

Biopriming with *Trichoderma* spp. as a Strategy to Enhance Seed Viability and Vigor in Several Rice Varieties (*Oryza sativa* L.)

Maria Serviana Due^{1*}, David Januarius Djawapatty¹, Ludgardis Keas Nosen², Jenny Ronawati Bay², Antonia Paulina Bao¹, Nataniel Umbu Limbu¹

¹Program Studi Biologi Terapan, Sekolah Tinggi Pertanian Flores Bajawa, Ngada, Indonesia

²Program Studi Agroteknologi, Sekolah Tinggi Pertanian Flores Bajawa, Ngada, Indonesia;

Article History

Received : November 03th, 2024

Revised : November 25th, 2024

Accepted : December 14th, 2024

*Corresponding Author: **Maria Serviana Due**, Program Studi Biologi Terapan, Sekolah Tinggi Pertanian Flores Bajawa, Ngada, Indonesia;
Email: ervinnedho@gmail.com

Abstract: Rice plants frequently encounter both biotic and abiotic stress because the nation is tropical. Through the application of ecologically friendly technology, the sustainability of diminishing rice production can be addressed. *Trichoderma* spp. microorganisms used in biopriming may be able to address the issues that come up. The purpose of the research is to determine how bio priming using *Trichoderma* spp. affects the viability and vigor of seeds from several rice varieties. (*Oryza sativa* L.). This study employs an experimental approach with a Completely Randomized approach (CRD) factorial design that includes two factors: the rice variety and the concentration of *Trichoderma* spp. Two-way analysis of variance (ANOVA) was used to analyze the data. The findings of the study show that seed vigor and viability are significantly impacted by biopriming with *Trichoderma* spp. For the Kusuma 05 rice variety, the treatment with *Trichoderma* spp. at a 30% concentration showed the largest increase in each variable.

Keywords: Biopriming, rice, *Trichoderma* spp., viability, vigor.

Pendahuluan

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman sereal dalam family *Poaceae* yang menempati urutan ketiga setelah gandum dan jagung dalam hal produksi dan menempati urutan pertama dalam hal konsumsi global (Eze *et al.*, 2022). Padi sangat penting secara global karena sebagai sumber makanan utama bagi lebih dari 3 miliar orang yang tinggal di Asia dan 1,5 miliar orang Afrika dan Amerika Latin (Khan *et al.*, 2015). Di Indonesia padi adalah komoditas strategis karena mempunyai pengaruh yang besar terhadap kesetabilan ekonomi dan politik. Beras merupakan makanan pokok bagi lebih dari 95% penduduk Indonesia (Satria *et al.*, 2017). Kehidupan masyarakat Indonesia sangat tergantung dari beras karena sebagai sumber energi dan karbohidrat.

Jumlah penduduk Indonesia terus bertambah setiap tahunnya, sehingga pemenuhan kebutuhan pangan menjadi hal yang penting. Ketersediaan pangan dalam negeri menentukan

kebutuhan ini; semakin banyak beras yang diproduksi, semakin banyak pula pangan dalam negeri yang tersedia. Penduduk Indonesia terus mengalami peningkatan, berdasarkan skenario tren diperkirakan pada tahun 2035 terproyeksi akan berjumlah 297,43 juta orang dan pada tahun 2050 akan mencapai 328,93 juta orang (BPS, 2023). Pertumbuhan penduduk berada pada rentang 0,99 % per tahun. Meningkatnya jumlah penduduk akan menyebabkan peningkatan kebutuhan pangan. Jumlah produksi beras untuk konsumsi pangan penduduk pada tahun 2023 diperkirakan sekitar 30,90 juta ton, turun 645,09 ribu ton atau 2,05% dibanding produksi tahun 2022 sebesar 31,54 juta ton (BPS, 2023).

Berbagai macam stresor biotik dan abiotik sering dialami oleh tanaman padi. Stres abiotik secara signifikan mengurangi hasil panen tanaman pangan secara global (Khan *et al.*, 2021). Mempertahankan keberlanjutan produksi padi saat ini merupakan tantangan terbesar yang dihadapi petani, yang memerlukan upaya untuk mengurangi dampak kerugian guna

mempertahankan peningkatan tingkat produktivitas. Salah satu cara untuk mengatasi stresor biotik dan abiotik adalah melalui teknologi yang ramah lingkungan. Teknologi dan praktik yang ditujukan untuk meningkatkan produktivitas pangan tanpa merusak lingkungan dikembangkan menggunakan prosedur perlakuan benih yang ramah lingkungan, yang hemat biaya dan menggunakan lebih sedikit lahan untuk menghasilkan lebih banyak (Kumar, 2014).

Bio-priming adalah salah satu pengembangan teknologi baru untuk perawatan benih yang mampu meningkatkan perkecambahan, kekuatan, pertumbuhan dan hasil tanaman (Miljakovic *et al.*, 2022). Biopriming melibatkan mikroba bermanfaat dan molekul bioaktif yang mendorong interaksi endofit antara tanaman, jamur tertentu dan bakteri. Interaksi yang terjadi bertujuan meningkatkan sintesis fitohormon juga meningkatkan resistensi terhadap stres biotik dan abiotik (Paparella *et al.*, 2015). Selain itu, bio-priming menyediakan cara berkelanjutan untuk meningkatkan perkembangan, pertumbuhan, dan toleransi tanaman terhadap stres (Mahmood *et al.*, 2016; Toribio *et al.*, 2021). Sebagai campuran faktor fisiologis dan biologis yang berkaitan dengan benih dan pendorong pertumbuhan tanaman, penggunaan mikroba sebagai bio-priming telah menjadi teknik perawatan benih terbaru (Rakhsit *et al.*, 2015; Dhawal *et al.*, 2016). Dalam penelitian mereka, Ananthi *et al.*, (2014) menjelaskan bagaimana proses bio-priming benih dilakukan dengan melapisi dan menghidrasi benih dengan mikroorganisme yang bermanfaat bagi benih. Penelitian lain yang dilakukan oleh Mitra *et al.*, (2021) tentang bio-priming dengan rhizobakteri diketahui memacu pertumbuhan tanaman dengan peningkatan perkecambahan benih, kinerja pertumbuhan serta manajemen nutrisi dan stres.

Trichoderma spp. salah satu jamur saprofit yang hidup bebas paling umum di rizosfer dan menempati sebagian besar agen biokontrol jamur dalam industri biopestisida (Woo *et al.*, 2014). Jamur biopriming yang paling populer adalah *Trichoderma* spp. karena memiliki sifat antagonis terhadap penyakit tanaman, terutama jamur dan nematoda; juga membuat tanaman lebih tahan terhadap stres abiotik, meningkatkan perkembangan tanaman, memecah bahan

organik, melarutkan dan memobilisasi fosfor, dan meningkatkan ketersediaan nutrisi dan penggunaan nitrogen. Menurut penelitian Mastouri (2010), benih yang diberi perlakuan isolat *Trichoderma* secara konsisten berkecambah lebih cepat dan seragam daripada benih yang tidak diberi perlakuan dalam kondisi stres. Bio-priming dengan *Trichoderma* yang diisolasi dari rizosfer padi terbukti nyata meningkatkan daya perkecambahan dan vigor benih padi dibandingkan dengan control (Devi *et al.*, 2019).

Agen hayati dari kelompok *Trichoderma* memiliki banyak manfaat, sehingga diperlukan penelitian tentang Bio-priming yang diaplikasikan kepada beberapa varietas benih padi. Varietas padi yang dipilih meliputi varietas padi Kusuma 05, Inpari 30, Inpari 40 dan Ciherang. Pemilihan beberapa varietas padi ini, karena varietas-varietas ini yang sering digunakan oleh petani lokal. Mengacu pada rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh bio-priming menggunakan *Trichoderma* spp. sebagai strategi peningkatan viabilitas dan vigor benih beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.). Hipotesis dalam penelitian ini: Bio-priming menggunakan *Trichoderma* spp. berpengaruh nyata dalam strategi peningkatan viabilitas dan vigor benih beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.).

Bahan dan Metode

Alat dan bahan

Alat penelitian ini antara lain petridish, pinset, toples kaca. Bahan yang digunakan diantaranya sampel tanah dari akar bambu, nasi dingin, plastik zip, varietas padi (ciherang, Kusuma 05, inpari 30 dan Inpari 40) dan akuades steril.

Prosedur Penelitian

Isolasi *Trichoderma* spp.:

Isolasi *Trichoderma* spp. menggunakan metode isolasi langsung. Metode isolasi langsung dilakukan dengan cara mengambil 300 gr tanah yang diambil dari sekitar perakaran pohon bambu. Tanah tersebut dimasukkan kedalam wadah toples bersih, lalu pada permukaan tanah tersebut ditutupi dengan nasi dingin secara merata. Setelah tertutup merata, permukaan nasi dingin tersebut ditutupi lagi

dengan daun bambu. Selanjutnya, tutup rapat toples tersebut dan disimpan pada tempat yang gelap, serta diinkubasi pada suhu ruang selama 14 hari. Cendawan *Trichoderma* spp. memiliki karakteristik seperti warna hijau muda sampai hijau tua, hifa menyebar cepat dan merata, serta berbentuk koloni bulat.

Pemilihan benih padi:

Benih Padi meliputi 4 varietas benih diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Ngada. Empat varietas ini adalah varietas Kusuma 05, Inpari 30, Inpari 40 dan Ciharang.

Perlakuan biopriming:

Benih padi dari berbagai varietas direndam selama 24 jam dengan suspensi *Trichoderma* spp. Setelah perlakuan benih dikering anginkan dan siap untuk dilakukan uji viabilitas dan vigor benih.

Variabel penelitian:

Variabel penelitian meliputi daya berkecambah, indeks vigor, keserempakan tumbuh dan kecepatan tumbuh

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan Uji Kehomogenan Ragam Barlett, dilanjutkan analisis ragam ANNOVA (*Analysis of Variance*), pengujian selanjutnya uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf galat 5%.

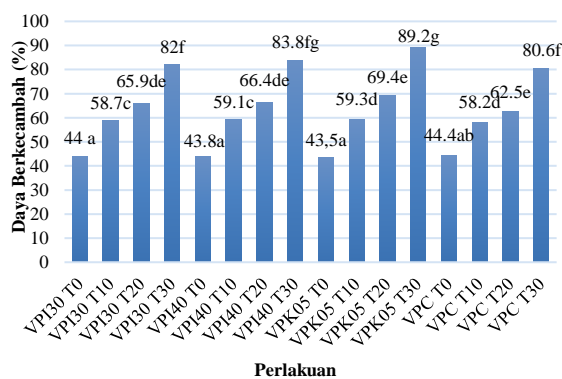
Hasil dan Pembahasan

Biopriming menggunakan agen hayati *Trichoderma* merupakan alternatif untuk meningkatkan vigor dan viabilitas benih padi. Ada 4 variabel yaitu daya kecambah, indeks vigor, keserempakan tumbuh dan kecepatan tumbuh.

Daya Berkecambah (DB)

Daya kecambah adalah kemampuan benih untuk tumbuh dan bereproduksi secara normal di lingkungan yang sesuai. Hasil perhitungan daya kecambah (DB) dapat diperhatikan pada gambar 1. Berdasarkan hasil penelitian, varietas padi Kusuma memiliki daya berkecambah yang paling tinggi dan konsentrasi larutan *Trichoderma* 30%, yaitu rata-rata 89,2%,

sedangkan varietas kontrol hanya 43,5%. Jika dibandingkan dengan varietas kontrol (yang tidak diberi biopriming), benih padi yang diberi biopriming memiliki daya berkecambah yang lebih tinggi. Rata-rata persentase daya berkecambah dalam penelitian ini tergolong memenuhi standar mutu daya berkecambah benih, yaitu daya berkecambah di atas 80%. Seperti diketahui, penggunaan *Trichoderma* dapat meningkatkan daya berkecambah. Hal ini sesuai dengan penelitian Rahmad dkk. (2023) yang menunjukkan bahwa pada konsentrasi larutan yang ditambah dengan *Trichoderma harzianum* 30%, daya berkecambah benih padi mencapai 100%.



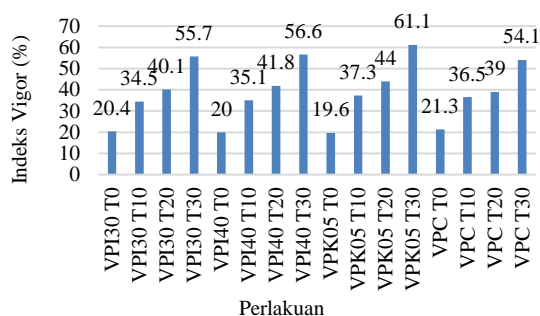
Gambar 1. Presentase Daya Berkecambah Benih Padi

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf nyata 5%. T0 = Priming dengan akuades (kontrol), T10 = Priming dengan *Trichoderma* konsentrasi 10%, T20 = Priming dengan *Trichoderma* konsentrasi 20%, T30 = Priming dengan konsentrasi 30%. VPI30 = Varietas padi inpari 30, VPI40 = Varietas padi inpari 40, VPK05 = Varietas padi Kusuma 05 dan VPC = Varietas padi ciharang

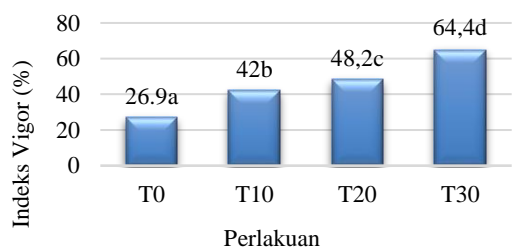
Hasil penelitian Ramadhani (2018) menemukan bahwa hal itu dapat meningkatkan vigor dan viabilitas benih terong. *Trichoderma* menghasilkan hormon Indole Acetic Acid (IAA), yang dapat meningkatkan viabilitas (Rahmad, 2020). Sebagai auksin endogen, hormon IAA berkontribusi pada perluasan sel, menekan pertumbuhan tunas samping, mendorong absisi, membantu perkembangan jaringan xilem dan floem, dan memengaruhi pemanjangan dan pertumbuhan akar.

Indeks Vigor

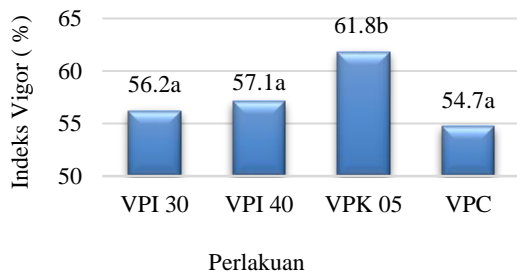
Indeks vigor merupakan presentase kecambah normal pada hitungan pertama yang menunjukkan presentase benih yang cepat berkecambah. Hasil perhitungan variabel indeks vigor dapat diamati pada gambar 2. Perlakuan biopriming yang diperkaya dengan *Trichoderma* menunjukkan indeks vigor benih tertinggi pada konsentrasi 30% pada varietas padi Kusuma 05 (VPK05 T30) dengan rerata 61.1%. Berdasarkan penelitian diketahui indeks vigor yang diberikan perlakuan dengan *Trichoderma* menyebabkan adanya peningkatan jika dibandingkan dengan kontrol untuk semua varietas.



Gambar 2. Presentase Indeks Vigor Benih Padi (Varietas Inpari 30, Inpari 40, Kusuma 05 dan Ciherang).



(a)



(b)

Gambar 3 (a dan b). Presentase Indeks Vigor Benih Padi yang Dipengaruhi Faktor Tunggal *Trichoderma* spp. dan Varietas Padi.

Sejalan dengan penelitian Devi *et al.*, (2019) yang hasilnya menunjukkan Membandingkan benih padi yang diberi biopriming dengan *Trichoderma* dengan kontrol, daya berkecambah dan indeks vigor benih meningkat secara signifikan. Temuan penelitian lain oleh Rahmad *et al.*, (2023), pemberian biopriming benih padi dengan konsentrasi 10–30% dari kelompok *Trichoderma* (*T. harzianum*) dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih, termasuk daya berkecambah, keserempakan pertumbuhan, laju pertumbuhan, dan panjang akar.

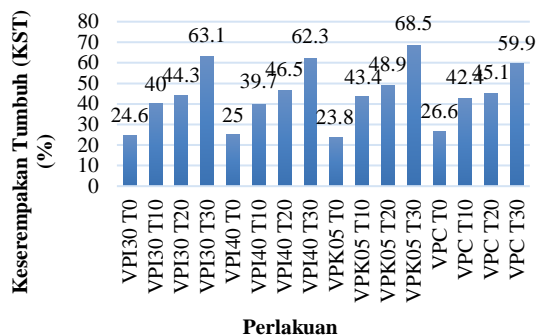
Biopriming benih dengan bantuan mikroba yang inkubasi dapat menyebabkan terjadinya hidrasi air masuk kedalam benih, sehingga fisiologi benih lebih baik. Yuliana *et al.*, (2023) dalam penelitiannya menyatakan perendaman biji/benih dalam suspensi bakteri akan memulai proses fisiologis. Metode perendaman benih menggunakan mikroba sudah banyak digunakan dan ternyata menghasilkan kemampuan sebagai agen pengendalian hayati yang menjanjikan (Mahmood *et al.*, 2016). Pada dasarnya perlakuan biopriming akan menyebabkan mikroba masuk kedalam benih yang akan mempercepat perkecambahan serta pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Keserempakan Tumbuh (KST)

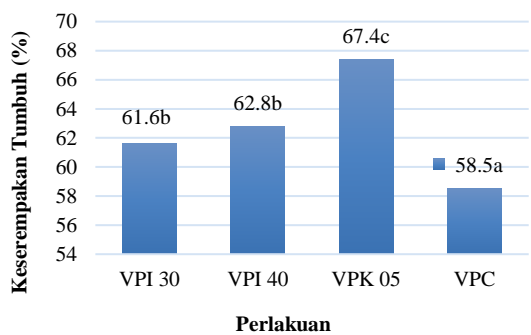
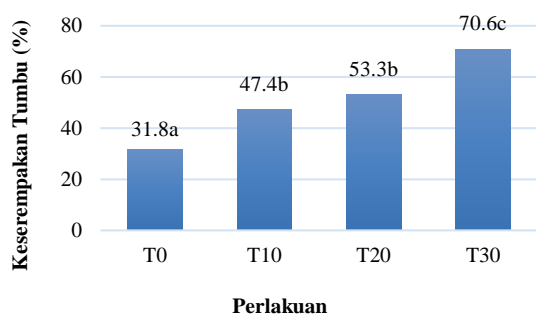
Keserempakan tumbuh adalah kekuatan perkecambahan benih yang dilihat dari kemampuan benih berkecambah secara serempak. Hasil perhitungan variabel keserempakan tumbuh dapat diamati pada gambar 4. Hasil penelitian, diketahui keserempakan tumbuh benih tertinggi terdapat pada varietas padi Kusuma 05 konsentrasi *Trichoderma* 30% (VPK05 T30) dengan rerata 68,5 % jika dibandingkan perlakuan kontrol hanya mencapai 23,8%. Meskipun demikian, presentasi akhir belum tergolong memenuhi standar simultanitas perkembangan yang tinggi. Skor simultanitas pertumbuhan sebesar 70% atau lebih tinggi menunjukkan vigor benih yang sangat kuat, sedangkan nilai 40% menunjukkan vigor benih yang sangat buruk (Sadjad, 1993).

Perendaman benih padi dalam larutan *Trichoderma* spp. merupakan metode invigorasi yang digunakan dalam penelitian ini. Karena hormon dalam larutan terapi bekerja secara independen atau tidak saling memengaruhi, maka % simultanitas pertumbuhan masih

dianggap rendah. Hormon dapat mempercepat perkecambahan benih jika diberikan pada waktu dan konsentrasi yang tepat; sebaliknya, jika konsentrasinya lebih tinggi dari batas penerimaan hormon dalam benih, dapat mengakibatkan keracunan (Suhendra *et al.*, 2016).



Gambar 4. Presentase Keserempakan Tumbuh Benih Padi.

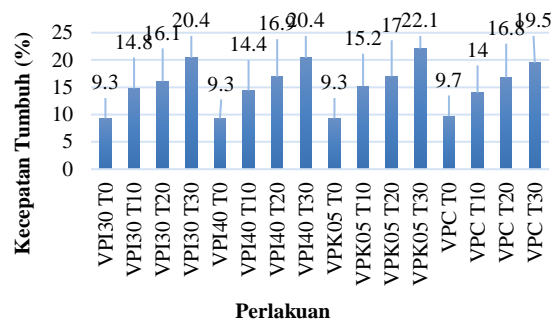


Gambar 5 (a dan b). Presentase Keserempakan Tumbuh Benih Padi yang Dipengaruhi Faktor Tunggal *Trichoderma* spp. dan Varietas Padi.

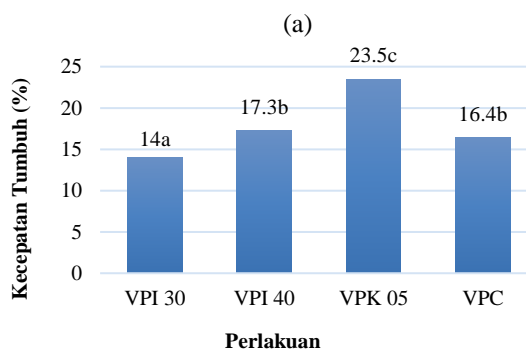
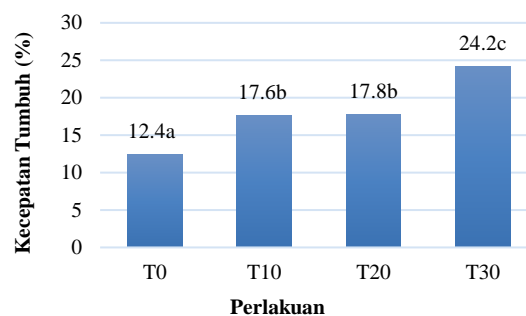
Kecepatan Tumbuh (KCT)

Kecepatan tumbuh merupakan proses reaktivasi benih cepat apabila kondisi sekeliling

untuk tumbuh optimum dan proses metabolisme tdk terhambat. Hasil penelitian dapat diamati pada gambar 6



Gambar 6. Presentase Kecepatan Tumbuh Benih Padi



Gambar 7 (a dan b). Presentase Kecepatan Tumbuh Benih Padi yang Dipengaruhi Faktor Tunggal *Trichoderma* spp. dan Varietas Padi

Perlakuan biopriming yang disuplemen dengan *Trichoderma* spp. pada konsentrasi 30% varietas Kusuma 05 mempunyai persentase laju pertumbuhan tertinggi yaitu 22,1% jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya, menurut hasil penelitian. Persentase laju pertumbuhan terendah yang diberikan oleh kontrol adalah 9,3%. Setiap benih mempunyai prosedur penerimaan invigorasi yang unik, yang

menjelaskan variasi persentase yang timbul. Secara umum, adanya perlakuan invigorasi dapat memperpanjang waktu yang dibutuhkan untuk proses metabolisme dan memperlambat laju penyerapan air pada awal imbibisi.

Hormon perkecambahan dapat dilepaskan dengan bantuan imbibisi. Benih mulai membentuk akar dan tunas awal jika memiliki cukup air dan hormon perkecambahan aktif. Menurut hasil penelitian, perlakuan konsentrasi *Trichoderma* 30% varietas Kusuma 05 menaikkan nilai laju pertumbuhan, sedangkan perlakuan kontrol memiliki nilai laju pertumbuhan yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman benih pada konsentrasi yang tepat dapat menaikkan %. Hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin memiliki dampak positif pada pembelahan sel dan mengatur diferensiasi sel. Kelompok *Trichoderma* diketahui menghasilkan ZPT, yaitu IAA, suatu bentuk hormon auksin yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan mempercepat laju pertumbuhan akar bibit (Wanjiru, 2009).

Kesimpulan

Bio-priming menggunakan agen hayati *Trichoderma* spp. memberikan pengaruh terhadap viabilitas dan vigor pada benih padi varietas Inpari 30, Inpari 40, Kusuma 05 dan Ciherang. Perlakuan biopriming konsentrasi 30 % pada benih padi varietas Kusuma 05 (VPK05 T30) menjadi perlakuan terbaik dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih. Hasil peningkatan daya berkecambah mencapai 89,2%, indeks vigor mencapai 61,1%, keserempakan tumbuh mencapai 68,5% dan kecepatan tumbuh mencapai 22,1%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak pemberi dana PDP (Penelitian Dosen Pemula) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Ditjen Dikti) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia atas bantuan dana dalam pelaksanaan penelitian. Kepada para pihak yang turut membantu penelitian ini baik mahasiswa, laboran dan rekan peneliti yang terlibat dalam penulisan laporan dan artikel ilmiah.

Referensi

- Ananthi, M., Selvaraju, P., & Sundralingam, K. (2014). Effect of bio-priming using bio-control agents on seed germination and seedling vigour in chili (*Capsicum annum* L.) 'PKM 1'. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(5): 564-568. DOI: https://www.researchgate.net/publication/289182132_Effect_of_bio-priming_using_bio-control_agents_on_seed_germination_and_seedling_vigour_in_chilli_Capsicum_annuum_L_'PKM_1'.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023. Jakarta: Badan Pusat Statistik. DOI: <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2024/03/01/2375/pada-2023--luas-panen-padi-mencapai-sekitar-10-21-juta-hektare-dengan-produksi-padi-sebesar-53-98-juta-ton-gabah-kering-giling--gkg-.html>.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Proyeksi Penduduk Indonesia 2020-2050 Hasil Sensus Penduduk 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. DOI: <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/05/16/fad83131cd3bb9be3bb2a657/proyeksi-penduduk-indonesia-2020-2050-hasil-sensus-penduduk-2020.html>.
- Devi, K. S., Devi, P. S., Sinha, B., Singh, L. N. K., Chanu, W. T., Maibam, N., & Devi, H. C. (2019). Effects of bio priming of rice seeds with native *Trichoderma* spp. isolated from rice rhizospheric soil. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4): 1968-1971. DOI: <https://www.phytojournal.com/archives/2019/vol8issue4/PartAG/8-4-348-845.pdf>.
- Dhawal, S., Ranjan, S. D., Singh, Y. R., Manoj, P., & Amitava, R. (2016). Bio-priming with Arbuscular mycorrhizae for Addressing Soil Fertility with Special Reference to Phosphorus. *International Journal of Bioresource Science*, 3(2): 35-40. DOI: https://www.researchgate.net/publication/317607698_Bio-priming_with_Arbuscular_mycorrhizae_for_addressing_soil_fertility_with_special_reference_to_phosphorus.

- Eze, Remigius C., Akinbile, Christopher O., Ewulo, Babatunde S., & Abolude, Akintayo T. (2022). Effect of Biochar Concentrations and Fertilizer Types on Drip-Irrigated Upland Rice Performance. *Journal of Rice Research and Developments*, 5(2): 402-415. DOI: https://www.researchgate.net/publication/364365739_Effects_of_Biochar_Concentrations_and_Fertilizer_Types_on_Drip-Irrigated_Upland_Rice_Performance.
- Khan, M.H., Dar, Z.A and Dar, S.A. (2015). Breeding Strategies for Improving Rice Yield-A Review. *Agricultural Sciences*, 6(5): 467-478. DOI: https://www.scirp.org/pdf/as_2015052219490535.pdf.
- Khan, Naeem., Ali, Shahid., Shahid, M. A., Mustafa, Adnan., Sayyed, R. Z., & Cura, J. A. (2021). Insights into the Interactions among Roots, Rhizosphere, and Rhizobacteria for Improving Plant Growth and Tolerance to Abiotic Stresses: A Review. *Cells*, 10(6): 1-16. DOI: <https://www.mdpi.com/2073-4409/10/6/1551>.
- Kumar, S. (2014). Plant Disease Management in India: Advances and Challenges. *African Journal of Agricultural Research*, 9(15): 1207-1217. DOI: https://academicjournals.org/article/article1397575144_Kumar.pdf.
- Mahmood, A., Turgay, O. C., Farooq, M., & Hayat, R. (2016). Seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria: a review. *FEMS Microbiology Ecology*, 92(8): 112. DOI: <https://watermark.silverchair.com/fiw112.pdf>.
- Mastouri, F., Bjorkman, T., & Harman, G. E. (2010). Seed Treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Phytopathology*, 100(11): 1213-1221. DOI: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/epdf/10.1094/PHYTO-03-10-0091>.
- Miljakovic, D., Marinkovic, J., Tamindzic, G., Dordevic, Vuk., Tintor, B., Milosevic, D., Ignjatov, M., & Nikolic, Z. (2022). Biopriming of soybean with *Bradyrhizobium japonicum* and *Bacillus megaterium*: Strategy to Improve Seed Germination and the Initial Seedling Growth, 11(15): 1-15. DOI: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/15/1927>.
- Mitra, D., Mondal, R., Khoshru, B., Shadangi, S., Mohapatra, P. K. D., & Panneerselvam, P. (2021). Rhizobacteria mediated seed biopriming triggers the resistance and plant growth for sustainable crop production. *Current Research in Microbial Sciences*, 2, 100071. DOI: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8610296/>.
- Paparella, S., Araujo, S. S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2015). Seed priming: State of the art and new Perspectives. *Plant Cell Reports*, 34(8): 1281-1293. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00299-015-1784-y>.
- Polaiah, AC., Parthvee, RD., Manjesh, GN., Thondaiman, V., & Shivakumara, KT. (2020). Effect of presowing seed treatments on seed germination and seedling growth of sandalwood (*Santalum album* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 8(4): 1541-1545. DOI: https://www.researchgate.net/publication/343231147_Effect_of_presowing_seed_treatments_on_seed_germination_and_seedling_growth_of_sandalwood_Santalum_album_L.
- Rahmad., Asrul. L., Kuswinanti, T., & Musa, Y. (2020). Isolation of Fungi Producing Hormone Indole Acetic Acid (IAA) on Sugarcane Bagasse and Filter Cake. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. DOI: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/486/1/012131/pdf>.
- Rahmad., Nurmiaty., & Ridwan, Andi. (2023). Effect of Concentration of Biopriming With *Trichoderma harzianum* on Viability and Vigor of Rice Seeds. *Jurnal Agroplantae*, 12(1): 82-91. DOI: https://www.researchgate.net/publication/369729646_Pengaruh_Konsentrasi_Biopriming_dengan_Trichoderma_Harzianum_terhadap_Viabilitas_dan_Vigor_Benih_Padi.
- Ramadhani, S., Kurniawan, T., & Ulim, M.A. (2018). Perlakuan Biopriming Kombinasi

- Ekstrak Tomat dan *Trichoderma* spp. Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Terung (*Solanum melongena* L.) kadaluarsa. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 3(2): 80-89. DOI: <https://jim.usk.ac.id/JFP/article/view/7493/6585>.
- Rakhsit, A., Sunita, K., Pal, S., Singh, A., & Singh, H. B. (2015). Bio-priming Mediated Nutrient Use Efficiency of Crop Species. Springer, New Delhi, pp. 181-191. DOI: https://www.researchgate.net/publication/283174162_Bio-priming_Mediated_Nutrient_Use_Efficiency_of_Crop_Species.
- Sadjad, S. (1993). *Dari Benih Kepada Benih*. Jakarta: Grasindo Persada.
- Satria, Bima., Harahap, E. M., & Jamilah. (2017). Peningkatan Produktivitas Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Melalui Penerapan Beberapa Jarak Tanam dan Sistem Tanam. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 5(3): 629-637. DOI: <https://talenta.usu.ac.id/joa/article/view/2228/1625>.
- Suhendra, D., Nisa, T.C., & Hanafiah, D.S. (2016). Efek Konsentrasi GA3 dan Lama Perendaman pada Berbagai Pembelahan Terhadap Perkecambahan Benih Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Pertanian Tropik, 3(3): 238-248. DOI: <https://www.neliti.com/id/publications/158496/efek-konsentrasi-hormon-giberelin-ga3-dan-lama-perendaman-pada-berbagai-pembelahan>.
- Toribio, A. J., Jurado, M. M., Estrella, F. S., Lopez, M. J., Lopez-Gonzales, J. A., & Moreno, J. (2021). Seed biopriming with cyanobacterial extracts as an eco-friendly strategy to control damping off caused by *Pythium ultimum* in seedbeds. *Mikrobiological Research*, 248 (2021) 126766. DOI: <https://pdf.sciencedirectassets.com/273181/1-s2.0-S0944501321X00043/1-s2.0-S0944501321000720/main.pdf>.
- Woo, S. L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., Pascale, A., Lanzuise, S., Manganiello, G., & Lorito, M. (2014). *Trichoderma*-based Products and their Widespread Use in Agriculture. *The Open Mycology Journal*, 8: 71-126. DOI: https://www.researchgate.net/publication/264264920_Trichoderma-based_Products_and_their_Widespread_Use_in_Agriculture.
- Yuliana, A., Trizelia., & Sulyanti E. (2023). Aplikasi Cendawan Entomopatogen *Beuveria bassiana* pada benih bawang berah dan Pengaruhnya Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit. *Jurnal Sains Agro*, 8(2): 88-96. DOI: <https://ojs.umb-bungo.ac.id/index.php/saingro/article/view/1164/1017>.