

**PENGARUH APLIKASI BIO-INVIGORASI DAN LAMANYA PERENDAMAN BENIH  
KEDALUWARSA PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL CABAI RAWIT (*Capsicum  
frutescens* L.)**

**EFFECT OF BIO-INVIGORATION APPLICATION AND SOAKING DURATION OF EXPIRED  
SEEDS ON GROWTH AND YIELD OF CHILI (*Capsicum frutescens* L.)**

Anisa Umu Zarah, Syaiful Anwar, Rosyida\*

Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto No.13, Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

\*Korespondensi: rosyida@lecturer.undip.ac.id

Diterima: 19 Juni 2023 / Disetujui: 18 Desember 2023

**ABSTRAK**

Upaya untuk mempertahankan bahkan meningkat kualitas benih cabai rawit perlu dilakukan karena peningkatan konsumsi di Indonesia. Upaya mempertahankan kualitas benih kedaluwarsa dapat dilakukan dengan pemberian bio-invigorasi dan perendaman pada benih cabai rawit. Penelitian dilaksanakan pada 26 Maret–30 September 2022 di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Banyumas, dan *screen house* di Jl. Kramasari Bojong, Kawunganten, Cilacap, Jawa Tengah, dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial 4x4, 3 kali ulangan dengan 48 unit percobaan. Faktor pertama adalah bio-invigorasi: B0=Tanpa bio-invigorasi, B1=30% air kelapa+B. *subtilis* dan *P. fluorescens*, B2=24% ekstrak bawang merah+B. *subtilis* dan *P. fluorescens*, dan B3=24% ekstrak tauge+B. *subtilis* dan *P. fluorescens*. Faktor kedua lama perendaman, P0=0 jam, P1=24 jam, P2=48 jam, P3=72 jam. Parameter yang diamati meliputi daya berkecambah benih (%), keserampakan tumbuh benih (%), indeks vigor, tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai) dan bobot segar buah (g). Hasil penelitian menunjukkan parameter kualitas benih dan tinggi tanaman efektif pada lama perendaman 24 jam dengan semua bahan bio-invigorasi, namun parameter jumlah daun dan bobot segar buah efektif pada perendaman 24 jam dengan 30% air kelapa+B. *subtilis* dan *P. fluorescens*.

Kata kunci: Air kelapa, Bawang merah, Benih, Tauge, Cabai rawit

**ABSTRACT**

The increasing chili consumption in Indonesia requires efforts to maintain and even improve seed quality. Efforts to maintain the quality of expired seeds can be applied through bio-invigoration and soaking of chili seeds. The research was done on March 26–September 30 2022 at Banyumas Plant Pest and Disease Laboratory, and screen house on Jl. Kramasari Bojong, Kawunganten, Cilacap, Central Java, 4x4 Factorial Completely Randomized Design, 48 experimental units. The first factor was bio-invigoration, B0=without bioinvigoration, B1=30% coconut water+B. *subtilis* and *P. fluorescens*, B2=24% shallot extract+B. *subtilis* and *P.*

ISSN : [2407-7933](https://doi.org/10.15575/26837)

293

**Cite this as:** Zarah, A. U., Anwar, S., & Rosyida. (2023). Pengaruh aplikasi bio-invigorasi dan lamanya perendaman benih kedaluwarsa pada pertumbuhan dan hasil cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agro*, 10(2), 293-308. <https://doi.org/10.15575/26837>

*fluorescens*, and B3=24% bean sprout extract+B. *subtilis* and *P. fluorescens*. The second factor was soaking time, P0 = 0 hours, P1 = 24 hours, P2 = 48 hours, P3 = 72 hours. Parameters were seed germination (%), seed growth uniformity (%), vigor index, plant height (cm), number of leaves (strands), and fruit fresh weight (g). The results showed that seed quality parameters and plant height were better at 24 hours of immersion with all bioinivigoration. Still, the number of leaves and fruit fresh weight were effective at 24 hours of immersion with 30% coconut water+B. *subtilis* and *P. fluorescens*.

Keywords: Coconut water, Bean sprouts, Chili seed, Shallot.

## PENDAHULUAN

Cabai rawit merupakan salah satu komoditas hortikultura yang tidak dapat dipisahkan dalam segi kebutuhan masyarakat Indonesia. Konsumsi cabai rawit pada tahun 2018 sebesar 486.380 t dan terjadi peningkatan konsumsi cabai rawit pada tahun 2019 menjadi 533.350 t (BPS, 2020). Dalam memenuhi konsumsi, maka produksi cabai rawit perlu ditingkatkan yaitu dengan penyediaan benih yang bermutu. Mutu benih dipengaruhi oleh proses penanganan dari produksi hingga akhir periode simpan. Penyimpanan yang cukup lama mengakibatkan mutu benih menurun. Penurunan kualitas benih disebabkan oleh perlakuan penyimpanan yang kurang tepat maupun benih telah melewati masa hidupnya atau kedaluwarsa (Ernawati *et al.*, 2012).

Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas benih yang telah mengalami kemunduran baik setelah masa penyimpanan maupun telah kedaluwarsa yaitu dengan melakukan invigorasi benih. Invigorasi merupakan upaya alternatif untuk meningkatkan kembali vigor benih yang telah mengalami kemunduran atau deteriorasi, penurunan kualitas benih yang disebabkan oleh penyimpanan yang tidak tepat atau benih kedaluwarsa, dengan memberikan perlakuan sebelum tanam sehingga metabolisme benih aktif dan siap

memasuki fase perkecambahan (Tefa, 2018). Perendaman benih cabai rawit dengan ekstrak bahan organik berbentuk cair dengan tambahan berupa rizobakteri disebut bio-inivigorasi. Bio-Inivigorasi pada benih cabai kedaluwarsa menggunakan bahan organik yang memiliki kandungan ZPT akan mempercepat perkecambahan benih, karena mengandung hormon giberelin, auksin, dan sitokinin. Konsep dari ZPT diawali dengan konsep hormon tanaman, yang terdiri dari fitohormon dan senyawa-senyawa sintetik yang sama dengan fitohormon. Fitohormon tersebut merupakan senyawa organik selain nutrisi yang aktif dalam jumlah kecil kemudian disintesa dari bagian tertentu pada tanaman dan kemudian diangkut kedalam bagian lain sehingga zat tersebut menimbulkan tanggapan secara biokimia, fisiologis dan morfologis (Amiroh, 2017). ZPT alami yang dapat digunakan sebagai bahan bio-inivigorasi yaitu air kelapa muda, ekstrak bawang merah, dan ekstrak tauge. Air kelapa muda memiliki kandungan mineral, fosfor, kinetin, auksin dan sitokinin yang berfungsi meningkatkan pembelahan sel dan meningkatkan pertumbuhan tunas maupun akar (Halimursyadah *et al.*, 2015). Ekstrak bawang merah dan ekstrak tauge mengandung hormon auksin, sitokinin, dan giberelin yang berinteraksi dalam memicu pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk perkecambahan biji seperti

memicu tumbuhnya tunas dan akar pada tanaman (Kurniati *et al.*, 2017).

Penggunaan bahan air kelapa dapat digunakan sebagai bahan organik untuk bio-invigorasi. Air kelapa dengan konsentrasi 15% dapat meningkatkan kualitas benih dan pertumbuhan tanaman cabai merah (Ernawati *et al.*, 2017). Hormon auksin pada bawang merah dapat digunakan untuk bio-invigorasi. Ekstrak bawang merah konsentrasi 25%, 40%, 60%, dan 100% mampu meningkatkan kualitas benih dan pertumbuhan pada tanaman tomat (Lubis *et al.*, 2018). Tauge memiliki kandungan hormon auksin, giberelin dan sitokinin sehingga dapat digunakan untuk bio-invigorasi. 20% Ekstrak tauge dapat meningkatkan kualitas benih dan pertumbuhan tanaman terung (Nurmiati & Gazali, 2019).

Bio-Invigorasi yaitu merendam benih dengan bahan organik mengandung ZPT dan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* sebagai agensia hayati. Penggunaan rizobakteri berupa *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. mampu meningkatkan indeks vigor benih, karena rizobakteri tersebut memiliki peran untuk melarutkan fosfat, menfiksasi nitrogen dan mensintesis hormon auksin (Sutariati & Wahab, 2012). Perendaman benih memerlukan durasi yang tepat, sehingga tidak terjadi pembusukan pada benih. Benih kedaluwarsa yang direndam terlalu lama akan benih kehilangan oksigen yang dapat menghambat proses respirasi sehingga perkecambahan akan terhambat. Perendaman 24 jam menggunakan ekstrak bawang merah dapat meningkatkan kualitas benih dan pertumbuhan tomat (Lubis *et al.*, 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh bio-invigorasi dan lama perendaman serta interaksi kedua

perlakuan tersebut yang efektif untuk mempertahankan kualitas benih kedaluwarsa, pertumbuhan dan hasil cabai rawit. Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai bio-invigorasi dan lama perendaman serta interaksi kedua perlakuan tersebut yang efektif untuk mempertahankan kualitas benih kedaluwarsa, pertumbuhan dan hasil cabai rawit.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada 26 Maret 2022–30 September 2022 di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Banyumas, dilanjutkan di *screenhouse* di Jalan Raya Kramasari RT 04 RW 04, Desa Bojong, Kecamatan Kawunganten, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah pada titik koordinat 7°36'14.15"S 108°55'26.0"E.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu benih cabai rawit varietas Sret yang kedaluwarsa pada 15 Oktober 2015, 120 ml air kelapa, 100 g bawang merah, 100 g tauge, isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens*, 250 g daging keong mas, 10 g terasi udang, aquades, tanah, sekam, pupuk kandang, pupuk urea, pupuk SP-36 dan pupuk KCl. Alat yang digunakan yaitu blender, *Laminar Air Flow*, *tray* semai, *polybag* ukuran 35x35 cm, *Hand Tally Counter*, vortex, oven, alat laboratorium dan alat pertanian lainnya.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial 4x4 dengan 3 kali ulangan sehingga terdapat 48 unit percobaan. Faktor pertama bio-invigorasi yaitu tanpa bio-invigorasi (B0), 30% air kelapa+*B. subtilis* dan *P. fluorescens* (B1), 24% ekstrak bawang merah+*B. subtilis* dan *P. fluorescens* (B2), dan 24% ekstrak tauge+*B. subtilis* dan *P. fluorescens* (B3) lalu faktor kedua lama perendaman yaitu 0 jam

(P0), 24 jam (P1), 48 jam (P2), dan 72 jam (P3).

Tahap penelitian yang dilakukan yaitu persiapan benih, persiapan bahan bio-invigorasi, persiapan bakteri, perlakuan benih, dan penanaman. Persiapan benih yaitu dengan menyiapkan benih cabai rawit yang telah kedaluwarsa 2 tahun. Persiapan bahan invigorasi meliputi pengenceran air kelapa, ekstrak bawang merah dan taugé. Dengan menyiapkan air kelapa, 100 g bawang merah, 100 g taugé. 100 g umbi bawang merah yang telah dikupas kemudian diblender dengan air sebanyak 100 ml dan disaring, kemudian ditambahkan air sebanyak 280 ml sehingga didapatkan konsentrasi 24%. 100 g taugé yang masih segar setelah dicuci kemudian diblender dengan 100 ml air dan disaring lalu ditambahkan 280 ml air sehingga didapatkan konsentrasi 24%. Cara membuat ekstrak air kelapa, ekstrak bawang merah dan ekstrak taugé sesuai dengan rumus dari (Afdharani *et al.*, 2019) yaitu :

Presentase konsentrasi (%) x Volume total pengenceran (ml) = Volume jenis ekstrak (ml)

#### **Pengenceran untuk air kelapa :**

$$\frac{30}{100} \times 400 \text{ ml} = 120 \text{ ml}$$

Keterangan :

Pembuatan konsentrasi 30% pada volume total 400 ml dengan ekstrak air kelapa sebesar 120 ml.

#### **Pengenceran untuk ekstrak bawang merah dan ekstrak taugé :**

Presentase konsentrasi x 500 = 120

Presentase konsentrasi = 24%

Keterangan :

Pembuatan konsentrasi 24% pada volume total 500 ml dengan ekstrak bawang merah

dan ekstrak taugé masing-masing sebesar 120 ml.

Langkah selanjutnya yaitu persiapan rhizobakteri. Rhizobakteri yang digunakan merupakan *B. subtilis* dan *P. fluorescens*. Pembuatan bahan perbanyak rhizobakteri yaitu dengan merebus keong mas yang telah dicuci bersih menggunakan 2 l air dan terasi udang hingga lunak, kemudian disaring dan dimasukkan kedalam botol plastik steril. Perbanyak rhizobakteri dilakukan dengan mencampurkan isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens* kedalam kaldu keong mas lalu dikocok secara perlahan agar tercampur rata dan disimpan selama 7 hari di ruangan yang terhindar dari sinar matahari. Lalu dilakukan pengenceran sebanyak 6 kali. Selanjutnya dilakukan isolasi dan penanaman mikroba. Penanaman mikroba dilakukan dengan metode cawan sebar (*Spread Plate Method*) yaitu dengan menyebarkan suspensi mikroba diatas agar yang telah memadat (media isolasi). Isolasi dilakukan dengan menginkubasi secara terbalik selama 24 jam pada suhu kamar. Kemudian dilakukan perhitungan koloni pada cawan dan didapatkan kerapatan rizobakteri *B. subtilis* sebesar  $1,2 \times 10^9$  cfu  $\text{ml}^{-1}$  dan *P. fluorescens* sebesar  $1,0 \times 10^9$  cfu  $\text{ml}^{-1}$ .

Isolat rizobakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* yang diperoleh dari LPHP Banyumas merupakan isolat yang sudah siap pakai. Masing-masing isolat rhizobakteri sebanyak 50 ml atau setara dengan kerapatan populasi  $10^9$  cfu  $\text{ml}^{-1}$  dituangkan pada gelas ukur. Hasil pengenceran bahan invigorasi masing-masing ditambahkan dengan 50 ml isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens* kedalam toples kemudian digunakan untuk merendam benih.

Langkah selanjutnya yaitu perlakuan benih dengan menyiapkan sebanyak 1440 benih untuk 48 unit percobaan dimana sebanyak 20 benih untuk setiap unit percobaan Uji Diatas Kertas (UDK), dan 10 benih untuk setiap unit percobaan yang dilakukan pada *traysemai* dicuci dengan air steril kemudian direndam pada masing-masing toples plastik yang telah berisi bahan bio-invigorasi, direndam sesuai dengan perlakuan lama perendaman yaitu 0 jam (kontrol), 24 jam, 48 jam, dan 72 jam pada suhu ruang.

Tahap penanaman diawali dengan menyemai benih yang telah dilakukan perlakuan bio-invigorasi, penyemaian dilakukan pada *tray* semai yang berisi media tanam. Setelah bibit yang disemai pada *tray* semai berumur 28-31 hari maka bibit dipindah tanam pada *polybag* yang telah berisi tanah, sekam, dan pupuk kandang dengan perbandingan (1:1:1), pindah tanaman dilakukan dengan membenamkan benih sedalam 4-6 cm hingga bagian akar masuk kedalam media tanam. Tahap pemeliharaan meliputi penyiraman pagi dan sore hari, pemupukan, penyiangan gulma serta pengendalian hama dan penyakit tanaman. Pemupukan dilakukan menggunakan pupuk urea dengan dosis 300 kg ha<sup>-1</sup>, dan 300 kg ha<sup>-1</sup> pupuk SP-36 yang diberikan ¼ dari dosis, sedangkan pupuk KCl yaitu 220 kg ha<sup>-1</sup>. Pemupukan dilakukan pada 10 HST, 30 HST, 60 HST dan 90 HST. Tahap pemanenan dilakukan dengan memetik buah cabai rawit yang sudah matang secara fisiologis yaitu pada saat buah berumur 105 HST kemudian dilakukan pemanenan setiap seminggu sekali sebanyak 3 kali pemanenan. Tahap pengambilan data dengan parameter yang diamati meliputi daya berkecambah benih (%), keserampakan tumbuh benih (%),

indeks vigor, tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), dan bobot segar buah (g). Dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

#### 1. Daya Berkecambah Benih (%)

Daya berkecambah benih dihitung berdasarkan persentase kecambah normal pada hari terakhir pengamatan 14 HST dengan menggunakan rumus : (Sutariati *et al.*, 2018).

$$\text{Daya berkecambah benih (\%)} = \frac{\text{Benih berkecambah normal}}{\text{Jumlah benih dikecambahkan}} \times 100\%$$

#### 2. Keserampakan Tumbuh Benih (%)

Keserampakan tumbuh dihitung berdasarkan presentase kecambah normal kuat (KN) pada ke 10 HST yaitu antara pengamatan pertama (I) dan pengamatan kedua (II) dihitung dengan rumus : (Fajri *et al.*, 2018).

KST=

$$\frac{\sum \text{Kecambah Normal Kuat (hari ke -10)}}{\sum \text{Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

#### 3. Indeks Vigor

Indeks vigor adalah perbandingan antara jumlah benih yang berkecambah pada hari tertentu dengan waktu tertentu dengan menggunakan rumus: (Nona *et al.*, 2021)

$$IV = \frac{G_1}{D_1} + \frac{G_2}{D_2} + \frac{G_3}{D_3} + \dots + \frac{G_n}{D_n}$$

Keterangan:

IV: indeks vigor

G: jumlah benih yang berkecambah pada hari tertentu

D: waktu yang bersesuaian dengan jumlah tertentu

N: jumlah hari pada perhitungan terakhir

#### 4. Tinggi tanaman (cm)

Dilakukan dengan cara mengukur tinggi menggunakan meteran setiap 1 minggu

sekali mulai 7 HST hingga tanaman berumur 120 HST.

#### 5. Jumlah daun (Helai)

Dilakukan dengan cara menghitung jumlah helai daun yang muncul pada bibit tanaman cabai rawit setiap 7 HST hingga tanaman berumur 120 HST.

#### 6. Bobot segar buah (g) per tanaman

Dilakukan dengan cara menimbang buah cabai rawit yang baru dipetik yang telah matang secara fisiologis yaitu buahnya berwarna merah dengan timbangan.

Data hasil pengamatan diolah dengan analisis ragam (*Analysis of Varians*) taraf signifikansi 5% untuk mengetahui adanya tidaknya pengaruh perlakuan dan apabila terdapat pengaruh nyata perlakuan, dilanjutkan uji *Duncan Multiple Range Test* taraf 5% untuk mengkaji perbedaan antar perlakuan dan uji *Polynomial Orthogonal* taraf 5% untuk melihat pola respon parameter pengamatan terhadap perlakuan lama perendaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perkecambahan

Hasil analisis ragam taraf signifikansi 5% secara terpisah menunjukkan terdapat pengaruh bio-invigorasi dan lama perendaman terhadap perkecambahan cabai rawit kedaluwarsa yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan daya berkecambah benih, Tabel 2 menunjukkan keserampakan tumbuh, dan Tabel 3 menunjukkan indeks vigor.

### Daya Berkecambah Benih

Hasil analisis ragam taraf signifikansi 5% menunjukkan terdapat pengaruh interaksi antara bio-invigorasi dan lama perendaman terhadap daya berkecambah benih cabai

rawit kedaluwarsa yang disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, pada uji lanjut DMRT 5% terlihat bahwa terdapat interaksi antara perlakuan bio-invigorasi dan lama perendaman terhadap parameter daya berkecambah benih cabai rawit kedaluwarsa. Perlakuan lama perendaman 0 jam dengan perlakuan tanpa bio-invigorasi, 30% air kelapa+B. *subtilis* dan *P. fluorescens*, 24% ekstrak bawang merah+B. *subtilis* dan *P. fluorescens* dan perlakuan 24% ekstrak taug+B. *subtilis* dan *P. fluorescens* tidak memberikan perbedaan nyata terhadap daya berkecambah benih. Lama perendaman 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dengan perlakuan bio-invigorasi 30% air kelapa+B. *subtilis* dan *P. fluorescens*, 24% ekstrak bawang merah+B. *subtilis* dan *P. fluorescens* dan 24% ekstrak taug+B. *subtilis* dan *P. fluorescens* berbeda nyata dengan perlakuan tanpa bio-invigorasi, perlakuan bio-invigorasi sama dimana perlakuan 30% air kelapa+B. *subtilis* dan *P. fluorescens* menghasilkan daya berkecambah benih berturut-turut sebesar 98,33%; 95,00% dan 90,00% lalu pada 24% ekstrak bawang merah+B. *subtilis* dan *P. fluorescens* sebesar 98,33%; 88,33%, dan 88,33% kemudian 24% ekstrak taug+B. *subtilis* dan *P. fluorescens* sebesar 100%; 98,33%; 95%. Perlakuan kontrol (tanpa bio-invigorasi memiliki persentase daya berkecambah yang paling rendah, sedangkan persentase daya berkecambah semua perlakuan bio-invigorasi tidak berbeda. Hal ini disebabkan karena masing-masing bio-invigorasi tersebut mengandung zat pengatur tumbuh berupa hormon giberelin yang hampir sama sehingga mampu mempercepat perkecambahan. Menurut Savitri (2005) kandungan GA<sub>3</sub> didalam air kelapa sebesar 0,460 ppm. Hija

(2023) menyatakan bahwa pada bawang merah giberelin/GA<sub>3</sub> sebesar 10,155 ppm sedangkan taugé kacang hijau memiliki kandungan GA<sub>3</sub> sebesar 18,620 ppm. Penggunaan bio-invigorasi pada berbagai lama perendaman mampu menghasilkan daya berkecambah benih cabai rawit

kedaluwarsa diatas standar persentase daya berkecambah benih yang telah ditetapkan. Hal ini sesuai dengan Direktorat Jendral Hortikultura (2016) yang menyatakan bahwa standar daya berkecambah benih cabai adalah diatas 80%.

Tabel 1. Daya Berkecambah Benih pada Pemberian Bio-invigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

| Bio-invigorasi  | Lama Perendaman (Jam) |          |          |          | Rerata  |
|---|-----------------------|----------|----------|----------|---------|
|   | 0                     | 24       | 48       | 72       |         |
|   | (-----%-----)         |          |          |          |         |
| Tanpa Bio-invigorasi  | 68,33 c               | 61,67 c  | 60,00 c  | 60,00 c  | 62,50 b |
| 30% Air kelapa + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>           | 63,33 c               | 98,33 a  | 95,00 a  | 90,00 a  | 86,67 a |
| 24% Ekstrak bawang merah + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i> | 71,67 c               | 98,33 a  | 88,33 ab | 88,33 ab | 86,67 a |
| 24% Ekstrak taugé + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>        | 75,00 bc              | 100,00 a | 98,33 a  | 95,00 a  | 92,08 a |
| Rerata  | 69,58 b               | 89,58 a  | 85,42 a  | 83,33 a  |         |

\*Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan kolom adalah berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5%.

Penggunaan air kelapa, bawang merah, dan taugé mampu memperbaiki proses perkecambahan benih. Thana (2017) menyatakan bahwa kerja fitohormon berupa giberelin yaitu memicu perkecambahan biji hal karena mampu mendorong terjadinya sintesis enzim amilase yang dapat merombak dinding sel endosperm biji menjadi energi untuk perkembangan embrio pada biji. Perlakuan lama perendaman berpengaruh terhadap daya berkecambah benih cabai rawit kedaluwarsa namun perendaman harus dilakukan secara tepat sehingga tidak merusak embrio pada benih dan benih dapat berkecambah dengan normal. Lubis *et al.* (2018) menyatakan bahwa benih akan berkecambah dengan normal apabila durasi perendamannya tepat, apabila benih direndam terlalu lama maka benih

kehilangan oksigen yang menghambat proses respirasi oleh karena itu proses perkecambahan juga terhambat. Penggunaan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* sebagai agensi hayati pada perlakuan bio-invigorasi mampu mempertahankan daya kecambah benih yang telah kedaluwarsa. Hal ini sesuai dengan Sutariati & Wahab (2012) bahwa *B. subtilis* dan *P. fluorescens* memiliki peran untuk melarutkan fosfat, menfiksasi nitrogen dan mensintesis hormon IAA dimana hormon tersebut mempercepat proses diferensiasi sel pada akar maupun tunas sehingga dapat mempercepat perkecambahan benih.

**Keserampakan Tumbuh**

Hasil analisis ragam taraf 5% menunjukkan terdapat pengaruh interaksi antara bio-invigorasi dan lama perendaman

terhadap keserampakan tumbuh benih cabai rawit kedaluwarsa yang disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2, pada uji lanjut DMRT 5% menunjukkan bahwa dari perlakuan bio-invigorasi dan lama perendaman terdapat interaksi terhadap parameter keserampakan tumbuh benih cabai rawit kedaluwarsa. Lama perendaman 0 jam dengan perlakuan tanpa bio-invigorasi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 30% air kelapa + *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* + *P. fluorescens*. Sedangkan lama

perendaman 24 jam, 48 jam, dan 72 jam didapatkan hasil yang berbeda nyata lebih tinggi antara perlakuan tanpa bio-invigorasi dengan perlakuan 30% air kelapa + *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* + *P. fluorescens*. 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* + *P. fluorescens* dengan hasil keserampakan tumbuh benih masing-masing sebesar 93,33%; 95,00%; 90,00% dan 96,67%; 85,00%; 88,33% serta 98,33%; 95,00%; 95,00%.

Tabel 2. Keserampakan Tumbuh Benih pada Pemberian Bio-invigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

| Bio-invigorasi  | Lama Perendaman (Jam) |          |           |          | Rerata  |
|---|-----------------------|----------|-----------|----------|---------|
|   | 0                     | 24       | 48        | 72       |         |
|   | (-----%-----)         |          |           |          |         |
| Tanpa Bio-invigorasi  | 66,67 de              | 61,67 de | 60,00 e   | 60,00 e  | 62,08 b |
| 30% Air kelapa + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>           | 63,33 de              | 93,33 a  | 95,00 a   | 90,00 a  | 85,42 a |
| 24% ekstrak bawang merah + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i> | 71,67 cde             | 96,67 a  | 85,00 abc | 88,33 ab | 85,42 a |
| 24% ekstrak tauge + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>        | 75,00 bcd             | 98,33 a  | 95,00 a   | 95,00 a  | 90,83 a |
| Rerata  | 69,17 b               | 87,50 a  | 83,75 a   | 83,33 a  |         |

\*Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan kolom adalah berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5%.

Tabel 2. Menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam menunjukkan respon sama apabila perendaman menggunakan perlakuan 30% air kelapa + *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* + *P. fluorescens* dan 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* + *P. fluorescens*. Masing-masing bahan invigorasi seperti air kelapa, ekstrak bawang merah dan ekstrak tauge memiliki kandungan giberelin, dimana giberelin yang terdapat pada bahan alami tersebut dapat mendorong perkecambahan

benih sehingga benih yang mendapat perlakuan bio-invigorasi dapat tumbuh dengan presentase keserampakan tumbuh benih yang cenderung sama. Hal ini sesuai dengan Hadi (2020) bahwa giberelin dapat mengganti fungsi dari kebutuhan akan cahaya dan temperatur dalam mendorong perkecambahan. Giberelin dipercaya sangat penting untuk mengontrol perkecambahan benih secara alami dengan cara terjadinya pemanjangan batang sehingga dengan adanya giberelin benih dapat tumbuh dengan serempak. Kandungan giberelin

pada masing-masing bahan bio-invigorasinya tersebut yang bersinergi dengan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* mampu dalam memperbaiki keserampakan tumbuh benih yang telah kedaluwarsa. Menurut Fitriani *et al.* (2021) bahan alami yang mengandung ZPT yang diintegrasikan dengan *Rhizobacteria* sp. *Rhizobacteria* sp. berperan dalam menghasilkan hormon IAA dimana hormon IAA dapat mempercepat imbibisi dan merangsang tumbuhnya perakaran, rhizobakteri ini akan memperbaiki biokimia dan fisiologis benih berupa keserampakan dan kecepatan tumbuh benih.

Kandungan yang dimiliki oleh masing-masing bahan perlakuan dapat dijadikan sebagai bahan invigorasinya benih karena memiliki ZPT alami seperti auksin, sitokinin dan giberelin yang akan meningkatkan keserampakan tumbuh benih karena masing-masing hormon akan aktif untuk bekerja. Menurut Kurniati *et al.* (2017) hormon auksin, sitokinin, dan giberelin berinteraksi dalam memicu pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk perkecambahan biji seperti memicu tumbuhnya tunas dan akar pada tanaman. Perendaman benih terlalu lama dapat merusak embrio pada benih dan merusak benih sedangkan perendaman dalam waktu yang singkat maka benih tersebut belum terimbibisi dengan optimal sehingga benih tidak dapat tumbuh dengan seragam. Lubis *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa periode perendaman pada benih berkaitan dengan zat pengatur tumbuh yang diserap, apabila lama perendaman tepat maka benih akan menyerap zat pengatur tumbuh tersebut dengan optimum sehingga benih akan berkecambah dengan optimum, namun apabila perendaman terlalu lama

akan mengakibatkan pembusukan pada benih.

Nilai keserampakan tumbuh benih cabai rawit kedaluwarsa pada perlakuan bio-invigorasinya dengan perlakuan perendaman 24 jam, 48 jam dan 72 jam menunjukkan rata-rata keserampakan tumbuh benih lebih dari 70%, artinya benih tersebut memiliki vigor yang tinggi. Menurut Aisyah *et al.* (2020) nilai keserampakan tumbuh yang tinggi maka menunjukkan vigor benih yang tinggi, jika rerata keserampakan tumbuh benih hanya sekitar 41,50–44% maka dikategorikan dalam benih kurang vigor, sedangkan benih bervigor tinggi apabila nilai keserampakan tumbuh di atas 70%.

#### Indeks Vigor

Hasil analisis ragam taraf signifikansi 5% menunjukkan terdapat pengaruh interaksi antara bio-invigorasinya dan lama perendaman terhadap indeks vigor benih cabai rawit kedaluwarsa yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa lama perendaman 0 jam dengan perlakuan tanpa bio-invigorasinya, 30% air kelapa+*B. subtilis*+*P. fluorescens* dan 24% ekstrak bawang merah+*B. subtilis*+*P. fluorescens* menunjukkan tidak berbeda nyata. Lama perendaman 24 jam, 48 jam, dan 72 jam menunjukkan bahwa indeks vigor benih sama pada perlakuan 30% air kelapa+*B. subtilis* dan *P. fluorescens* sebesar 26,69%; 24,52%; 22,09%, dan 24% ekstrak bawang merah+*B. subtilis* dan *P. fluorescens* sebesar 22,81%; 21,90%; 22,09% serta perlakuan 24% ekstrak taug+*B. subtilis*+*P. fluorescens* sebesar 23,39%; 22,67%; 20,28% dimana menunjukkan berbeda nyata lebih tinggi dari perlakuan tanpa bio-invigorasinya. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman menggunakan bio-invigorasinya berpengaruh terhadap indeks vigor benih, karena masing-

masing bahan bio-invigorasi memiliki kandungan auksin, sitokinin dan giberelin yang memicu perkecambahan benih dengan cepat.

Tabel 3. Indeks Vigor pada Pemberian Bio-invigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

| Bio-invigorasi  | Lama Perendaman (Jam) |          |          |          | Rerata   |
|---|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
|   | 0                     | 24       | 48       | 72       |          |
|   | (-----%-----)         |          |          |          |          |
| Tanpa Bio-invigorasi  | 15,13 d               | 14,02 d  | 13,30 d  | 12,45 d  | 13,72 c  |
| 30% Air kelapa + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>           | 16,07 d               | 26,69 a  | 24,52 ab | 22,09 b  | 22,34 a  |
| 24% ekstrak bawang merah + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i> | 15,26 d               | 22,81 ab | 21,90 b  | 20,48 bc | 20,11 b  |
| 24% ekstrak tauge + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>        | 16,69 cd              | 23,29 ab | 22,67 ab | 20,28 bc | 20,73 ab |
| Rerata  | 15,79 b               | 21,70 a  | 20,60 a  | 18,86 a  |          |

\*Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan kolom adalah berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5%.

Menurut Pamungkas & Puspitasari (2018) benih yang menyerap hormon auksin, sitokinin dan giberelin maka benih akan mengaktifkan energi cadangan makanan dan meningkatkan pembelahan serta pemanjangan sel sehingga memicu benih untuk berkecambah dengan cepat. Presentase indeks vigor pada benih yang mendapat perlakuan bio-invigorasi cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol, namun presentasinya masih tergolong rendah hal ini diakibatkan karena benih memasuki masa kemunduran benih (deteriorasi). Kemunduran benih disebabkan karena benih telah melalui masa simpan yang lama dan melebihi batas periode simpan, benih yang telah lama disimpan akan mengalami peningkatan kadar air sehingga akan merusak endosperma. Apabila endosperma rusak maka cadangan makanan akan habis dan pertumbuhan benih akan terganggu sehingga akan mempengaruhi indeks vigor suatu benih. Menurut Aisyah *et al.* (2020) bahwa vigor benih yang rendah disebabkan karena benih sudah mulai mengalami

kemunduran setelah mengalami periode simpan sekitar kurang lebih setahun, sehingga menyebabkan pertumbuhan benih melambat, tidak serempak, kecambah abnormal dan bahkan tidak dapat berkecambah. Perendaman benih terlalu lama mengakibatkan jumlah air yang masuk kedalam benih terlalu banyak sehingga dapat merusak embrio pada benih oleh karena itu benih menjadi tidak dapat tumbuh dengan seragam. Menurut Lubis *et al.* (2018) periode perendaman pada benih berkaitan dengan zat pengatur tumbuh yang diserap, apabila lama perendaman tepat maka benih akan menyerap zat pengatur tumbuh tersebut dengan optimum sehingga benih akan berkecambah dengan optimum, namun apabila perendaman terlalu lama akan mengakibatkan pembusukan pada benih.

**Pertumbuhan Tanaman**

Hasil analisis ragam taraf signifikansi 5% secara terpisah menunjukkan terdapat pengaruh bio-invigorasi dan lama perendaman terhadap perkecambahan

cabai rawit kedaluwarsa yang disajikan pada Tabel 4 menunjukkan tinggi tanaman sedangkan Tabel 5 menunjukkan jumlah daun.

**Tinggi Tanaman**

Hasil analisis ragam taraf signifikansi 5% menunjukkan bahwa pemberian bio-invigorasi dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman cabai rawit kedaluwarsa, namun tidak terdapat interaksi antara bio-invigorasi dan lama perendaman terhadap tinggi tanaman cabai rawit kedaluwarsa Tabel 4.

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa uji lanjut DMRT 5% lama perendaman 24 jam berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan lama perendaman 0 jam, namun tidak berbeda nyata pada lama perendaman 48 jam dan 72 jam. Perlakuan 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa bio-invigorasi namun tidak berbeda nyata dengan

perlakuan 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dan 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* hal ini disebabkan karena akibat dari pembelahan sel dan pemanjangan sel yang disebabkan oleh kandungan giberelin pada konsentrasi yang tepat dalam bahan bio-invigorasi. Menurut Hadi (2020) bahwa giberelin penting untuk mengontrol perkecambahan benih secara alami dengan cara terjadinya pemanjangan batang, menginduksi pembungaan dan membuat tanaman kerdil memiliki pertumbuhan yang normal. Bio-Invigorasi yang memiliki kandungan ZPT masuk kedalam benih sehingga ZPT tersebut akan memperbaiki biokimia dan fisiologis benih oleh karena itu dapat memperbaiki kualitas benih dan pertumbuhan tanaman. Menurut Fitriani *et al.* (2021) teknik perendaman benih dengan menggunakan bahan alami yaitu *rhizobakteri* akan meningkatkan viabilitas dan vigor benih, pertumbuhan serta produksi tanaman.

Tabel 4. Tinggi Tanaman pada Pemberian Bio-invigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

| Bio-invigorasi  | Lama Perendaman (Jam)    |         |          |         | Rerata   |
|---|--------------------------|---------|----------|---------|----------|
|   | 0                        | 24      | 48       | 72      |          |
|   | (- - - - - cm - - - - -) |         |          |         |          |
| Tanpa Bio-invigorasi  | 79,67                    | 85,67   | 89,00    | 82,67   | 84,25 b  |
| 30% Air kelapa + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>           | 86,67                    | 106,33  | 93,00    | 110,67  | 99,17 a  |
| 24% Ekstrak bawang merah + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i> | 89,00                    | 95,67   | 93,67    | 97,00   | 93,83 ab |
| 24% Ekstrak tauge + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>        | 80,67                    | 96,33   | 93,00    | 92,67   | 90,67 ab |
| Rerata  | 84,00 b                  | 96,00 a | 92,17 ab | 95,75 a |          |

\*Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan kolom adalah berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5%.

**Jumlah Daun**

Hasil analisis ragam taraf signifikansi 5% menunjukkan bahwa pemberian bio-

invigorasi dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap jumlah daun cabai rawit kedaluwarsa, namun tidak

terdapat interaksi antara bio-invigorasi dan lama perendaman terhadap jumlah daun cabai rawit kedaluwarsa Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5. Lama perendaman 0 jam menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 24 jam dan 48 jam, namun tidak menunjukkan berbeda nyata pada 72 jam dari pertumbuhan jumlah daun tanaman cabai rawit. Hal ini dikarenakan masing-masing bio-invigorasi memiliki kandungan giberelin dengan konsentrasi yang tepat untuk diserap

tanaman. Dimana banyaknya zat pengatur tumbuh yang terserap oleh tanaman berkaitan dengan lamanya perendaman. Menurut Jawak *et al.* (2020) bahan invigorasi benih dengan kandungan GA3 berperan pada berbagai aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman, seperti pembelahan dan pembesaran sel, pertumbuhan tunas, mobilisasi makanan dan unsur hara pada benih dan mengatur pembungaan.

Tabel 5. Jumlah Daun pada Pemberian Bio-invigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

| Bio-invigorasi  | Lama Perendaman (Jam) |                     |          |           | Rerata   |
|---|-----------------------|---------------------|----------|-----------|----------|
|   | 0                     | 24                  | 48       | 72        |          |
|   |                       | (----- helai -----) |          |           |          |
| Tanpa Bio-invigorasi  | 70,00                 | 86,00               | 92,67    | 83,67     | 83,08 c  |
| 30% Air kelapa + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>           | 100,00                | 166,33              | 155,00   | 146,00    | 141,83 a |
| 24% Ekstrak bawang merah + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i> | 97,67                 | 123,33              | 96,00    | 100,00    | 104,25 b |
| 24% Ekstrak taugé + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>        | 96,00                 | 97,00               | 121,00   | 107,67    | 105,42 b |
| Rerata  | 90,92 b               | 118,17 a            | 116,17 a | 109,33 ab |          |

\*Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan kolom adalah berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa jumlah daun tertinggi dihasilkan oleh perlakuan perendaman dengan menggunakan 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* yaitu sebesar 141,83 helai. Perlakuan 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* menunjukkan berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa perendaman, 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dan 24% ekstrak taugé + *B. subtilis* dan *P. fluorescens*. Hal ini disebabkan karena air kelapa memiliki konsentrasi hormon giberelin, auksin dan sitokinin yang tepat untuk diserap tanaman, oleh karena itu kedua hormon tersebut dapat bekerja

dengan optimal sehingga dapat memberikan respon terbaik terhadap jumlah daun. Hal ini sesuai dengan pendapat Khair *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa tanaman akan memberikan respon baik apabila penggunaan zat pengatur tumbuh sesuai dengan konsentrasi, namun apabila melebihi konsentrasi maka akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman sehingga zat pengatur tumbuh tersebut tidak bekerja secara optimal dimana akan mempengaruhi fisiologi tanaman, seperti daun yang tumbuh pada tanaman sedikit akibat dari perkembangan tunas daun

terhambat karena pemberian auksin yang berlebihan.

**Produksi Tanaman**

Hasil analisis ragam taraf signifikansi 5% menunjukkan terdapat pengaruh bio-invigorasi dan lama perendaman terhadap produksi tanaman cabai rawit kedaluwarsa terhadap parameter bobot segar buah. Pengaruh bio-invigorasi dan lama perendaman disajikan pada Tabel 5.

**Bobot Segar Buah**

Berdasarkan hasil pada Tabel 5, pada uji lanjut DMRT 5% terlihat bahwa lama perendaman yang menghasilkan bobot buah segar paling tinggi yaitu pada lama perendaman 24 jam yaitu sebesar 197,33 g dimana berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan lama perendaman 0

jam, 48 jam dan 72 jam. Perendaman yang semakin lama menurunkan rata-rata hasil bobot buah segar pada tanaman cabai rawit kedaluwarsa. Hal ini disebabkan karena adanya penyerapan hormon giberelin dalam jumlah banyak akibat perendaman terlalu lama, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tunas sehingga menjadi daun dalam jumlah banyak yang digunakan sebagai tempat berfotosintesis oleh tanaman, oleh karena itu fotosintesis juga akan mempengaruhi jumlah fotosintat (buah) yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Jawak *et al.* (2020) peran GA3 pada aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman yaitu pembelahan dan pembesaran sel, pertumbuhan tunas, pembentukan buah, mobilisasi makanan dan unsur hara pada benih dan mengatur pembungaan.

Tabel 5. Bobot Segar Buah pada Pemberian Bio-invigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

| Bio-invigorasi  | Lama Perendaman (Jam) |          |          |          | Rerata   |
|---|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
|   | 0                     | 24       | 48       | 72       |          |
|   | (-----g-----)         |          |          |          |          |
| Tanpa Bio-invigorasi  | 97,33                 | 124,33   | 52,33    | 96,00    | 92,50 c  |
| 30% Air kelapa + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>           | 126,00                | 272,00   | 227,00   | 164,33   | 197,33 a |
| 24% ekstrak bawang merah + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i> | 140,00                | 194,67   | 192,33   | 103,33   | 157,58 b |
| 24% ekstrak tauge + <i>B. subtilis</i> dan <i>P. fluorescens</i>        | 124,33                | 198,33   | 160,67   | 134,33   | 154,42 b |
| Rerata  | 121,92 b              | 197,33 a | 158,08 b | 124,50 b |          |

\*Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan kolom adalah berbeda nyata menurut Uji DMRT pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa perendaman yang menghasilkan bobot segar buah tertinggi yaitu dengan pemberian bio-invigorasi 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* sebesar 197,33 g, dimana hasil tersebut berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa bio-

invigorasi, perlakuan 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens*, dan 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens*, hal ini disebabkan karena bobot buah dipengaruhi oleh peningkatan laju fotosintesis. Laju fotosintesis meningkat karena adanya peningkatan jumlah daun

yang diakibatkan oleh perlakuan bio-in vigorasi yang mengandung ZPT dengan tambahan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* akan mempengaruhi produktivitas tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Fitriani *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa perlakuan pada benih yang direndam dengan bahan alami yang mengandung ZPT yang diintegrasikan dengan *Rhizobacteria* sp. dengan tujuan memperbaiki biokimia dan fisiologis benih mampu meningkatkan vigor dan viabilitas benih pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

### SIMPULAN

- Benih yang diberi perlakuan bio-in vigorasi menunjukkan viabilitas dan vigor yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa invigorasi.
- Pertumbuhan tanaman dengan perlakuan lama perendaman rata-rata 40,3 jam dan ketiga bahan bio-in vigorasi efektif untuk parameter tinggi tanaman dan biomassa kering tanaman, namun untuk parameter jumlah daun yang paling efektif adalah 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens*.
- Produksi tanaman dengan perlakuan lama perendaman 43 jam dan 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* efektif untuk parameter bobot segar buah.

### DAFTAR PUSTAKA

Afdharani, R., Bakhtiar, dan Hasanuddin. (2019). Pengaruh bahan invigorasi dan lama perendaman pada benih padi (*Oryza sativa* L.) kedaluwarsa terhadap viabilitas dan vigor benih. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(1), 169-183.

<http://dx.doi.org/10.17969/jimfp.v4i1.10361>

Aisyah, N., Jumar, J., dan Heiriyani, T. (2020). Respon viabilitas benih padi (*Oryza sativa* L.) pada perendaman air kelapa muda. *Jurnal Agroekotek View*, 3(2), 8-14.

Amiroh, Ana. (2017). Kajian perendaman benih dan macam pupuk daun terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine Max.* L. *Merril*). *Jurnal Agroradix*, 1(1), 1-13.

Badan Pusat Statistik. (2020). *Statistik Sayuran dan Buah-Buahan Semusim Indonesia 2019*. Jakarta.

Direktorat Perbenihan Hortikultura. Direktorat Jendral Hortikultura Kementerian Pertanian. (2016). *Teknis Sertifikasi Benih Hortikultura*.

Ernawati, P. Rahardjo., & Suroso, B. (2017). Respon benih cabai merah (*Capsicum annum* L.) kedaluwarsa pada lama perendaman air kelapamuda terhadap viabilitas, vigor, dan pertumbuhan bibit. *Jurnal Agritop*, 15(1), 72-83. <https://dx.doi.org/10.32528/agr.v15i1.794>

Fajri, R., Syamsuddin, S., & Hayati, M. (2018). Pengaruh perlakuan benih cabai merah (*Capsicum annum* L.) menggunakan beberapa isolat rizobakteri terhadap proses perkecambahan, pertumbuhan dan produksi. *Jurnal Agrista*, 22(1), 25-36.

Fitriani, Y. Amri, S. Bahri., & F. Nadila. (2021). Pengaruh bio-in vigorasi benih dan biofungisida dari *Ganoderma* sp. untuk meningkatkan ketahanan dan mutu benih padi gogo. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(2), 345-355. <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v9i2.4694>

Hadi, R. A. (2020). Uji perkecambahan benih padi lokal Jawa Barat akibat pemberian giberelin pada kondisi

- cekaman rendaman. *Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(1), 1-9.  
<http://dx.doi.org/10.36423/agroscrip.t.v2i1.356>
- Hijja, S. N. (2023). Tingkat keberhasilan dan pertumbuhan stek ruas kopi robusta (*coffea canephora*) akibat perbedaan konsentrasi beberapa zat pengatur tumbuh [Skripsi]. Semarang : Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.
- Khair, H. M., & Hamdani, Z. R. (2013). Pengaruh konsentrasi ekstrak bawang merah dan air kelapa terhadap pertumbuhan stek tanaman melati putih (*Jasminum sambac.*). *Jurnal Agrium*, 18(2), 130-138.  
<http://dx.doi.org/10.35138/paspalum.v10i2.411>
- Kurniati, F., T. Sudartini, & D. Hidayat. (2017). Aplikasi berbagai bahan ZPT alami untuk meningkatkan pertumbuhan bibit Kemiri Sunan (*Reutealis triperma* (Blanco) Airy Shaw). *Jurnal Agro*, 4(1), 40-49.  
<http://dx.doi.org/10.15575/1307>
- Lubis, R. R., T. Kurniawan, & Zuyasna. (2018). Invigorasi benih tomat kedaluwarsa dengan ekstrak bawang merah pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(4), 175-184.  
<http://dx.doi.org/10.17969/jimfp.v3i4.9392>
- Nona, M. R., Killa, Y. M., & Lewu, L. D. (2021). Pengaruh ekstrak bahan lokal terhadap viabilitas benih kacang tanah lokal Walakari (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Agriland*, 9(3), 170 - 175.  
<https://doi.org/10.30743/agr.v9i3.5005>
- Nurmiati, Zulkarnain, & Gazali. (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.
- Pamungkas, S. S. T., & Puspitasari, R. (2018). Pemanfaatan bawang merah (*Allium cepa* L.) sebagai zat pengatur tumbuh alami terhadap pertumbuhan bud chip tebu pada berbagai tingkat waktu rendaman. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14(2), 41-47.  
<http://dx.doi.org/10.31941/biofarm.v14i2.791>
- Pamungkas, T. S. S., & Nopiyanto, R. (2020). Pengaruh zat pengatur tumbuh alami dari ekstrak tauge terhadap pertumbuhan pembibitan budchip tebu (*Saccharum officinarum* L.) varietas bululawang. *Jurnal Mediagro*, 16(1), 68-80.
- Saputra, J., R. A. Amir, N. Mumin, & G. A. K. Sutariati. (2020). Persistensi dan pematangan dormansi benih cabai lokal menggunakan teknik bioinvigorasi benih. *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(2), 391-400.  
<http://dx.doi.org/10.23960/jat.v8i2.3194>
- Savitri, S. V. H. (2005). Induksi akar stek batang sambung nyawa (*Gynura drocumbens* (Lour) Merr.) menggunakan air kelapa. Bogor : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Sutariati, G. A. K., & A. Wahab. (2012). Karakter fisiologi dan kemangkusan rizobakteri indigenus Sulawesi Tenggara sebagai pemacu pertumbuhan tanaman cabai. *Jurnal Hortikulura*, 22(1), 57-64.  
<http://dx.doi.org/10.21082/jhort.v22n1.2012.p57-64>
- Sutariati, G. A. K., L. O. S. Bande, A. Khueruni, M. L. Mudi, & R. M. Savitri. (2018). The effectiveness of pre plant seed bio-invigoration techniques using *B. subtilis* CKD061 to improving

- seed viability and vigor of several local upland rice cultivars of Southeast Sulawesi. *Jurnal Earth and Environmental Science*, 122: 1 – 6. [10.1088/1755-1315/122/1/012031](https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012031)
- Syahid, S. F., & Kristina, N. N. (2010). Aklimatisasi Temulawak hasil ZPT air kelapa alami di rumah kaca. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor.
- Tefa, Anna. (2018). Perlakuan invigorasi pada benih padi di Kelompok Tani Pelita Desa Neopesu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 1-10. <http://dx.doi.org/10.32938/bc.1.1.2018.1-10>
- Thana, D. P. (2017). Efektivitas berbagai jenis ZPT alami terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit markisa ungu (*Passiflora Edulis*). *Jurnal Agrosaint*, 8(2), 98-102.
- Tini, E. W., Sakhidin, S., Saparso, S., & Haryanto, T. A. D. (2022). Kandungan hormon endogenous pada tanaman hortikultura. *Jurnal Galung Tropika*, 11(2), 132-142. <https://doi.org/10.31850/jgt.v11i2.955>