**Evaluasi Kualitas Benih Kedaluwarsa, Pertumbuhan dan Produksi Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) dengan Bioinvigorasi dan Lama Perendaman**

Evaluation of Expired Seed Quality, Growth, and Production of Chilli(*Capsicum frutescens* L.) with Bioinvigoration and Soaking Duration

Anisa Umu Zarah1, Syaiful Anwar2, Rosyida3

Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto No.13, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

E-mail: **zarahumuanisa@gmail.com**

Diterima / Disetujui

**ABSTRAK**

Konsumsi cabai rawit di Indonesia terus terjadi peningkatan sehingga kualitas, pertumbuhan dan produksi cabai rawit diharapkan meningkat dengan pemberian bioinvigorasi dengan lama perendaman yang berbeda pada benih yang mengalami penurunan mutu. Penelitian dilaksanakan pada 26 Maret – 30 September 2022 di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Banyumas, dan *screenhouse* di Jl. Kramasari Bojong, Kawunganten, Cilacap, Jawa Tengah, dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial 4x4, 3 kali ulangan dengan 48 unit percobaan. Faktor pertama adalah bioinvigorasi, B0 = Tanpa bioinvigorasi, 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 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 bioinvigorasi, 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 consumption of Chilli in Indonesia increase so the quality, growth and production Chilli are expected to increase by providing bioinvigoration with different soaking times on seeds that have decreased in quality. The research was on March 26 – September 30 2022 at Banyumas Plant Pest and Disease Laboratory, and screenhouse on Jl. Kramasari Bojong, Kawunganten, Cilacap, Central Java, 4x4 Factorial Completely Randomized Design, 48 experimental units. The first factor is bioinvigoration, B0 = without bioinvigoration, B1 = 30% coconut water + B. *subtilis* and P. *fluorescens*, B2 = 24% red onion extract + B. *subtilis* and P. *fluorescen*s, and B3 = 24% bean sprout extract + B. *subtilis* and P. *fluorescens*. Second factor is 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 is parameters of seed quality and plant height were effective at 24 hours of immersion with all bioinvigoration, but number of leaves and fruit fresh weight were effective at 24 hours of immersion with 30% coconut water + B. *subtilis* and P. *fluorescens*.

Key words : *coconut water, onion, seed, bean sprouts, chilli*

**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 ton dan terjadi peningkatan konsumsi cabai rawit pada tahun 2019 menjadi 533.350 ton (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).

= Pengamatan pada satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke-i dari faktor bahan bioinvigorasi benih dan taraf ke-j dari faktor lama perendaman benih

= Nilai tengah umum

= Pengaruh taraf ke-i pada perlakuan bahan bioinvigorasi benih cabai

rawit kedaluwarsa

= Pengaruh taraf ke-j perlakuan lama perendaman benih cabai rawit kedaluwarsa

= Pengaruh interaksi taraf ke-i dari bahan bioinvigorasi benih dan taraf ke-j dari lama perendaman benih cabai rawit kedaluwarsa.

= Pengaruh acak hasil perlakuan bahan bioinvigorasi benih pada taraf ke-i dan perlakuan lama perendaman benih pada taraf ke-j pada ulangan ke-k.

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 kegiatan 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 bionvigorasi. Bionvigorasi 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 bioinvigorasi 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 bionvigorasi. 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 bioinvogorasi. 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 bioinvogorasi. 20% Ekstrak tauge dapat meningkatkan kualitas benih dan pertumbuhan tanaman terung (Nurmiati dan Gazali, 2019).

Bioinvogorasi 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 mensitesis hormon auksin (Sutariati dan Wahab, 2012). Benih yang direndam memerlukan waktu yang tepat agar benih tidak terjadi pembusukan. Benih kedaluwarsa yang direndam terlalu lama maka 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 bioinvigorasi dan lama perendaman serta interaksi kedua perlakuan tersebut yang efektif untuk mempertahankan kualitas benih kedaluwarsa, pertumbuhan dan hasil cabai rawit. Manfaat dari peneletian ini yaitu memberikan informasi mengenai bioinvigorasi dan lama perendaman serta interaksi kedua perlakuan tersebut yang efektif untuk mempertahankan kualitas benih kedaluwarsa, pertumbuhan dan hasil cabai rawit.

**BAHAN DAN METODE**

Waktu dan Tempat Penelitian

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 dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu benih cabai rawit varietas Sret kedaluwarsa 2 tahun, 120 ml air kelapa, 100 g bawang merah, 100 g tauge, isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens*, 250 gram daging keong mas, 10 gram 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 Counte*, vortex, oven, alat laboratorium dan alat pertanian lainnnya.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial 4x4 dengan 3 kali ulangan sehingga terdapat 48 unit percobaan. Faktor pertama bioinvigorasi yaitu tanpa bioinvigorasi (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). Metode penelitian diawali dengan persiapan benih cabai rawit kedaluwarsa, persiapan bahan perbanyakan rhizobakteri, pembuatan bahan perbanyakan rhizobakteri yaitu dengan merebus keong mas yang telah dicuci bersih menggunakan 2 liter air dan terasi udang hingga lunak, kemudian disaring dan dimasukkan kedalam botol plastik steril. Perbanyakan rhizobakteri dilakukan dengan mencampurkan isolat *B. subtilis* dan *P. fluorescens* kedalam kaldu koeng 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 x 109 cfu/ml dan *P. fluorescens* sebesar 1,0 x 109 cfu/ml.

Langkah selanjutnya yaitu Persiapan selanjutnya adalah persiapan bioinvigorasi benih yaitu yang berasal dari air kelapa, 100 g bawang merah, 100 g tauge, *B. subtilis* dan *P. fluorescens* diambil 120 ml air kelapa dari buah kelapa hijau kemudian ditambahkan dengan 280 ml air sehingga mendapatkan konsentrasi 30%. 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 tauge 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 tauge sesuai dengan rumus dari (Afdharani *et al.*, 2019) yaitu :

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

Pengenceran untuk air kelapa :



Keterangan :

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

Pengenceran untuk ekstrak bawang merah dan ekstrak tauge :

Presentase konsentrasi x 500 = 120

Presentase konsentrasi = 24%

Keterangan :

Pembuatan konsentrasi 24% pada volume total 500 ml dengan ekstrak bawang merah dan ekstrak tauge masing-masing sebesar 120 ml.

Isolat rizobakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* yang diperoleh dari LPHP Banyumas merupakan isolat yang sudah siap pakai. Masing-masing isolat rizobakteri sebanyak 50 ml atau setara dengan kerapatan populasi 109 cfu/ml dituangkan pada gelas ukur*.*

 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 bioinvigorasi, direndam sesuai dengan perlakuan lama perendaman yaitu 0 jam (kontrol), 24 jam, 48 jam, dan 72 jam pada suhu ruang. Pada tahap persemaian benih dilakukan dengan menyemai benih yang telah dilakukan perlakuan bioinvigorasi, penyemaian dilakukan pada *traysemai* yang berisi media tanam. Setelah bibit yang disemai pada *traysemai* 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, dan 300 kg/ha pupuk SP-36 yang diberikan ¼ dari dosis, sedangkan pupuk KCl yaitu 220 kg/ha. 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 (gram). 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).

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

1. 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= 

1. 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 = $\frac{G1}{D1}$ + $\frac{G2}{D2}$ + $\frac{G3}{D3}$ +……. $\frac{Gn}{Dn}$

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

1. Tinggi tanaman (cm)

Dilakukan dengan cara mengukur tinggi menggunakan meteran setiap 1 minggu sekali mulai 7 HST hingga tanaman berumur 120 HST.

1. 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.

1. 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 bioinvigorasi 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 bioinvigorasi dan lama perendaman terhadap daya berkecambah benih cabai rawit kedaluwarsa yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daya Berkecambah Benih pada Pemberian Bioinvigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bioinvigorasi | Lama Perendaman (Jam) | Rerata |
| 0 | 24 | 48 | 72 |
|  | (- - - - - % - - - - - ) |  |
| Tanpa Bioinvigorasi | 68,33 c | 61,67 c | 60,00 c | 60,00 c | 62,50 b |
| 30% Air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 63,33 c | 98,33 a | 95,00 a | 90,00 a | 86,67 a |
| 24% Ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 71,67 c | 98,33 a | 88,33 ab | 88,33 ab | 86,67 a |
| 24% Ekstrak tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 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 |   |

Superskrip interaksi pada baris dan kolom menunjukan perbedaan nyata (p < 0,05).

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, pada uji lanjut DMRT 5% terlihat bahwa terdapat interaksi antara perlakuan bioinvigorasi dan lama perendaman terhadap parameter daya berkecambah benih cabai rawit kedaluwarsa. Perlakuan lama perendaman 0 jam dengan perlakuan tanpa bioinvigorasi, 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescen*s, 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dan perlakuan 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* tidak memberikan perbedaan nyata terhadap daya berkecambah benih. Lama perendaman 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dengan perlakuan bioinvgorasi 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescen*s, 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dan 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* berbeda nyata dengan perlakuan tanpa bioinvigorasi, perlakuan bioinvigorasi 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 tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* sebesar 100,00%;98,33%,95%. Lama perendaman benih tanpa bioinvigorasi memiliki presentase daya berkecambah benih yang paling rendah dibandingan lama perendaman menggunakan bioinvigorasi dengan hasil daya kecambah sama. Hal ini disebabkan karena masing-masing bioinvigorasi tersebut mengandung zat pengatur tumbuh berupa hormon giberelin yang hampir sama sehingga mampu mempercepat perkecambahan. Menurut Savirtri (2005) kandungan GA3 didalam air kelapa sebesar 0,460 ppm. Hijja (2023) menyatakan bahwa pada bawang merah giberelin/GA3 sebesar 10,155 ppm sedangkan tauge kacang hijau memiliki kandungan GA3 sebesar 18,620 ppm. Penggunaan bioinvigorasi pada 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 yang baik adalah diatas 80%.

Penggunaan air kelapa, bawang merah, dan tauge mampu memperbaiki proses perkecambahan benih. Thana (2017) menyatakan bahwa kerja fitohormon berupa giberelin yaitu memicu perkecambahan biji hal ini disebabkan 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 kedaluawarsa 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.

Keserampakan Tumbuh

Hasil analisis ragam taraf 5% menunjukkan terdapat pengaruh interaksi antara bioinvigorasi dan lama perendaman terhadap keserampakan tumbuh benih cabai rawit kedaluwarsa yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Keserampakan Tumbuh Benih pada Pemberian Bioinvigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bioinvigorasi | Lama Perendaman (Jam) | Rerata |
| 0 | 24 | 48 | 72 |
|  | (- - - - - % - - - - - ) |  |
| Tanpa Bioinvigorasi | 66,67 de | 61,67 de | 60,00 e | 60,00 e | 62,08 b |
| 30% Air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 63,33 de | 93,33 a | 95,00 a | 90,00 a | 85,42 a |
| 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 71,67 cde | 96,67 a | 85,00 abc | 88,33 ab | 85,42 a |
| 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 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 |   |

Superskrip berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan nyata (p < 0,05).

Dari Tabel 2, pada uji lanjut DMRT 5% menunjukan bahwa dari perlakuan bioinvigorasi dan lama perendaman terdapat interaksi terhadap parameter keserampakan tumbuh benih cabai rawit kedaluwarsa. Lama perendaman 0 jam dengan perlakuan tanpa bioinvigorasi 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 bioinvigorasi 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. Menunjukan bahwa perlakuan lama perendaman 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam menunjukan 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.* Kandungan giberelin pada masing-masing bahan bioinivigorasi 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. akan memperbaiki biokimia dan fisiologis benih berupa keserempakan dan kecepatan tumbuh benih. 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 bioinvigorasi dengan perlakuan perendaman 24 jam, 48 jam dan 72 jam menunjukan rata-rata keserampakan tumbuh benih lebih dari 70%, artinya benih tersebut memiliki vigor yang baik. Menurut Aisyah *et al.* (2020) nilai keserampakan tumbuh yang tinggi maka menunjukan vigor benih yang baik, jika rerata keserempakan tumbuh benih hanya sekitar 41,50 – 44% maka dikategorikan dalam benih kurang vigor, sedangkan benih yang vigor apabila nilai keserempakan tumbuh di atas 70%. Vigor benih yang rendah disebabkan karena benih sudah mulai mengalami kemunduran setelah mengalami periode simpan sekitar kurang lebih setahun.

Indeks Vigor

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

Tabel 3. Indeks Vigor pada Pemberian Bioinvigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bioinvigorasi | Lama Perendaman (Jam) | Rerata |
| 0 | 24 | 48 | 72 |
|  | (- - - - - % - - - - - ) |  |
| Tanpa Bioinvigorasi | 15,13 d | 14,02 d | 13,30 d | 12,45 d | 13,72 c |
| 30% Air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 16,07 d | 26,69 a | 24,52 ab | 22,09 b | 22,34 a |
| 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 15,26 d | 22,81 ab | 21,90 b | 20,48 bc | 20,11 b |
| 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 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 |  |

Superskrip berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan nyata (p < 0,05).

Tabel 3 menunjukan bahwa lama perendaman 0 jam dengan perlakuan tanpa bioinvigorasi, 30% air kelapa + *B. subtilis + P. fluorescens* dan 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis + P. fluorescens* menunjukan tidak berbeda nyata lebih tinggi. Lama perendaman 24 jam, 48 jam, dan 72 jam menunjukan 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 tauge + *B. subtilis + P. fluorescens* sebesar 23,39%; 22,67%; 20,28%dimana menunjukan berbeda nyata lebih tinggi dari perlakuan tanpa bioinvigorasi. Hal ini menunjukan bahwa perendaman menggunakan bioinvigorasi berpengaruh terhadap indeks vigor benih, namun presentasenya 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 melebih batas periode simpan. 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 bioinvigorasi dan lama perendaman terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit kedaluwarsa yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pertumbuhan tanaman cabai rawit pada Pemberian Bioinvigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda

|  |  |
| --- | --- |
|  | Rata-rata |
| Perlakuan | Tinggi Tanaman-----cm----- | Jumlah Daun-----helai----- |
| Bioinvigorasi |  |  |
| Tanpa Bioinvigorasi | 84,25 b | 83,08 c |
| 30% Air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 99,17 a | 141,83 a |
| 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 93,83 ab | 104,25 b |
| 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* | 90,67 ab | 105,42 b |
| Lama Perendaman |  |  |
| 0 Jam | 84,00 b | 90,92 b |
| 24 Jam | 96,00 a | 118,17 a |
| 48 Jam | 92,17 ab | 116,17 a |
| 72 Jam | 95,75 a | 109,33 ab |

Superskrip berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan nyata (p < 0,05).

Tinggi Tanaman

Pada Tabel 4 menunjukan 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 bioinvigorasi 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 bioinvigorasi. 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. Bioinvigorasi 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 dengan tanaman *rizhobakteri* akan meningkatkan viabilitas dan vigor benih, pertumbuhan serta produksi tanaman.

Jumlah Daun

Berdasarkan Tabel 4. Lama perendaman 0 jam menunjukan berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 24 jam dan 48 jam, namun tidak menunjukan berbeda nyata pada 72 jam dari pertumbuhan jumlah daun tanaman cabai rawit. Hal ini dikarenakan masing-masing bioinvigorasi 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 invogorasi 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 4 menunjukan 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* menunjukan berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa perendaman, 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dan 24% ekstrak tauge + *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 bioinvigorasi dan lama perendaman terhadap produksi tanaman cabai rawit kedaluwarsa terhadap parameter bobot segar buah. Pengaruh bioinvigorasi dan lama perendaman disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Bobot Segar Buah pada Pemberian Bioinvigorasi dan Lama Perendaman yang Berbeda.

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

Superskrip berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan nyata (p < 0,05).

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 menunjukan bahwa perendaman yang menghasilkan bobot segar buah tertinggi yaitu dengan pemberian bioinvigorasi 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* sebesar 197,33 g, dimana hasil tersebut berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa bioinvigorasi, 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 jumlah buah yang dihasilkan akibat peningkatan laju fotosintesis. Laju fotosintesis meningkat karena adanya peningkatan jumlah daun yang diakibatkan oleh perlakuan bioinvigorasi 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**

* Kualitas benih untuk lama perendaman rata-rata 42,5 jam dan 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens*, 24% ekstrak bawang merah + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dan 24% ekstrak tauge + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* sama-sama optimal sedangkan tanpa bioinvigorasi tidak efektif.
* Pertumbuhan tanaman lama perendaman rata-rata 40,3 jam dan ketiga bahan bioinvigorasi 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 lama perendaman 43 jam dan 30% air kelapa + *B. subtilis* dan *P. fluorescens* efektif untuk parameter bobot segar buah, sedangkan untuk parameter jumlah buah yang optimal adalah ketiga bahan bioinvigorasi.

**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 Kementrian Pertanaian. 2016. Teknis Sertifikasi Benih Hortikultura.

Ernawati, P. Rahardjo, dan B. Suroso. (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., dan 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, dan F. Nadila. (2021). Pengaruh bio-invigorasi 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>

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., dan 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, dan 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, dan 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., dan 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, dan 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., dan 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., dan 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, dan G. A. K. Sutariati. (2020). Persistensi dan pematahan dormansi benih cabai lokal menggunakan teknk bioiinvigorasi 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., dan 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, and R. M. Savitri. (2018). The effectiveness of preplant 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 Enviromental Science*, 122 : 1 – 6. 10.1088/1755-1315/122/1/012031

Syahid, S. F., dan 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., dan 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>