



---

## **PENGARUH LAMA PERENDAMAN PADA BIOPRIMING PADI ANAK DARO MENGGUNAKAN *Bacillus subtilis* DAN *Trichoderma harzianum***

**Zozy Aneloi Noli<sup>1\*</sup>, Feskaharny Alamsjah<sup>2</sup>, & Riesca Salsabilah Rahmayati<sup>3</sup>**

<sup>1,2,&3</sup>Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Jalan Limau Manis, Padang, Sumatera Barat 25163, Indonesia

\*Email: [zozynoli@sci.unand.ac.id](mailto:zozynoli@sci.unand.ac.id)

Submit: 01-03-2024; Revised: 29-04-2024; Accepted: 03-05-2024; Published: 30-06-2024

**ABSTRAK:** Sebagian besar masyarakat Indonesia mengkonsumsi beras sebagai pangan pokok. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (2022), produksi padi di Sumatera Barat mencapai 1.482.996,01 ton pada tahun 2019 dan terus mengalami penurunan hingga tahun 2021, total produksi padi di Sumatera Barat hanya 1.317.209,38 ton. Hal ini berbanding terbalik dengan besar jumlah penduduk Sumatera Barat yang bertambah setiap tahunnya, sehingga perlu dilakukan upaya peningkatan produksi padi. Salah satunya dengan teknik biopriming untuk meningkatkan vigoritas benih. Priming ialah hidrasi yang dilakukan secara perlahan yang bertujuan agar potensi air benih mencapai keseimbangan dan mengaktifkan metabolisme dalam benih sebelum benih berkecambah. Salah satunya adalah biopriming, yaitu teknik priming benih dengan menggunakan agen hayati berupa mikroorganisme yang bermanfaat. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan teknik priming, salah satunya adalah lama perendaman. Lama perendaman yang tepat memberikan kesempatan yang lebih dalam menyerap air untuk merangsang biji berkecambah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama perendaman pada biopriming padi varietas lokal Sumatera Barat “Anak Daro” menggunakan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* terhadap perkecambahan padi varietas *Anak Daro*. Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor A adalah agen biopriming, yaitu A1 (tanpa mikroba), A2 (*Bacillus subtilis*), dan A3 (*Trichoderma harzianum*). Faktor B adalah lama perendaman, yaitu B1 (24 jam), B2 (48 jam), dan B3 (72 jam). Hasil menunjukkan bahwa *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* berpengaruh nyata pada potensi tumbuh maksimum dan daya berkecambah, sedangkan lama perendaman berpengaruh nyata pada potensi tumbuh maksimum dan indeks vigor.

**Kata Kunci:** *Bacillus subtilis*, Biopriming, Padi *Anak Daro*, *Trichoderma harzianum*, Lama Perendaman.

**ABSTRACT:** The majority of Indonesian people consume rice as a staple food. According to data from the Central Statistics Agency (2022), rice production in West Sumatra reached 1,482,996.01 tons in 2019 and continued to decline until 2021, total rice production in West Sumatra was only 1,317,209.38 tons. This is inversely proportional to the population of West Sumatra which increases every year, so efforts need to be made to increase rice production. One of them is the biopriming technique to increase seed vigor. Priming is hydration carried out slowly which aims to ensure that the seed's water potential reaches balance and activates metabolism in the seed before the seed germinates. One of them is biopriming, which is a seed priming technique using biological agents in the form of beneficial microorganisms. Several factors influence the success of the priming technique, one of which is the soaking time. The right soaking time provides a deeper opportunity to absorb water to stimulate the seeds to germinate. This research aims to determine the effect of soaking time on biopriming of the local West Sumatran rice variety "Anak Daro" using *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* on the germination of the *Anak Daro* rice variety. Completely Randomized Design (CRD) factorial pattern with 2 factors with 3 replications. Factor A is a biopriming agent, namely A1 (no microbes), A2 (*Bacillus subtilis*), and A3 (*Trichoderma harzianum*). Factor B is the length of soaking, namely B1 (24 hours), B2 (48 hours), and B3 (72 hours). The results showed that *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* had a significant effect on maximum growth potential and germination, while soaking time had a significant effect on maximum growth potential and vigor index.



**Keywords:** *Bacillus subtilis*, *Biopriming*, *Rice Var Anak Daro*, *Trichoderma harzianum*, *Soaking Duration*.

**How to Cite:** Noli, Z. A., Alamsjah, F., & Rahmayati, R. S. (2024). Pengaruh Lama Perendaman pada Biopriming Padi *Anak Daro* Menggunakan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum*. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 722-732. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.10987>



*Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi* is Licensed Under a [CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## PENDAHULUAN

Padi merupakan komoditas tanaman pangan yang penting, di samping jagung, umbi-umbian, sagu, dan sumber karbohidrat lainnya. Salah satu varietas lokal di Sumatera Barat, yakni *Anak Daro* banyak diminati masyarakat, karena nasi yang dihasilkan lebih wangi, lembut, dan rasanya enak. Untuk meningkatkan mutu benih padi lokal Sumatera Barat varietas *Anak Daro*, salah satu upaya yang dapat dilakukan, yaitu melalui teknik priming. Priming ialah hidrasi yang dilakukan secara perlahan yang bertujuan agar potensi air benih mencapai keseimbangan dan mengaktifkan metabolisme dalam benih sebelum benih berkecambah. Salah satunya adalah biopriming, yaitu teknik priming benih dengan menggunakan agen hayati berupa mikroorganisme yang bermanfaat, seperti *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum*.

*Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* telah banyak digunakan dalam priming pada berbagai jenis tanaman (Pawar & Laware, 2018). Penelitian oleh Yildirim *et al.* (2021), menunjukkan bahwa tanaman sorgum yang di priming dengan *Bacillus subtilis* mengalami peningkatan perkecambahan dan karakteristik kemunculan bibit-bibit benih yang belum matang dan benih yang sudah matang dibandingkan dengan kelompok kontrol. Penelitian oleh Adhikari *et al.* (2023), terkait priming menggunakan *Trichoderma harzianum* pada tanaman lentil menunjukkan peningkatan daya berkecambah dan indeks vigor benih. Penggunaan *Trichoderma harzianum* pada benih padi lokal *Sirandah Batuampa* dapat memberi pengaruh nyata terhadap indeks vigor dibandingkan kontrol (Zani & Anhar, 2021).

Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan teknik priming, salah satunya adalah lama perendaman. Perlakuan lama perendaman pada biji dilakukan dengan tujuan agar biji mempunyai kesempatan yang lebih dalam menyerap air untuk merangsang biji berkecambah. Haerani & Nurdin (2021), mengujikan *Trichoderma harzianum* pada tanaman mentimun dengan variasi waktu perendaman 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Perendaman selama 24 jam meningkatkan daya berkecambah dari tanaman tersebut menjadi 94%. Kemudian, perendaman selama 48 jam menunjukkan adanya pengaruh pada panjang buah dan diameter buah mentimun yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain, dan adanya pengaruh nyata terhadap jumlah buah. Kemudian, untuk perlakuan biopriming selama 72 jam didapatkan hasil terendah pada setiap parameter.



Adanya variasi lama perendaman ini menunjukkan adanya pengaruh terhadap perkecambahan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama perendaman dalam biopriming menggunakan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* terhadap perkecambahan padi varietas *Anak Daro* dan mengetahui interaksi antara lama perendaman dengan agen biopriming terhadap perkecambahan padi varietas *Anak Daro*. Hasil penelitian ini menjadi landasan untuk meningkatkan mutu benih padi lokal Sumatra Barat melalui priming dengan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum*.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Riset Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang. Alat yang digunakan pada penelitian ini, antara lain cawan petri, erlenmeyer, gelas ukur, jarum ose, timbangan analitik, *spayer*, kapas, aluminium foil, label, *hot plate*, *autoklaf*, *shaker*, *Laminar Air Flow* (LAF), batang pengaduk, dan bunsen. Bahan yang digunakan, yaitu padi varietas *Anak Daro*, Bakteri *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Trichoderma harzianum*, *Magnaporthe Oryzae*, media *Nutrient Agar* (NA), media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Nutrient Broth* (NB), kentang, *dextrose*, natrium hipoklorit 1%, aquades, alkohol 70%, dan spiritus. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Sebagai faktor pertama, jenis agen biopriming yaitu kontrol (tanpa agen biopriming), *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum*, sedangkan faktor kedua adalah lama perendaman, yaitu B1 (24 jam), B2 (48 jam), dan B3 (72 jam).

## Cara Kerja

### *Persiapan Suspensi Agen Biopriming*

*Bacillus subtilis* disuspensikan ke dalam *test tube* berisi 10 ml aquades, kemudian dilakukan pengenceran hingga kepadatan bakteri mencapai  $10^8$  (Prathibha & Siddalingeshwara, 2013). Untuk *Trichoderma harzianum*, jamur disuspensikan ke dalam *test tube* berisi 10 ml akuades, kemudian dilakukan pengenceran hingga kepadatan jamur mencapai  $10^7$  (Zani & Anhar, 2021).

### *Pengaplikasian Biopriming*

Sebanyak 10 benih dimasukkan ke dalam masing-masing gelas *beaker* ukuran 50 ml yang berisi suspensi bakteri dan suspensi jamur, kemudian *dishaker* selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam (Haerani & Nurdin, 2021) dengan kecepatan 120 rpm (Purwanto *et al.*, 2022). Selanjutnya biji dikecambahkan di dalam cawan petri yang berisi kapas lembab. Pengamatan dilakukan selama 7 hari. Parameter yang diukur pada penelitian ini yaitu:

- 1) Potensi Tumbuh Maksimum (PTM)

$$PTM = \frac{\Sigma \text{Kecambah yang tumbuh}}{\Sigma \text{Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

2) Indeks Vigor (IV)

$$IV = \frac{\Sigma \text{Kecambah yang tumbuh}}{\Sigma \text{Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

3) Daya Berkecambah (DB)

$$DB = \frac{\Sigma \text{KN Hitungan I} + \Sigma \text{KN Hitungan II}}{\Sigma \text{Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

**Keterangan:**

KN = Kecambah Normal.

**Analisis Data**

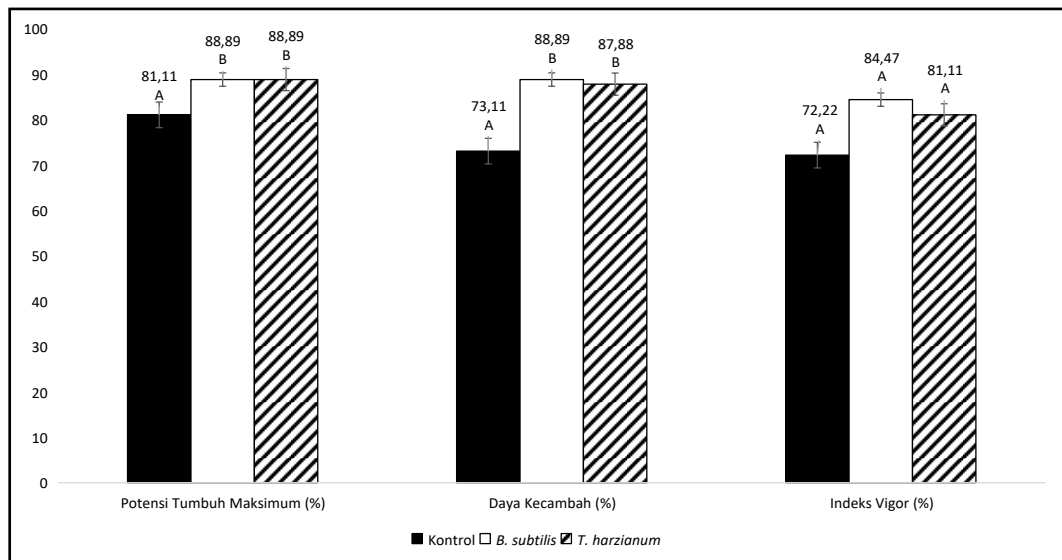
Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA). Bila pengaruh perlakuan berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut *Duncan New Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf 5%.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh lama perendaman pada biopriming padi *Anak Daro* menggunakan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum*, diperoleh data sebagai berikut:

**Agen Biopriming**

Biopriming menggunakan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* memberi pengaruh yang berbeda-beda pada potensi tumbuh maksimum, daya berkecambah, dan indeks vigor benih padi varietas *Anak Daro* dibandingkan kontrol (Gambar 1).



**Gambar 1. Pengaruh Agen Biopriming pada Benih Padi Varietas *Anak Daro*.**

Biopriming menggunakan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap potensi tumbuh maksimum dan daya berkecambah dibandingkan kontrol (tanpa mikroba). *Bacillus subtilis*



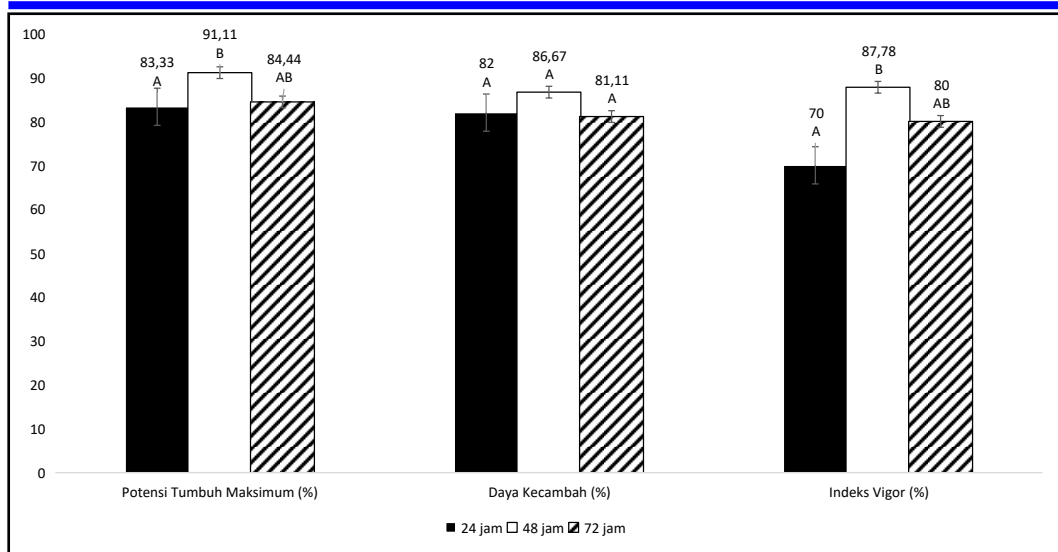
mampu memproduksi hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) dan giberelin (Singh *et al.*, 2019). Demikian dengan *Trichoderma harzianum*, mampu menghasilkan hormon pertumbuhan, seperti giberelin, *Indole Acetic Acid* (IAA), dan enzim ACC-Deaminase (ACCD) (Tyśkiewicz *et al.*, 2022). Giberelin merangsang pemanjangan tunas dan akar, sementara IAA membantu memicu pembentukan akar dan pemanjangan sel (Murniati *et al.*, 2022). Sementara enzim ACCD mampu mengurangi level etilen, sehingga meningkatkan potensi tumbuh maksimum pada biji tanaman.

Menurut Sutariati *et al.* (2014), perlakuan priming dengan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* mampu meningkatkan persentase daya berkecambah benih dibandingkan dengan kontrol. Hormon pertumbuhan yang dihasilkan oleh mikroba, salah satunya giberelin mampu untuk mengaktifkan enzim hidrolitik dalam perkembangan embrio pada benih dan memobilisasi cadangan makanan yang terdapat pada endosperm, sehingga mampu meningkatkan perkecambahan (Andana *et al.*, 2023; Asra, 2014). Selain itu, kedua mikroba tersebut diketahui mampu memproduksi hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) yang mana dapat mempercepat perkecambahan benih dengan mengatur hormon endogen dan metabolisme sukrosa (Zhao *et al.*, 2020).

*Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* tidak berpengaruh terhadap indeks vigor, namun penggunaan agen biopriming cenderung meningkatkan indeks vigor. Penelitian oleh Zhu *et al.* (2022) menunjukkan adanya peningkatan indeks vigor untuk tanaman padi yang di priming dengan *Bacillus subtilis*. Nilai indeks vigor pada tanaman padi yang di priming dengan *Trichoderma harzianum* pada penelitian Zani & Anhar (2021), lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dikarenakan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* merupakan mikroba yang dikenal mampu memproduksi hormon pertumbuhan, seperti giberelin dan IAA. IAA merupakan hormon yang mempengaruhi kecepatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Advinda *et al.*, 2018). IAA juga memiliki kemampuan untuk mempengaruhi pembelahan sel, diferensiasi sel, dormansi biji, dan perkecambahan. Giberelin berfungsi dalam perbanyakan dan pembesaran sel pada tanaman dan memacu pertumbuhan batang. Sedangkan sitokinin merangsang pembelahan sel, mengendalikan pertumbuhan tunas, menghambat penuaan jaringan, dan berkontribusi pada pembentukan akar (Zani & Anhar, 2021).

### **Lama Perendaman**

Lama perendaman dalam biopriming memberi pengaruh yang berbeda beda pada potensi tumbuh maksimum, daya berkecambah, dan indeks vigor benih padi varietas Anak Daro (Gambar 2).



**Gambar 2.** Pengaruh Lama Perendaman dalam Biopriming Padi Varietas Anak Daro.

Perlakuan variasi lama perendaman benih menggunakan beberapa agen biopriming berpengaruh nyata terhadap potensi tumbuh benih dan indeks vigor padi varietas *Anak Daro*. Variasi lama perendaman selama 48 jam menunjukkan hasil terbaik dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan dengan perendaman selama 24 jam, namun tidak berbeda nyata pada perendaman 72 jam. Pemberian perlakuan lama perendaman bertujuan agar biji mempunyai kesempatan lebih dalam berimbibisi. Penggunaan mikroba dapat membantu mempercepat proses imbibisi, karena mikroba dapat merombak kulit benih, sehingga terjadinya perobekan pada kulit benih, lalu proses imbibisi dapat berlangsung yang menyebabkan benih dapat berkecambah dengan cepat. Arthawijaya *et al.* (2022), menyatakan bahwa perendaman benih yang sebentar menyebabkan imbibisi yang belum maksimal, sehingga metabolisme benih lebih lambat. Sedangkan menurut Agustiansyah *et al.* (2020), semakin lama benih direndam, akan ada peningkatan akumulasi giberelin, namun menurut Agustina & Syamsiah (2018), benih yang terlalu lama direndam akan sulit berkecambah karena kekurangan O<sub>2</sub>. Perendaman selama 48 jam dinilai efektif, karena tidak terlalu cepat ataupun terlalu lama untuk perkecambahan benih padi, sehingga proses imbibisi telah berjalan dengan optimal. Hasil penelitian Winda *et al.* (2023), menunjukkan bahwa benih padi *Gogo* yang direndam menggunakan KNO<sub>3</sub> selama 48 jam memiliki potensi tumbuh maksimum terbaik. Sedangkan pada penelitian Huda *et al.* (2022), menunjukkan bahwa perendaman menggunakan kalium hidroksida selama 36 jam pada padi varietas *Ciherang* memiliki potensi tumbuh maksimum terbaik. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing varietas memiliki periode perendaman yang optimal yang berbeda-beda. Menurut Lestari *et al.* (2020), setiap tanaman akan mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam berimbibisi pada tiap lama perendaman.

Penelitian oleh Haerani & Nurdin (2021), tentang biopriming menggunakan *Trichoderma harzianum* pada biji mentimun, didapatkan bahwa perendaman selama 24 jam memberikan hasil yang terbaik untuk indeks vigor



dibandingkan lama perendaman selama 48 jam dan 72 jam. Sedangkan pada penelitian Afdharani *et al.* (2019), lama perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap indeks vigor dari benih padi yang diinvigorasi dengan beberapa larutan. Sedangkan dalam penelitian Mubarok *et al.* (2021), didapatkan bahwa faktor lama perendaman memberi pengaruh nyata terhadap indeks vigor tanaman padi.

Lama perendaman pada biopriming benih tidak berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah pada benih padi *Anak Daro*. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Mubarok *et al.* (2021), yang mana variasi lama perendaman benih padi dengan larutan giberelin memberikan pengaruh nyata pada daya kecambah. Faktor lama perendaman juga memberikan pengaruh pada biji tamarin (Panataria *et al.*, 2022). Perbedaan ini diduga karena perbedaan varietas atau jenis tanaman yang menyebabkan adanya respon yang berbeda. Pada perkecambahan, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, seperti gen, hormon, kekerasan biji, dan faktor eksternal seperti air, temperatur, oksigen, dan medium (Imansari & Haryanti, 2017).

Penyerapan air merupakan tahap pertama perkecambahan benih, kemudian terjadi pelunakan kulit biji lalu perkembangan benih. (Srilaba *et al.*, 2018). Air diserap oleh kulit benih melalui imbibisi dan osmosis yang mengakibatkan pembengkakan yang melunakkan kulit benih, sehingga akar dapat tumbuh (Lubis *et al.*, 2014). Lama perendaman yang terlalu pendek menurut Arthawijaya *et al.* (2022), menyebabkan proses imbibisi belum optimal. Hal ini menyebabkan metabolisme benih tidak secepat benih yang direndam dengan lama variasi 48 dan 72 jam. Selain itu, perendaman yang terlalu singkat dapat menghambat aktivitas enzim yang mendukung perkecambahan dan kekuatan benih (Saini *et al.*, 2017).

### **Interaksi Agen Biopriming dan Lama Perendaman**

Interaksi antara agen biopriming dan lama perendaman memberi pengaruh berbeda-beda pada potensi tumbuh maksimum, daya berkecambah, dan indeks vigor padi varietas *Anak Daro* (Tabel 1).

**Tabel 1. Pengaruh Interaksi Agen Biopriming dan Lama Perendaman terhadap Potensi Tumbuh Maksimum, Daya Berkecambah, dan Indeks Vigor Padi Varietas *Anak Daro*.**

Perlakuan	PTM	Daya Berkecambah	Indeks Vigor
a1b1	90.00 b	86.00 bc	70.00 a
a1b2	86.67 b	73.33 ab	86.67 a
a1b3	66.67 a	60.00 a	60.00 a
a2b1	80.00 ab	80.00 ab	66.67 a
a2b2	90.00 b	90.00 bc	90.00 a
a2b3	96.67 c	96.67 c	96.67 a
a3b1	80.00 ab	80.00 ab	73.33 a
a3b2	96.67 c	96.67 c	86.67 a
a3b3	90.00 b	86.67 bc	83.33 a

Terdapat interaksi yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antara lama perendaman dengan agen biopriming terhadap potensi tumbuh maksimum dan daya berkecambah benih padi *Anak Daro*. Namun interaksi antara agen biopriming dengan lama perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap indeks vigor benih padi varietas *Anak Daro*. Perlakuan perendaman selama 72 jam menggunakan



*Bacillus subtilis* dan perendaman selama 48 jam menggunakan *Trichoderma harzianum* mempunyai potensi tumbuh maksimum tertinggi. Hal ini berbeda dengan penelitian oleh Haerani & Nurdin (2021), yang mana biji mentimun yang dipriming dengan *Trichoderma harzianum* selama 24 jam menunjukkan nilai daya kecambah tertinggi. Perendaman selama 72 jam tanpa mikroba menunjukkan hasil rerata terendah pada setiap parameter. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman tanpa agen biopriming dengan perendaman yang cukup lama dapat berdampak negatif pada potensi tumbuh maksimum padi *Anak Daro*. Lama perendaman yang tepat dapat mengaktifkan enzim dan hormon tanaman yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Beberapa mikroba dalam biopriming, seperti *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* dapat menghasilkan fitohormon, seperti auksin dan giberelin yang mempengaruhi pembelahan sel, pertumbuhan akar, dan tunas tanaman. Lama perendaman yang tepat memberikan waktu yang cukup bagi mikroba untuk merangsang produksi fitohormon ini, sehingga meningkatkan potensi tumbuh maksimum benih.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Haerani & Nurdin (2021), Afdharani *et al.* (2019), dan Mubarak *et al.* (2021), dapat dilihat bahwa setiap tanaman akan memberikan respon yang berbeda-beda pada faktor bahan priming dan lama perendaman.

## SIMPULAN

*Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* pada biopriming varietas padi *Anak Daro* berpengaruh nyata terhadap potensi tumbuh maksimum dan daya berkecambah. Sedangkan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap potensi tumbuh maksimum dan indeks vigor. Interaksi antara lama perendaman dan agen biopriming *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* pada varietas padi *Anak Daro* berpengaruh nyata terhadap potensi tumbuh maksimum dan daya berkecambah, namun tidak berpengaruh nyata pada indeks vigor.

## SARAN

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi pengaruh konsentrasi mikroba terhadap perkecambahan padi *Anak Daro*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, dan semua pihak yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian ini.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adhikari, P., Shrestha, S. M., Manandhar, H. K., & Marahatta, S. (2023). Effect of Native *Trichoderma* as Seed Treatment on Germination and Seedling Performance of Lentil Under Biotic and Abiotic Stress Conditions. *SAARC Journal of Agriculture*, 21(2), 145-156. <https://doi.org/10.3329/sja.v21i2.68649>
- Advinda, L., Fifendy, M., & Anhar, A. (2018). The Addition of Several Mineral Sources on Growing Media of Fluorescent *Pseudomonad* for the





- Biosynthesis of Hydrogen Cyanide. *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering*, 335(1), 1-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/012016>
- Afdharani, R., Hasanuddin., & Bakhtiar. (2019). Pengaruh Bahan Invigorasi dan Lama Perendaman pada Benih Padi Kadaluarsa (*Oryza sativa* L.) terhadap Viabilitas dan Vigor Benih. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(1), 169-183. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i1.10361>
- Agustiansyah, A., Ardian, A., Setiawan, K., & Rosmala, D. (2020). Pengaruh Lama Perendaman dalam Berbagai Konsentrasi Giberelin (GA3) terhadap Perkecambahan Benih Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Agrovigor : Jurnal Agroekoteknologi*, 13(2), 94-99. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v13i2.6693>
- Agustina, T., & Syamsiah, M. (2018). Aplikasi Lama Perendaman Benih dengan MOL (Mikroorganisme Lokal) dari Akar Putri Malu dalam Memacu Pertumbuhan Bibit Padi Pandanwangi. *Agroscience*, 8(1), 1-10. <https://doi.org/10.35194/agsci.v8i1.353>
- Andana, D. S., Jannah, H., & Safnowandi, S. (2023). Pemanfaatan Bintil Akar Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) sebagai Pupuk Biologi untuk Pertumbuhan Bibit Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) dalam Upaya Penyusunan Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan II. *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 3(1), 1-10. <https://doi.org/10.36312/bjkb.v3i1.145>
- Arthawijaya, R. A. P., Sulistyono, H. E., Kamaliyah, S. N., & Sudarwati, H. (2022). Pematangan Proses Dormansi Benih Tanaman Centrosema (*Centrosema pubescens*) dengan Penggunaan PEG (*Polyeth-Ylene Glycol*) 6000. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 5(1), 7-22. <https://doi.org/10.21776/ub.jnt.2021.005.01.2>
- Asra, R. (2014). Pengaruh Hormon Giberelin (GA3) terhadap Daya Kecambah dan Vigoritas *Calopogonium caeruleum*. *Biospecies*, 7(1), 29-33.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Indonesia 2022*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Haerani, N., & Nurdin, N. (2021). Uji Efektivitas Teknik Biopriming dengan Cendawan Trichoderma pada Perbaikan Viabilitas Benih dan Produksi Mentimun. *Jurnal Agrotan*, 7(1), 42-54.
- Huda, M., Farmia, A., & Munambar, S. (2022). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Larutan Kalium Hidroksida terhadap Pematangan Dormansi Calon Benih Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(2), 91-98. <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v24i2.63825>
- Imansari, F., & Haryanti, S. (2017). Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Laju Perkecambahan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2(2), 187-192. <https://doi.org/10.14710/baf.2.2.2017.187-192>
- Lestari, I., Karno., & Sutarno. (2020). Uji Viabilitas dan Pertumbuhan Benih Kedelai (*Glycine max*) dengan Perlakuan Invigorasi Menggunakan Ekstrak Bawang Merah. *Journal of Agro Complex*, 4(2), 116-124. <https://doi.org/10.14710/joac.4.2.116-124>



- Lubis, A., Riniarti, M., & Bintoro, A. (2014). Pengaruh Lama Waktu Perendaman dengan Air terhadap Daya Berkecambah Trembesi (*Samanea saman*). *Jurnal Sylva Lestari*, 2(2), 25-32. <https://doi.org/10.23960/jsl2225-32>
- Mubarok, A., Mutakin, J., & Fajarfika, R. (2021). Pengaruh Konsentrasi Giberelin (GA3) dan Lama Perendaman dalam Meningkatkan Perkecambahan Benih Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Ciharang (Kadaluarsa). *Jagros : Jurnal Agroteknologi dan Sains*, 5(2), 363-376. <https://doi.org/10.52434/jagros.v5i2.1362>
- Murniati, A., Tahir, D., & Tahir, R. (2022). Identifikasi Mikroba Rizosfer Penghasil Hormon Pertumbuhan pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Agro Bali : Agricultural Journal*, 5(3), 608-615. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.1040>
- Panataria, L. R., Manalu, C. J., & Sitorus, E. (2022). Accelerating Tamarind (*Tamarindus indicu* Linn) Seed Germination by Soaking Treatment Method. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22(1), 1-10. <https://doi.org/10.25181/jppt.v22i1.2097>
- Pawar, V. A., & Laware, S. L. (2018). Seed Priming a Critical Review. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences*, 5(5), 94-101. <https://doi.org/10.26438/ijsrbs/v5i5.94101>
- Prathibha, K. S., & Siddalingeshwara, K. G. (2013). Effect of Plant Growth Promoting *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescense* as Rhizobacteria on Seed Quality of Sorghum. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2(3), 11-18.
- Purwanto., Oktaviani, E., & Leana, N. W. A. (2022). Seed Bio-Priming to Enhance Seed Germination and Seed Vigor of Rice Using Rhizobacteria from the Northern Coast of Pemalang, Central Java, Indonesia. *Planta Tropika : Journal of Agro Science*, 10(2), 152-159. <https://doi.org/10.18196/pt.v10i2.13722>
- Saini, R., Rai, P. K., Bara, B. M., Sahu, P., Anjer, T., & Kumar, R. (2017). Effect of Different Seed Priming Treatments and its Duration on Seedling Characters of Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 848-850.
- Singh, H. B., Keswani, C., Reddy, M. S., Sansinenea, E., & Estrada, C. G. (2019). *Secondary Metabolites of Plant Growth Promoting Rhizomicroorganisms*. The Gateway: Springer Nature Singapore Private Limited.
- Srilaba, N., Purba, J. H., & Arsana, I. K. N. (2018). Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Atonik terhadap Perkecambahan Benih Jati (*Tectona grandis* L.). *Agro Bali : Agricultural Journal*, 1(2), 108-119. <https://doi.org/10.37637/ab.v1i2.312>
- Sutariati, G. A. K., Safuan, L. O., Khaeruni, A., & Handayani, F. (2014). Uji Efektivitas Teknik Biopriming dan Sumber Benih terhadap Viabilitas dan Vigor Bibit Kakao. *Jurnal Agriplus*, 24(2), 111-122.
- Tyśkiewicz, R., Nowak, A., Ozimek, E., & Ścisiel, J. J. (2022). Trichoderma: The Current Status of its Application in Agriculture for the Biocontrol of Fungal Phytopathogens and Stimulation of Plant Growth. *International*



---

*Journal of Molecular Sciences*, 23(4), 1-28.  
<https://doi.org/10.3390/ijms23042329>

- Winda, W., Saputri, R., Yufikar., & Kurniasari, L. (2023). Pengujian *After Ripening* serta Efektivitas Pematahan Dormansi pada Benih Padi *Gogo* Lokal Bangka Aksesori Balok. *Fruitset Sains : Jurnal Pertanian Agroteknologi*, 11(2), 116-125.  
<https://doi.org/10.35335/fruitset.v11i2.3815>
- Yildirim, K. C., Orel, D. C., Okyay, H., Gursan, M. M., & Demir, I. (2021). Quality of Immature and Mature Pepper (*Capsicum annuum* L.) Seeds in Relation to Bio-Priming with *Endophytic pseudomonas* and *Bacillus* spp. *Horticulturae*, 7(4), 1-16. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7040075>
- Zani, R. Z., & Anhar, A. (2021). Pengaruh *Trichoderma* spp. terhadap Tinggi Perkecambahan Benih Padi Sawah (*Oryza sativa* L. Var.) *Sirandah Batuampa*. *Jurnal Biogenerasi*, 6(1), 1-9.  
<https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v6i1.446>
- Zhao, T., Deng, X., Xiao, Q., Han, Y., Zhu, S., & Chen, J. (2020). IAA Priming Improves the Germination and Seedling Growth in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Via Regulating the Endogenous Phytohormones and Enhancing the Sucrose Metabolism. *Industrial Crops and Products*, 155(1), 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112788>
- Zhu, H., Zhou, H., Ren, Z., & Liu, E. (2022). Control of *Magnaporthe oryzae* and Rice Growth Promotion by *Bacillus subtilis* JN005. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(6), 2319-2327. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10444-w>