertas label, pinset, saringan, kain, aqua gelas, alat tulis dan kamera untuk dokumentasi.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah bahan ZPT alami (Z), yang terdiri dari 6 taraf perlakuan, yaitu :

Z0 : Aquades

Z1 : *Giberelin Acid* (GA3)

Z2 : Ekstrak bawang merah

Z3 : Air kelapa muda

Z4 : Ekstrak tauge

Z5 : Ekstrak bonggol pisang

Faktor yang kedua adalah lama perendaman dengan bahan ZPT (L) yang digunakan merujuk pada penelitian Liana dkk. (2022), yang terdiri dari 3 taraf perlakuan, yaitu :

L1 : 2 jam

L2 : 4 jam

L3 : 6 jam

Dengan demikian diperoleh 18 kombinasi perlakuan. Masing – masing perlakuan di ulang sebanyak 5 kali, dengan demikian terdapat 90 unit percobaan.

Parameter Pengamatan

1. Potensi Tumbuh Maksimum (%)

Potensi tumbuh maksimum diperoleh dengan menghitung jumlah kecambah yang tumbuh normal maupun abnormal pada 14 HST menggunakan rumus (ISTA, 2021) yaitu:

$$PTM = \frac{\sum BT}{\sum BD} \times 100\%$$

PTM : Potensi Tumbuh Maksimum

BT : Benih yang Tumbuh (normal dan abnormal)

BD : Benih yang Ditanam

2. Daya Berkecambah (%)

Daya berkecambah diperoleh dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah normal pada 14 HST menggunakan rumus (ISTA, 2021) yaitu:

$$DB (\%) = \frac{\text{jumlah kecambah normal yang dihasilkan}}{\text{Total benih yang ditanam}} \times 100\%$$

DB: Daya Berkecambah

3. Keserempakan Tumbuh (%)

Perhitungan keserempakan tumbuh dihitung berdasarkan persentase kecambah normal pada 10 HST menggunakan rumus (ISTA, 2021):

$$K_s T = \frac{\sum KN \text{ hari ke } -10}{\sum \text{Total benih yang ditanam}} \times 100\%$$

K_sT : Keserempakan Tumbuh

KN : Kecambah Normal

4. Kecepatan Tumbuh (%/etmal)

Kecepatan tumbuh dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal yang dihitung setiap hari selama 14 hari menggunakan rumus Tefa (2017):

$$KCT (\%/Etmal) = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \dots + \frac{Nn}{Dn}$$

KCT : Kecepatan Tumbuh

N_1, N_2, \dots, N_n : Kecambah normal pada hari 1, 2, ..., n, hari setelah tanam

D_1, D_2, \dots, D_n : Hari pengamatan

1 Etmal : 1 hari

5. Indeks Vigor

Indeks vigor dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal pada hitungan pertama (*first count*) yaitu pada hari ke-5 menggunakan rumus:

$$IV (\%) = \frac{\sum \text{Benih berkecambah pada hitungan pertama}}{\sum \text{Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

IV : Indeks Vigor

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji ANOVA. Analisis sidik ragam dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 23.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Tumbuh Maksimum

Potensi tumbuh maksimum merupakan salah satu parameter viabilitas benih. Nilai dari potensi tumbuh menunjukkan kondisi viabilitas benih tersebut (Kolo dan Tefa, 2016). Hasil penelitian rerata potensi tumbuh maksimum benih padi kadaluarsa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Potensi Tumbuh Maksimum Benih Padi Kadaluarsa pada Perlakuan ZPT Alami dan Lama Perendaman Berbeda

ZPT	Potensi Tumbuh Maksimum (%)		
	Lama Perendaman (Jam)		
	2	4	6
Aquades	42.00 ^{Cc}	48.80 ^{Bd}	73.20 ^{Ac}
<i>Giberalin acid</i> (GA3)	80.00 ^{Bb}	81.60 ^{Bbc}	94.00 ^{Aab}
Ekstrak Bawang Merah	90.80 ^{Ba}	91.60 ^{Ba}	98.40 ^{Aa}
Air Kelapa Muda	84.40 ^{Aab}	87.20 ^{Aab}	90.40 ^{Ab}
Ekstrak Tauge	85.20 ^{Bab}	86.80 ^{Bab}	93.60 ^{Aab}
Ekstrak Bonggol Pisang	81.60 ^{Aab}	75.60 ^{Ac}	88.80 ^{Ab}

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji *Duncan* pada taraf 5%. Huruf kapital dibaca horizontal (baris) dan huruf kecil dibaca arah vertikal (kolom).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ZPT alami dengan berbagai lama perendaman terdapat interaksi terhadap potensi tumbuh maksimum benih padi kadaluarsa. Benih padi yang direndam dengan ZPT alami ekstrak bawang merah selama 6 jam menunjukkan hasil rata-rata potensi tumbuh tertinggi sebesar 98,40% dibandingkan dengan perendaman ekstrak bawang merah selama 2 atau 4

jam. Ini menunjukkan bahwa perendaman ekstrak bawang merah selama 6 jam mengoptimalkan imbibisi ekstrak bawang merah ke dalam benih dan berdampak pada proses perkecambahan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Dewi dan Miftakhurrohmah (2022) bahwa interaksi antara ZPT dan lama perendaman yang tepat memungkinkan benih untuk berkecambah dan berkembang dengan baik. Kandungan auksin dan giberelin yang tinggi dalam bawang merah, masing-masing 251,76 ppm auksin dan 594,12 ppm giberelin (Tini dkk., 2022). Auksin memiliki peran krusial bagi pertumbuhan tanaman ketika benih direndam dalam air atau larutan dalam waktu tertentu, air diserap oleh kulit benih (testa) dan bergerak ke dalam biji. Proses ini merangsang produksi enzim – enzim dan proses metabolisme yang diperlukan untuk proses berkecambah sehingga proses perkecambahan tidak berlangsung lama (Dzakwan dkk., 2023)

Zat pengatur tumbuh alami air kelapa muda dengan perendaman 2 jam memberikan potensi tumbuh maksimum rata-rata 84,40% pada benih padi kadaluarsa. Diduga perendaman selama 2 jam dengan menggunakan air kelapa, benih dapat memulai proses imbibisi, yang melibatkan penyerapan mineral seperti auksin dan sitokinin, yang merupakan fase awal proses berkecambah. Junaidi dkk. (2018) menyatakan bahwa sitokinin dalam air kelapa muda membantu embrio berkembang, dan auksin berfungsi sebagai prekursor selama perkecambahan dan mineral pada air kelapa muda akan digunakan untuk pertumbuhan bibit, sehingga benih dapat tumbuh semaksimal mungkin.

Benih padi kadaluarsa yang direndam dengan menggunakan ZPT alami ekstrak tauge dengan lama perendaman 6 jam menunjukkan respon yang efektif pada potensi tumbuh maksimum. Pratama dkk. (2018) menyatakan benih yang direndam dengan ekstrak tauge yang mengandung auksin dapat membantu pemanjangan sel, pembentukan akar dan tunas sehingga dapat mendorong pertumbuhan tanaman.

Benih padi kadaluarsa yang diberi perlakuan ekstrak bonggol pisang dengan lama perendaman 2 jam menghasilkan potensi tumbuh maksimum yang efektif yaitu 81,60%. Diduga perendaman selama 2 jam benih sudah mampu menyerap kandungan unsur hara yang terdapat pada ekstrak bonggol pisang. Lusiana (2013) menyatakan bahwa lama penyerapan ZPT berkaitan dengan lama perendaman. Bonggol pisang mengandung auksin, sitokinin dan giberelin (Khair dkk., 2013). Giberelin berperan penting dalam merangsang perkecambahan (Tana dan Hasriani, 2017).

Daya Berkecambah

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa daya berkecambah dipengaruhi oleh ZPT alami dan lama perendaman. Menurut ISTA (2021) secara umum rata – rata daya berkecambah yang memenuhi standar mutu benih adalah memiliki daya berkecambah minimal > 80%. Hasil penelitian rerata daya berkecambah benih padi kadaluarsa dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2. terdapat interaksi antara ZPT alami dan lama perendaman yang berbeda terhadap daya berkecambah benih padi kadaluarsa. Benih padi yang direndam dengan ZPT alami ekstrak bawang merah dengan lama perendaman 6 jam menunjukkan nilai daya berkecambah tertinggi (96,80%). Diduga terjadi karena adanya senyawa auksin dan giberelin pada ekstrak bawang merah, dimana lamanya perendaman benih menyebabkan benih mengalami imbibisi. Bawang merah memiliki kandungan auksin 251,76 ppm dan giberelin yang tinggi 594,12 ppm (Tini dkk., 2022). Menurut Adnyana dkk. (2022) perendaman dengan penambahan ekstrak bawang merah menyebabkan benih mengalami imbibisi sehingga benih memperoleh tambahan hormon giberelin eksogen, dengan meningkatnya senyawa giberelin endogen di dalam benih, dapat memacu

mengaktifkan enzim amilase dan enzim hidrolis lainnya yang berperan memecah cadangan makanan. Bahan tersebut akan memberikan energi bagi perkembangan embrio diantaranya radikula yang akan menghancurkan endosperma atau kulit biji yang menjadi faktor pembatas perkecambahan yang menjadikan benih mengalami perkecambahan.

Tabel 2. Rerata Daya Berkecambah Benih Padi Kadaluarsa pada Perlakuan ZPT Alami dan Lama Perendaman Berbeda

ZPT	Daya Berkecambah (%)		
	Lama Perendaman (Jam)		
	2	4	6
Aquades	30.40 ^{Cc}	43.20 ^{Bc}	68.80 ^{Ac}
Giberelin acid (GA3)	73.20 ^{Bb}	79.20 ^{Ba}	92.00 ^{Aa}
Ekstrak Bawang Merah	89.60 ^{Ba}	85.20 ^{Ba}	96.80 ^{Aa}
Air Kelapa Muda	67.20 ^{Bb}	69.20 ^{Bb}	79.60 ^{Ab}
Ekstrak Tauge	84.40 ^{Ba}	86.00 ^{Ba}	92.00 ^{Aa}
Ekstrak Bonggol Pisang	72.80 ^{Ab}	68.80 ^{Ab}	72.80 ^{Ac}

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji *Duncan* pada taraf 5%. Huruf kapital dibaca horizontal (baris) dan huruf kecil dibaca arah vertikal (kolom).

Perlakuan benih padi yang direndam menggunakan ZPT alami air kelapa muda menunjukkan lama perendaman 6 jam menghasilkan daya berkecambah tertinggi (79,60%). Diduga lama perendaman selama 6 jam dengan menggunakan air kelapa muda merupakan waktu yang tepat untuk benih dapat berkecambah. Hal ini sesuai dengan Lubis dkk. (2018) menyatakan bahwa benih akan berkecambah dengan normal apabila durasi perendamannya tepat. Air kelapa muda mengandung giberelin, auksin dan sitokinin yang mendukung dalam proses pembelahan sel pada benih, meningkatkan laju imbibisi, dan membantu dalam merombak cadangan makanan untuk benih (Aisyah dkk., 2020).

Perlakuan perendaman ZPT alami ekstrak tauge menunjukkan daya berkecambah tertinggi (92,00%) pada benih padi kadaluarsa. Diduga perendaman benih selama 6 jam dengan menggunakan ekstrak tauge dapat melunakkan kulit biji sehingga dapat mempercepat perkecambahan. Syahliandra dkk. (2022) menyatakan benih yang direndam dengan larutan ekstrak tauge dapat melunakkan kulit biji sehingga oksigen masuk dengan mudah kedalam benih yang akan mempercepat pertumbuhan plumula dan radikula. Tini dkk. (2022) menyatakan ekstrak tauge memiliki senyawa zat pengatur tumbuh auksin 227,37 ppm, giberelin 371,56 ppm dan sitokinin 220,45 ppm. Menurut Un dkk. (2018) tauge mengandung giberelin yang digunakan untuk meningkatkan enzim hidrolitik yang memecah cadangan makanan dalam biji seperti amilase yang akan memberikan energi bagi perkembangan embrio.

Benih padi kadaluarsa yang direndam menggunakan perlakuan bonggol pisang dengan lama perendaman 2 jam sudah efektif untuk meningkatkan daya keambah benih padi kadaluarsa (72,80%). Diduga perendaman dengan menggunakan bonggol pisang yang mengandung hormon alami dan mikroorganisme sehingga benih dapat berkecambah dengan cepat. Hal ini didukung oleh Tardi (2021) bonggol pisang memiliki kandungan hormon dan fitokimia sehingga dapat mempercepat proses perkecambahan dengan melunakkan biji dan terhindar dari serangan bakteri. Pada perlakuan ini nilai daya berkecambah belum memenuhi standar mutu benih <80%.

Keserempakan Tumbuh

Keserempakan tumbuh benih padi kadaluarsa berpengaruh nyata terhadap ZPT alami dan lama perendaman. Tidak terdapat interaksi pada keserempakan tumbuh antara perlakuan ZPT alami dengan lama perendaman. Menurut Fitriah dkk. (2020) nilai keserempakan tumbuh benih harus berkisar antara 40-70 %, yang mana jika nilai keserempakan tumbuh diatas 70% mengindikasikan bahwa benih memiliki vigor yang sangat tinggi dan sebaliknya. Rerata keserempakan tumbuh benih padi kadaluarsa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Keserempakan Tumbuh Benih Padi Kadaluarsa pada Perlakuan ZPT Alami dan Lama Perendaman Berbeda

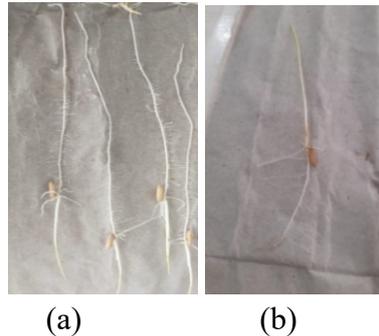
Perlakuan	Keserempakan Tumbuh (%)
ZPT	
Aquades	40,13 ^c
<i>Giberalin acid</i> (GA3)	73,47 ^b
Ekstrak Bawang Merah	81,47 ^a
Air Kelapa Muda	74,67 ^b
Ekstrak Tauge	80,93 ^a
Ekstrak Bonggol Pisang	70,53 ^b
Lama Perendaman	
2 Jam	65,67 ^b
4 Jam	65,20 ^b
6 Jam	79,73 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing – masing perlakuan tidak berbeda nyata menurut uji *Duncan* pada taraf 5%.

Pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa faktor tunggal ZPT ekstrak bawang merah memberikan hasil tertinggi pada keserempakan tumbuh yaitu 81,47% yang tidak berbeda nyata dengan ZPT ekstrak tauge yaitu 80,93%. Hal ini diduga karena didalam ekstrak bawang merah dan ekstrak tauge mengandung giberelin yang lebih tinggi dibandingkan dengan ZPT alami lainnya sehingga pada ekstrak bawang merah dan ekstrak tauge benih dapat tumbuh dengan persentase keserempakan tumbuh yang lebih tinggi. Menurut Tini dkk. (2022) menyatakan bahwa bawang merah memiliki kandungan giberelin 594,12 ppm dan ekstrak tauge mengandung giberelin 371,56 ppm sedangkan giberelin pada bonggol pisang yaitu 104,12 ppm dan pada air kelapa muda menurut Sari dkk. (2024) mengandung giberelin 38,7348 ppm. Murrinie dkk. (2021) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar giberelin maka akan meningkatkan pertumbuhan kecambah. Fujianti dkk. (2018) menambahkan giberelin dengan kadar yang tinggi atau optimum dapat meningkatkan perluasan dinding sel sehingga dinding sel menjadi elastis yang akan mendorong pertumbuhan plumula dan radikula sehingga proses perkecambahan menjadi serempak.

Perlakuan ZPT ekstrak bawang merah merupakan perlakuan yang efektif dibandingkan dengan perlakuan ZPT ekstrak tauge, walaupun secara statistik tidak ada perbedaan yang nyata tetapi berdasarkan pengamatan visual dilapangan, benih padi yang diberi perlakuan ZPT ekstrak bawang merah menunjukkan benih lebih vigor karena benih lebih cepat tumbuh, benih tumbuh normal lebih kuat seperti memiliki akar yang lebih panjang dan plumula lebih besar dan sedikit

benih yang menunjukkan gejala abnormal. Pengamatan Visual kecambah yang diberi perlakuan ZPT bawang merah dan taugé dapat dilihat pada Gambar 1.



(a) (b)
Gambar 1. Pengamatan Visual Kecambah Padi
a. Ekstrak Bawang Merah b. Ekstrak Tauge

Faktor tunggal lama perendaman menunjukkan keserempakan tumbuh tertinggi dijumpai pada perlakuan perendaman 6 jam yaitu 79,73%. Hal ini diduga lama perendaman selama 6 jam dapat memungkinkan kulit benih menjadi permeabel dan memungkinkan air dan gas dapat masuk ke dalam benih. Hal ini sesuai dengan Sakinah dkk. (2023) menyatakan bahwa kulit benih yang permeabel menyebabkan air dan gas lebih cepat masuk sehingga terjadilah proses imbibisi.

Tidak terjadinya interaksi antara ZPT alami dengan lama perendaman pada keserempakan tumbuh diduga salah satu faktor memiliki sifat yang lebih dominan dibandingkan faktor lainnya, sehingga kedua faktor tidak saling berpengaruh. Hal ini sesuai dengan pendapat Lubis dkk. (2018) menyatakan apabila suatu faktor saling menutupi faktor lainnya maka interaksi yang ditunjukkan tidak akan bersifat nyata. Faktor yang memiliki sifat dominan diduga adalah ZPT alami, dikarenakan ZPT alami mengandung hormon yang dapat memacu pertumbuhan. Menurut Asra dkk. (2020) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi dan mengontrol metabolisme, pertumbuhan maupun perkembangan tanaman adalah ZPT atau hormon tanaman diantaranya hormon auksin, dan giberelin. Pemberian ZPT dapat menambah konsentrasi fitohormon pada tanaman, sehingga dapat menambah daya serap air serta unsur hara (Dzakwan dkk., 2023). Ditambahkan oleh Putra dkk. (2022) tidak ada interaksi antara perlakuan konsentrasi ZPT dan lama perendaman dikarenakan faktor konsentrasi ZPT lebih dominan terhadap faktor lama perendaman.

Kecepatan Tumbuh

Kecepatan tumbuh benih padi kadaluarsa dipengaruhi secara nyata pada perlakuan ZPT alami dan lama perendaman. Tidak terdapat interaksi pada keserempakan tumbuh antara perlakuan ZPT alami dengan lama perendaman. Menurut Kurniawan dkk. (2023) kriteria benih yang memiliki vigor yang kecepatan tumbuh yang kuat yaitu nilai kecepatan tumbuh >30%. Rerata kecepatan tumbuh benih padi kadaluarsa dapat dilihat pada Tabel 4.

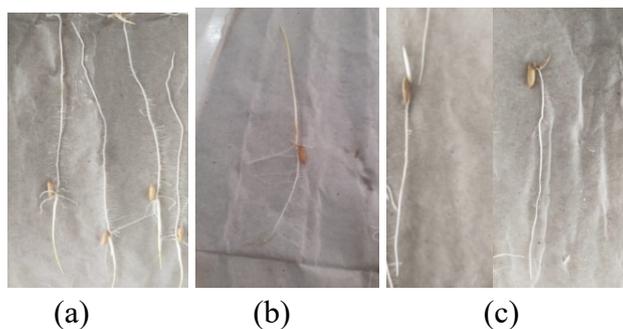
Tabel 4. Rerata Kecepatan Tumbuh Benih Padi Kadaluarsa pada Perlakuan ZPT Alami dan Lama Perendaman Berbeda

Perlakuan	Kecepatan Tumbuh (%/Etmal)
ZPT	
Aquades	27.81 ^c
<i>Giberelin acid</i> (GA3)	59.63 ^a
Ekstrak Bawang Merah	60.32 ^a
Air Kelapa Muda	59.47 ^a
Ekstrak Tauge	56.78 ^a
Ekstrak Bonggol Pisang	49.32 ^b
Lama Perendaman	
2 Jam	45.45 ^c
4 Jam	48.06 ^b
6 Jam	63.16 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama pada masing – masing perlakuan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4. Faktor tunggal ZPT alami menunjukkan kecepatan tumbuh tertinggi dijumpai pada perlakuan ekstrak bawang merah yaitu 60,32%, yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan *Giberelin acid* (59,63%), air kelapa muda (59,47%) dan ekstrak tauge (56,78%). Hal ini diduga karena bawang merah, air kelapa muda dan ekstrak tauge mengandung hormon auksin dan giberelin yang dapat mempercepat perkecambahan. Hal ini sesuai dengan Dharma dan Maryani (2019) bahwa benih yang direndam dengan hormon mampu mempercepat perkecambahan dengan cara melunakkan lapisan kulit yang keras sehingga air dan oksigen dengan mudah masuk ke dalam benih. Menurut Rusmin dkk. (2011) auksin berperan penting dalam mempercepat perkecambahan yaitu dengan memacu pemanjangan sel yang menyebabkan pemanjangan akar. Sedangkan giberelin, menurut Neto *et al.* (2017), giberelin dapat mempercepat proses perkecambahan benih dan pemunculan kecambah sehingga kecambah menjadi lebih tinggi.

Walaupun secara statistik tidak ada perbedaan nyata pada ketiga ZPT tersebut, namun ZPT ekstrak bawang merah merupakan ZPT yang paling efektif dikarenakan benih yang diberi ekstrak bawang merah berdasarkan pengamatan dilapangan menunjukkan lebih cepat berkecambah, banyak kecambah yang memiliki akar yang lebih panjang serta plumula yang lebih besar. Kecambah yang diberi ZPT alami bawang merah, tauge dan air kelapa muda dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengamatan Plumula dan Akar Kecambah Padi
a. Ekstrak Bawang Merah b. Ekstrak Tauge c. Air Kelapa Muda

Pada perlakuan faktor tunggal ZPT ekstrak bonggol pisang menunjukkan hasil kecepatan tumbuh terendah setelah kontrol yaitu 49,32%. Diduga konsentrasi bonggol pisang yang diberikan kepada benih padi yang sudah kadaluarsa tidak sesuai sehingga kandungan hormon pada bonggol pisang tidak bisa terserap secara maksimal oleh benih yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan Hamzah dkk. (2016) bahwa konsentrasi ZPT yang tidak sesuai untuk perendaman benih, maka akan menghambat sel sel sehingga akan menghambat air dari media yang digunakan untuk proses pelarutan cadangan makanan.

Faktor tunggal lama perendaman menunjukkan kecepatan tumbuh tertinggi dijumpai pada perlakuan perendaman 6 jam yaitu 63,16%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin lama benih direndam maka semakin cepat benih untuk tumbuh. Menurut Ayuningtyas dkk. (2017) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu perendaman akan menyebabkan penyerapan air yang banyak yang mengakibatkan perubahan fisiologis pada biji sehingga dapat mempercepat benih untuk berkecambah.

Tidak adanya interaksi antara perlakuan ZPT alami dengan lama perendaman diduga salah satu faktor memiliki sifat yang lebih dominan dibandingkan dengan faktor lainnya, sehingga kedua faktor tersebut menunjukkan interaksi tidak bersifat nyata. Hal ini sesuai dengan pendapat Lubis dkk. (2018) jika salah satu faktor menutupi faktor lainnya, interaksi yang ditunjukkan tidak akan nyata. Faktor yang dominan diduga adalah ZPT alami dikarenakan dengan pemberian ZPT pada tanaman dapat meningkatkan kandungan konsentraasi sehingga dapat mempercepat serapan air dan unsur hara. Hal ini sesuai dengan Dzakwan dkk. (2023) Pemberian ZPT dapat meningkatkan konsentrasi fitohormon pada tanaman sehingga meningkatkan serapan air dan unsur hara. Putra dkk. (2022) menambahkan tidak terjadi interaksi antara perlakuan konsentrasi ZPT dengan lama perendaman, karena faktor konsentrasi ZPT lebih dominan dibandingkan dengan faktor lama perendaman.

Indeks Vigor

Indeks vigor benih padi kadaluarsa dipengaruhi secara nyata oleh interaksi antara perlakuan ZPT alami dan lama perendaman. Indeks vigor digunakan untuk mengetahui kemampuan tumbuh benih normal dengan baik, kuat, cepat dan memiliki struktur kecambah yang normal (Harsono dkk., 2021). Rerata indeks vigor benih padi kadaluarsa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Indeks Vigor Benih Padi Kadaluarsa pada Perlakuan ZPT Alami dan Lama Perendaman Berbeda

ZPT	Indeks Vigor (%)		
	Lama Perendaman (Jam)		
	2	4	6
Aquades	16.40 ^{Bc}	26.40 ^{Ac}	32.00 ^{Ac}
Giberalin acid (GA3)	66.00 ^{Ba}	71.20 ^{Ba}	82.40 ^{Aa}
Ekstrak Bawang Merah	70.00 ^{Ba}	70.00 ^{Ba}	85.20 ^{Aa}
Air Kelapa Muda	66.80 ^{Ba}	74.40 ^{Aba}	79.20 ^{Aa}
Ekstrak Tauge	51.20 ^{Bb}	70.00 ^{Aa}	77.20 ^{Aa}
Ekstrak Bonggol Pisang	47.20 ^{Bb}	43.60 ^{Bb}	65.20 ^{Ab}

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji *Duncan* pada taraf 5%. Huruf kapital dibaca horizontal (baris) dan huruf kecil dibaca arah vertikal (kolom).

Tabel 5. menunjukkan bahwa benih padi yang direndam dengan ZPT alami ekstrak bawang merah dengan lama perendaman 6 jam menunjukkan nilai indeks vigor tertinggi (85,20%). Lamanya perendaman diduga akan meningkatkan proses imbibisi yang akan berdampak pada peningkatan indeks vigor benih yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Suyatmi (2011) menyatakan bahwa perendaman benih dalam larutan ZPT menyebabkan kulit benih menjadi lunak, sehingga air dan gas dapat berdifusi masuk dan senyawa inhibitor perkecambahan larut kedalam air selama proses perendaman. Bawang merah memiliki kandungan auksin 251,76 ppm dan giberelin yang lebih tinggi 594,12 ppm (Tini dkk., 2022). Berdasarkan hasil penelitian Suhendra dkk. (2016) giberelin dapat mengembalikan vigor benih yang telah menurun. Noviana dkk. (2021) menambahkan kandungan giberelin yang diberikan secara eksogen memiliki kemampuan untuk mempercepat perkecambahan dan mengaktifkan reaksi enzimatik pada benih sehingga membuat tanaman menjadi vigor.

Benih padi kadaluarsa yang direndam dengan ZPT alami air kelapa muda dengan lama perendaman 4 jam sudah efektif dengan nilai indeks vigor 74,40%. Hal ini diduga bahwa benih padi kadaluarsa sudah mampu menyerap ZPT secara maksimal sehingga tanaman menjadi lebih vigor. Hal ini didukung oleh Lubis dkk. (2018) menyatakan bahwa periode perendaman pada benih berkaitan dengan ZPT yang diserap, apabila lama perendaman tepat maka benih akan menyerap ZPT tersebut dengan optimum sehingga benih akan berkecambah dengan optimum. Air kelapa mengandung auksin 11,38 ppm, giberelin 38,73 ppm dan sitokinin 7,94 ppm. Menurut Asra dkk. (2020) hormon auksin yang terdapat dalam air kelapa muda dapat meningkatkan proses metabolisme dan biokimia dalam benih serta meningkatkan proses imbibisi yang akan berdampak pada peningkatan indeks vigor yang dihasilkan. Sedangkan giberelin yang terdapat pada air kelapa muda menurut Hasnuidah dan Suwandi (2016) giberelin dapat mengatasi dormansi pada biji dengan cara pemanjangan sel sehingga radikula dapat menembus endosperma dan kulit biji yang membatasi pertumbuhannya.

Pada perendaman benih padi kadaluarsa dengan menggunakan ekstrak tauge dengan lama perendaman 4 jam memberikan nilai rata-rata indeks vigor yang sudah efektif (70,00%). Hal ini diduga lamanya waktu perendaman menggunakan ekstrak tauge yang mengandung fitohormon sudah dapat mempercepat pertumbuhan plumula dan radikula sehingga tanaman lebih cepat berkecambah. Hal ini didukung oleh Tini dkk. (2022) berdasarkan hasil penelitiannya ekstrak tauge memiliki senyawa zat pengatur tumbuh auksin 227,37 ppm, giberelin 371,56 ppm dan sitokinin 220,45 ppm.

Benih padi yang direndam dengan ZPT alami ekstrak bonggol pisang dengan lama perendaman 6 jam menunjukkan nilai indeks vigor tertinggi dibandingkan pemberian ekstrak bonggol pisang dengan perendaman 2 atau 4 jam (65,20%). Diduga waktu perendaman benih dengan menggunakan bonggol pisang yang mengandung senyawa auksin, giberelin dan sitokinin sesuai sehingga benih lebih cepat berkecambah. Berdasarkan hasil penelitian Tini dkk. (2022) bonggol pisang memiliki kandungan auksin (94,20 ppm), kinetin (178,82 ppm), zeatin (138,53 ppm), dan giberelin (104,12 ppm). Menurut Liana dkk. (2022) ekstrak bonggol pisang mengandung hormon alami giberelin yang dapat mempercepat proses pembelahan sel dan perkembangan embrio serta memacu perkecambahan.

KESIMPULAN

Invigorasi benih padi kadaluarsa menggunakan ZPT alami ekstrak bawang merah dan ekstrak taugé menunjukkan ZPT alami yang efektif. Lama perendaman 6 jam merupakan waktu yang efektif pada perendaman menggunakan ZPT alami untuk invigorasi benih padi kadaluarsa. Interaksi terbaik ditunjukkan pada penggunaan ZPT alami ekstrak bawang merah yang direndam selama 6 jam dan ZPT alami ekstrak taugé yang direndam selama 6 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. K. D., Mahfudz, & Syamsiar. (2022). Pengaruh Perendaman Ekstrak Bawang Merah (*Allium cepa* L.) terhadap Viabilitas Benih Kopi Robusta (*Coffea canephora*). *J. Agrotekbis*, 10(2), 337- 347.
- Afdharani, R., Bakhtiar, & Hasanuddin. (2019). Pengaruh Bahan Invigorasi dan Lama Perendaman pada Benih Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(1), 169-183.
- Aisyah, N., Jumar, & Tuti, H. (2020). Respon Viabilitas Benih Padi (*Oryza sativa* L.) pada Perendaman Air Kelapa Muda. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, 3(2), 8-14.
- Asra, R., R. A . Samarlina, & M. Silalahi. (2020). *Hormon Tumbuhan*. Jakarta: UKI Press.
- Ayuningtyas, V. K., Tahir, M & Same, M. (2017). Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Giberelin (GA3) pada Pertumbuhan Benih Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia* L.). *Jurnal AIP*, 5(1), 29-38.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Rata - Rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Padi - Padian Perkabupaten/Kota (Satuan Komoditas), 2021 -2022. https://www.bps.go.id/indicator/5/2094/1/rata-rata-konsumsi_perkapita-seminggu-menurut-kelompok-padi-padian-per-kabupaten_kota.html. Diakses 06 Oktober 2023.
- Dewi, A. A., & Miftakhurrohmat, A. (2022). Pengaruh Jenis ZPT Alami dan Lama Perendaman terhadap Perkecambahan Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agriculture*, 17(1), 1-16.
- Dharma, K. S., & Maryani, M. (2019). The Effect of Priming Duration with Salicylic Acid Under Salinity Stress on Growth and Leaf Anatomy of Sweet Corn (*Zea mays* L.). *Agricultural Science*, 3(1), 36-45.
- Dzakwan, A., Halimursyadah, & Kurniawan, T. (2023). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dalam Ekstrak Bawang Merah (*Allium asscalonicum*) terhadap Viabilitas Benih Cabai (*Capsicum annum* L.) Kadaluarsa. *J. Agrotek*, 18(2), 95-104.
- Fitriah, A., Jumar & Wahdah, R.. (2020). Pengaruh Pemberian Larutan Taugé dan Larutan Bawang Merah terhadap Perkecambahan Benih Padi. *Crop Agro*, 14(1), 42-50.
- Hamzah, R. Puspitasari, & Napisah, S. (2016). Pengaruh Konsentrasi Indole Butyric Acid (IBA) dan Lama Perendaman terhadap Pertumbuhan Stek Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.). *J. Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 18(1), 69 – 80.

- Harsono, N. A., Bayfurqon, F. M, & Azizah, E, (2021). Pengaruh Periode Simpan dan Konsentrasi Ekstrak Bawang Merah (*Allium cepa* L.) terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Timun Apel (*Cucumis* sp.). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(5), 14-26.
- Hasnuidah, N. & T. Suwandi. (2016). *Fisiologi Tumbuhan*. Innosia. Yogyakarta. 212 Hal.
- Hidayat, T. & Yamin, M. (2018). Aplikasi Perendaman ZPT terhadap Perkecambahan Benih Kapas (*Gossyium hirsutum* L.). Prosiding Seminar Nasional Universitas Cokrominoto Palopo. Malang, 1 Desember 2018.
- ISTA. (2021). *International Rules For Seed Testing* . Switzerland: The International Seed Testing Association. Basserdorf , CH.
- Jayadi, W., Adnan, R. Utami, R. S, & Fransisko, E. (2023). Konsentrasi dan Lama Perendaman Ekstrak Bawang Merah (*Allium cepa* L.) terhadap Invigorasi Benih Jagung (*Zea mays* L.) Kadaluarsa. *Jurnal Ilmu Tanaman*, 3(1), 17-26.
- Junaidi, I. Lapanjang, & Baharudin. (2018). Invigorasi Benih Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Kadaluarsa dengan Aplikasi Air Kelapa Muda dan Lama Inkubasi. *Jurnal MitraSains*, 6(1), 31-42.
- Kolo, E. & Tefa, A. (2016). Pengaruh Kondisi Simpan terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Jurnal Savana Cendana*, 1(03), 112-115.
- Kurniawan, M., Utami, E.P, & Rachmawati, Y.S. (2023). Efektivitas Ekstrak Tauge dengan Periode Perendaman terhadap Invigorasi Benih Tomat (*Solanum lycopersicum*) yang telah Mengalami Kemunduran. Prosiding Seminar Nasional Pertanian 2023. Bandung, 19 Agustus 2023
- Liana, N. F., Anwar, S & Kusmiyati, F. (2022). Pengaruh Hormon Alami dan Lama Perendaman Benih Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Kadaluarsa terhadap Perkecambahan, Pertumbuhan, dan Produksinya. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(3), 155-164.
- Lubis, R. R., Kurniawan, T, & Zuyasna. (2018). Invigorasi Benih Tomat Kadaluarsa dengan Ekstrak Bawang Merah pada Berbagai Konsentrasi dan Lama Perendaman. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(4), 175-184.
- Murrinie, E.D., Sudjianto, U, & Ma'rufa, K. (2021). Pengaruh Giberelin terhadap Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Semai Kawista (*Feronia limonia* (L.) Swingle). *Jurnal Agritech*. 23(2), 183-191.
- Neto, F. J. D., Dalanhhol S.J, Machry, M, A.P. Junior, A.P, Rodrigues, J.D, & Ono. E.O. (2017). Effects of Plant Growth Regulators on Eggplant Seed Germination and Seedling Growth. *Australian Journal of Crop Science*. 11(10), 1277-1282.
- Ningsih, E. P. & Rohmawati, I. (2019). Respon Stek Pucuk Tanaman Miana (*Coleus atropurpureus* (L.) Benth) terhadap Pemberian Zat Pengatur Tumbuh. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(2), 277-281.
- Noviana, Y., Meiriani, & Irmansyah, T. (2021). Respons Perkecambahan Benih Kopi Robusta (*Coffea robusta* L.) terhadap Pemberian dan Lama Perendaman Zat Pengatur Tumbuh Alami. *Jurnal Pertanian Tropik*, 8(3), 195-202.

- Novita, D., Sari, L. A & Hendrawan, D. (2020). Persepsi dan Tingkat Kepuasan Petani dalam Penggunaan Benih Padi Bersertifikasi di Kecamatan Galang Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Agribisnis Sumatera Utara*, 13(2), 136-143.
- Nurmiati & Gazali, Z. (2019). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Ekstrak Tauge (*Vigna radiata* L.) terhadap Perkecambahan Terung (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(1), 41-46.
- Pratama, A., Santosa, T.N.B & Suandari, T. (2018). Pengaruh Ekstrak Bawang Merah dan Tauge Serta Lama Perendaman Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Pre Nursery. *Jurnal Agromast*, 3(1), 1-12.
- Putra, A.H.T., Wijayanto, B & Wartapa, A. (2022). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Air Kelapa pada Proses Invigorasi terhadap Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(2),74-83.
- Putri, N.K., Darmawati, I.A, & Astawa I.N. (2023). Pengaruh Lama Penyimpanan Benih dan Konsentrasi Rendaman Air Kelapa terhadap Viabilitas Benih Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agrotop*, 13(2), 289-299.
- Rusmin, D., Suwarno, F.C & Darwati, I. (2020). Pengaruh Pemberian GA3 pada Berbagai Konsentrasi dan Lama Imbibisi terhadap Peningkatan Viabilitas Benih Puroceng (*Pimpinella pruatjan* Molk.). *Jurnal Littri*. 17(3), 89-94.
- Sakinah, F., Purnamaningsih, S.L, & Yulianah, I. (2023). Respon Benih Cabai (*Capsicum annum* L.) Kadalua terhadap Lama Perendaman dan Macam ZPT Alami pada Viabilitas, Vigor dan Pertumbuhan Bibit. *Jurnal Produksi Tanaman*, 11(3), 199-208.
- Sari, R., Rianto, J, & Setya, R.T. (2024). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Air Kelapa pada Proses Invigorasi terhadap Viabilitas Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Riset Agroteknologi Berkelanjutan*, 1(1), 17-27.
- Setiawan, A.K., B.H. Pauliz, B.H, & Enny, R. (2017). Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Mol Bonggol Pisang terhadap Pertumbuhan Kacangan *Mucuna bracteata*. *Jurnal Agromast*, 2(2), 1–12.
- Suhendra, D., Nisa, T.C, & Hanafiah, D.S. (2016). Efek konsentrasi Hormon Giberelin (GA3) dan Lama Perendaman pada Berbagai Pembelahan terhadap Perkecambahan Benih Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Pertanian Tropik*, 3(3), 238-248.
- Suparto, H., M. I. Nugraha, & I. P. Kulu. 2022. Invigorasi Benih Tiga Varietas Padi (*Oryza sativa* L) dengan Larutan Tauge. *Jurnal Penelitian UPR*, 2(2): 83- 92.
- Tana, D. P. & Hasriani, B. (2017). Efektivitas Berbagai Jenis ZPT Alami terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Markisa Ungu (*Passiflora Edulis*). *Jurnal Agrosaint*, 8(2), 98-101.
- Tardi. (2021). Pengaruh Mol Bonggol Pisang dan Pupuk NPK Phoska terhadap Pertumbuhan Serta Produksi Terung Telunjuk (*Solanum melongena* L.) *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau.
- Tini, E.W., Sakhidin, Saparso, & Haryanto, T.A.D. (2022). Kandungan Hormon Endogenous pada Tanaman Hortikultura. *Jurnal Galung Tropika*. 11(2), 132-142.

- Un, V., Farida, S, & Tito, S. I. (2018). Pengaruh Jenis Zat Pengatur Tumbuh terhadap Perkecambahan Benih Cendana (*Santalum album* Linn.). *J. of Indonesian Green Technology*, 7(1), 27-34.
- Zulmi, D. R. (2023). Invigorasi Benih Cabai Merah Kadaluarsa dengan Menggunakan Air Kelapa Muda pada Lama Perendaman Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan perternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. Riau.