

Eksplorasi, Isolasi, dan Identifikasi Jamur Entomopatogen Asal Rizosfer Tanaman Padi

Chaieydhha Noer Afiefah^{1*}, Nani Kitti Sihalo¹, Yudhan Saylendra Anugratama¹, Naili Arzaqul Barokah¹

¹Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

chaieydhanoerafiefah@lecturer.undip.ac.id*

| Received: 20/01/2026 | Revised: 23/02/2026 | Accepted: 27/02/2026 |

Copyright©2026 by authors. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons

Abstrak

Pengendalian hama padi di lapangan umumnya bergantung pada penggunaan pestisida kimia. Pemanfaatan jamur entomopatogen merupakan salah satu upaya pengendalian hama secara terpadu (PHT). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara kandungan bahan organik, pH tanah dengan keberadaan jamur entomopatogen, dan identifikasi morfologi jamur entomopatogen asal rizosfer tanaman padi dengan metode serangga umpan. Penelitian dilakukan pada bulan Juli-Oktober 2025. Tahapan penelitian terdiri dari pengambilan sampel tanah dan analisis, koleksi jamur entomopatogen, isolasi dan identifikasi morfologi jamur entomopatogen, dan analisis data. Pengambilan sampel tanah dilakukan di Kabupaten Blora, Jepara, Kebumen dan Semarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel tanah dari Kabupaten Blora, Jepara, Kebumen dan Semarang tergolong dalam kategori C-organik rendah, sedang, dan tinggi dengan pH tanah kisaran 6,50 – 7,99. Hasil identifikasi morfologi menunjukkan jamur entomopatogen *Aspergillus* sp. ditemukan pada isolat kode BB1, BB2, KK1, KK3, SA2, dan SA3 dengan ciri mikroskopis dan makroskopis sesuai dengan referensi acuan. Keberadaan jamur entomopatogen di rizosfer tanaman padi mengindikasikan peran ekologisnya dalam mendukung keseimbangan agroekosistem serta potensinya dalam menekan populasi hama secara alami. Identifikasi molekuler diperlukan untuk mengetahui jenis spesies jamur entomopatogen, sebelum dilakukan tindakan lebih lanjut seperti pengujian patogenisitas, virulensi, serta efektivitas jamur terhadap hama sasaran, sebelum dapat diaplikasikan secara luas.

Kata kunci: agens hayati, C-organik, entomopatogen, metode umpan serangga, rizosfer

Abstract

Rice pest management in the field predominantly depends on the application of chemical pesticides. However, the use of entomopathogenic fungi represents an alternative strategy within Integrated Pest Management (IPM) programs. This study aimed to examine the relationship between soil organic matter content and soil pH with the presence of entomopathogenic fungi, as well as to identify these fungi

morphologically from the rhizosphere of rice plants using the bait insect method. The research was conducted from July to October 2025 and involved several stages, including soil sampling and analysis, isolation and collection of entomopathogenic fungi, morphological identification, and data analysis. Soil samples were collected from the regencies of Blora, Jepara, Kebumen, and Semarang. The results indicated that the soil samples were categorized into low, medium, and high organic carbon levels, with soil pH ranging from 6.50 to 7.99. Morphological identification revealed that *Aspergillus* sp. was present in isolates coded BB1, BB2, KK1, KK3, SA2, and SA3, showing both microscopic and macroscopic characteristics consistent with established references. The detection of entomopathogenic fungi in the rice rhizosphere highlights their ecological role in maintaining agroecosystem balance and their potential to naturally suppress pest populations. Nevertheless, molecular identification is required to accurately determine the fungal species prior to conducting further evaluations, such as pathogenicity, virulence, and efficacy tests against target pests, before large-scale application can be considered.

Keywords: biological agents, organic carbon level, entomopathogen, insect bait method, rhizosfer

Pendahuluan

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan utama di Indonesia. Produktivitas padi hingga saat ini masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) hama. Pengendalian hama padi di lapangan umumnya masih bergantung pada penggunaan pestisida kimia. Penggunaan pestisida kimia dalam jangka panjang menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan manusia, penurunan keanekaragaman hayati, serta menyebabkan resistensi dan resurgensi hama. Kondisi tersebut mendorong upaya untuk mengembangkan strategi pengendalian hama yang ramah lingkungan, berkelanjutan, dan berbasis sumber daya hayati lokal.

Pemanfaatan jamur entomopatogen merupakan salah satu upaya pengendalian hama secara terpadu (PHT). Hama sasaran yang dilaporkan rentan terhadap infeksi jamur entomopatogen meliputi serangga dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Hemiptera, dan Isoptera. Pada tanaman padi, jamur entomopatogen berpotensi digunakan untuk mengendalikan hama utama seperti wereng batang cokelat (*Nilaparvata lugens*), wereng hijau (*Nephotettix virescens*), penggerek batang padi (*Scirpophaga* spp.), dan walang sangit (*Leptocorisa acuta*). Jamur entomopatogen merupakan agen pengendali hayati potensial karena mampu menginfeksi dan menyebabkan kematian pada berbagai jenis serangga hama melalui mekanisme penetrasi langsung ke kutikula inang. Beberapa jenis jamur entomopatogen yang efektif untuk mengendalikan hama yaitu *Beauveria bassiana* (Elan *et al.*, 2016), *Metharizium anisopliae* (Salasa *et al.*, 2024), *Metharizium rileyi* (Lubis *et al.*, 2020), *Lecanicillium lecanii* (Sudarjat *et al.*, 2023), dan *Isaria fumosorosea* (Mohammed *et al.*, 2018). Jamur-jamur tersebut bersifat patogenik terhadap berbagai jenis serangga dengan kisaran inang yang luas. Kemampuan jamur entomopatogen dalam mematikan serangga dipengaruhi oleh karakter fisiologi dan genetika jamur (Trizelia & Armon, 2015).

Keanekaragaman jamur entomopatogen dalam tanah dipengaruhi oleh faktor kandungan air tanah, kandungan bahan organik dan temperatur (Sosa-Gómez *et al.*, 2001). Jamur entomopatogen lebih mudah ditemukan pada daerah rizosfer. Secara umum populasi

mikroorganisme di rizosfer lebih beragam dan melimpah dibandingkan dengan tanah di luar rizosfer. Hal ini terjadi karena besarnya variasi senyawa organik di zona perakaran, berupa getah atau eksudat yang dihasilkan oleh akar. Perubahan pada eksudat akar yang dihasilkan dari respon pertahanan tanaman dapat memengaruhi keanekaragaman, kepadatan, dan aktivitas komunitas mikroba sehingga membentuk mikrobioma fungsional (Pangesti *et al.*, 2013). Keberadaan jamur entomopatogen di area rizosfer berkaitan erat dengan ketersediaan nutrisi dari eksudat akar, interaksi simbiosis dengan tanaman, serta kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan daya tahan spora jamur. Hal ini menjadikan rizosfer sebagai sasaran lokasi utama eksplorasi jamur entomopatogen untuk mendapatkan isolat yang potensial sebagai agens hayati pengendali hama. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hubungan antara kandungan bahan organik dan pH tanah dengan keberadaan jamur entomopatogen dan identifikasi morfologi jamur entomopatogen asal rizosfer tanaman padi dengan metode umpan serangga.

Metodologi Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli-Oktober 2025. Pengambilan sampel tanah dari rizosfer tanaman padi dilakukan di 4 kabupaten di Jawa Tengah yaitu Kabupaten Blora, Jepara, Kebumen, dan Semarang. Analisis parameter kandungan bahan organik, pH tanah, kegiatan isolasi, permurnian, dan identifikasi jamur entomopatogen dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, Program Studi Agroekoteknologi, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu *sieve shaker*, spektrofotometri UV-Vis, gelas benda, tabung Erlenmeyer, mikroskop, sedangkan bahan yang digunakan yaitu sampel tanah dari rizosfer padi, ulat hongkong (*Tenebrio molitor*), *Potato Dextrose Agar* (PDA), alkohol, NaOCl 1% dan aquades steril.

Pengambilan Sampel Tanah dan Analisis

Pengambilan sampel tanah dilakukan berdasarkan modifikasi beberapa metode (Trizelia & Armon, 2015)(Ginting & Santoso, 2008) (Nelly *et al.*, 2019). Setiap lokasi diambil 5 titik pengambilan sampel tanah secara diagonal dengan jarak antar titik masing-masing 5 m. Sampel tanah diambil dari area rizosfer tanaman pangan di kedalaman 10-15 cm dengan menggunakan sekop kecil. Masing-masing sampel tanah diambil sebanyak 1000 g. Sampel tanah dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label lokasi, jenis komoditas dan tanggal pengambilan sampel. Analisis kandungan bahan organik tanah menggunakan metode *Walkley and Black* dan pengukuran pH tanah menggunakan pH meter.

Metode Umpan Serangga (*Insect Bait Method*)

Isolasi jamur entomopatogen dari tanah dilakukan dengan metode umpan serangga (*insect bait method*) menggunakan larva *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (Sharma *et al.*, 2018). Sampel tanah dari sawah dikeringkan terlebih dahulu sebelum diayak. Masing-masing sampel tanah diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 5 mesh (4mm) untuk memisahkan dari akar tanaman. Sebanyak 100 gram tanah yang sudah diayak kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik (ukuran 32cm x 25cm x 5cm). Masing-masing sampel tanah dilembabkan menggunakan aquadest steril dengan kelembaban tanah mencapai 80-90%. Jumlah larva T.

molitor yang dibutuhkan setiap titik lokasi adalah 60 larva (3 plastik wadah, masing-masing 20 larva). Kemudian larva *T. molitor* instar 3 yang baru berganti kulit dimasukkan ke dalam tray plastik dan diselimuti dengan selapis tanah. Selanjutnya tray plastik ditutup dengan kain kasa. Larva diinkubasi dalam sampel tanah selama 10 hari untuk memberikan waktu yang cukup bagi jamur entomopatogen untuk menginfeksi.

Isolasi dan Identifikasi Morfologi Jamur Entomopatogen

Larva *T. molitor* yang terinfeksi jamur entomopatogen kemudian diisolasi dan dimurnikan[24]. Larva yang terinfeksi disterilkan dengan membilasnya dengan NaOCl 1% selama 1 menit, kemudian dibilas dengan 100 ml aquadest steril sebanyak 3 kali. Larva yang sudah disterilkan kemudian diinkubasi pada media PDA selama 3 hari, kemudian dimurnikan untuk mendapatkan isolat murni. Jamur yang telah dimurnikan kemudian diidentifikasi sampai tingkat genus dengan mengamati karakteristik makroskopis (warna, bentuk, dan arah pertumbuhan koloni) dan karakteristik mikroskopis (percabangan konidiofor dan bentuk konidia) (Ginting & Santoso, 2008) (Safitri *et al.*, 2018) (Humber, 2012).

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data secara deskriptif, yang mencakup uraian penjelasan data yang diperoleh, serta didukung dengan dokumentasi dan membandingkan hasilnya dengan referensi acuan yang relevan. Data yang dianalisis berupa data kandungan C-organik tanah, pH tanah, dan hasil isolasi jamur dari metode umpan serangga.

Hasil dan Pembahasan

Kandungan C-organik dan pH tanah merupakan faktor edafik utama yang berperan penting dalam menentukan keberadaan dan kelimpahan jamur entomopatogen di dalam tanah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanah dengan kandungan bahan organik sedang hingga tinggi cenderung memiliki kepadatan propagul jamur entomopatogen yang lebih tinggi dibandingkan tanah dengan bahan organik rendah, karena meningkatnya kelembaban tanah, stabilitas agregat, serta aktivitas mikroba pendukung yang berinteraksi secara sinergis dengan jamur entomopatogen (Meyling & Eilenberg, 2007). Selain itu, bahan organik berperan dalam melindungi konidia jamur dari stres lingkungan, seperti fluktuasi suhu dan radiasi ultraviolet, sehingga meningkatkan viabilitas dan daya infeksi jamur di dalam tanah (Maniania *et al.*, 2007).

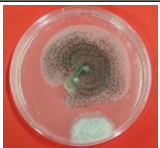
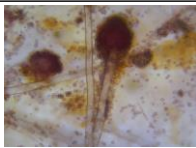
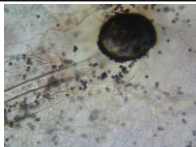
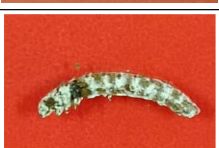
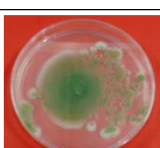
Kategori C-organik yang ditemukan pada sampel dari 4 kabupaten yaitu mulai dari rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Mikroorganisme tanah membutuhkan sumber makanan berupa karbon. Adanya C-organik dalam tanah akan memacu aktivitas mikroorganisme sehingga dapat meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi bahan organik di dalam tanah (Sari *et al.*, 2023). Mikroorganisme tanah yang ditemukan dalam penelitian ini sangat beragam, seperti jamur patogen tular tanah *Fusarium* sp, jamur agens hayati *Trichoderma*, serta jamur entomopatogen *Aspergillus* sp. Hasil pengukuran pH tanah bervariasi yaitu cenderung basa (pH > 7) dan netral (pH 7) (Tabel 1). Menurut Quesada-Moraga *et al.*, (2007) keberadaan dan distribusi jamur entomopatogen di tanah sangat dipengaruhi oleh faktor edafik, terutama kandungan bahan organik, pH tanah, dan tekstur tanah. Selain itu, tanah dengan pH sangat basa (>8,5) dan bahan organik rendah cenderung memiliki tingkat keberadaan jamur entomopatogen yang sangat rendah atau bahkan tidak ditemukan sama sekali.

Tabel 1. Persentase Kandungan Bahan Organik, pH tanah dan Jenis Jamur yang Teridentifikasi

Kabupaten	Kecamatan	Titik Sampel	Kode Sampel	Bahan Organik (%)	Kategori Bahan Organik	pH tanah	Jamur Teridentifikasi
Blora	Banjarejo	1	BB1	1,72	Rendah	7,91	<i>Aspergillus sp.</i>
		2	BB2	3,45	Tinggi	7,84	Tidak teridentifikasi
		3	BB3	5,17	Sangat tinggi	7,79	<i>Aspergillus sp.</i>
Jepara	Tahunan	1	JT1	3,29	Tinggi	7,91	Tidak teridentifikasi
		2	JT2	1,92	Rendah	7,76	<i>Fusarium sp.</i>
		3	JT3	2,83	Sedang	7,99	Tidak teridentifikasi
Kebumen	Kutowinangun	1	KK1	2,84	Sedang	7,24	<i>Aspergillus sp.</i>
		2	KK2	2,82	Sedang	7,44	<i>Aspergillus sp.</i>
		3	KK3	2,70	Sedang	7,22	<i>Aspergillus sp.</i>
Semarang	Ambarawa	1	SA1	3,40	Tinggi	6,05	Tidak teridentifikasi
		2	SA2	1,83	Sedang	6,96	<i>Trichoderma sp.</i>
		3	SA3	2,51	Sedang	6,44	Tidak teridentifikasi

Dari 12 sampel yang diamati, 7 sampel diantaranya yaitu kode BB1, BB3, JT2, KKI, KK2, KK3, dan SA2 teridentifikasi jamur *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Trichoderma sp.* Dari ke 7 isolat tersebut hanya *Aspergillus sp.* yang masuk dalam kategori jamur entomopatogen. *Fusarium sp.* merupakan patogen yang ditularkan melalui tanah, sementara *Trichoderma sp.* dikenal sebagai agen hayati yang berperan penting dalam mengendalikan penyakit tanaman, khususnya yang disebabkan oleh patogen tular tanah, serta berfungsi sebagai pupuk hayati yang mendukung pertumbuhan tanaman. Jamur *Aspergillus sp.* ditemukan pada kategori bahan organik yang beragam mulai dari rendah, tinggi, dan sedang, dengan pH tanah kisaran 6 hingga 7. Sampel dengan kode SA2 dan SA3 memiliki pH tanah 6,96 dan 6,44. Hal ini sesuai dengan pendapat Mawarni *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa jamur *Aspergillus sp.* dapat tumbuh optimal pada kondisi pH tanah masam. 3 sampel kodel JT1, JT2, dan JT3 teridentifikasi sebagai jamur *Fusarium sp.*, 1 sampel dengan kose SA1 teridentifikasi sebagai jamur *Trichoderma sp.*, dan 2 sampel dengan kode BB3 dan KK2 tidak teridentifikasi, yang artinya adalah tidak ada serangga umpan yang terinfeksi jamur. Serangga umpan yang terinfeksi jamur salah satunya dipengaruhi oleh kelembaban sampel tanah yang kurang sehingga tidak memungkinkan jamur untuk tumbuh. Dari beberapa jamur yang telah teridentifikasi, tidak ditemukan jamur entomopatogen seperti *Beauveria sp.* dan *Metharizium sp.* hal ini disebabkan pada penelitian ini media yang digunakan adalah media PDA yang bersifat umum untuk berbagai segala jenis jamur, sehingga beberapa jamur selain jamur entomopatogen dapat tumbuh di media tersebut. Menurut Safitri *et al.*, (2018), isolasi jamur entomopatogen menggunakan media *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA). SDA adalah medium semi-selektif yang biasa digunakan untuk isolasi jamur dengan karakteristik pH asam sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Hare, 2016).

Tabel 2. Karakter Morfologi Jamur Berdasarkan Gejala Infeksi, Koloni dan Struktur Mikroskopis

Kode Sampel	Warna koloni	<i>Tenebrio molitor</i> yang terinfeksi	Isolat	Pengamatan Mikroskopis (10x40)	Jamur Teridentifikasi
BB1	Kehitaman				<i>Aspergillus sp.</i>
JT2	Putih kekuningan				<i>Fusarium sp.</i>
KK1	Hijau tua kehitaman				<i>Aspergillus sp.</i>
SA2	Hijau tua				<i>Trichoderma sp.</i>

Ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) diamati dalam wadah *thinwall* yang berisi sampel tanah selama 10 hari. Pada hari ke 10, ulat hongkong dengan kode sampel BB1, JT2, KK1, dan SA1 telah menunjukkan gejala mumifikasi akibat serangan jamur (Tabel 2). Sampel BB1 dan SA1 terinfeksi oleh jamur entomopatogen *Aspergillus sp.* Pada hari ke 3-5, ulat hongkong yang terinfeksi jamur entomopatogen memiliki gejala berkurangnya pergerakan, ulat mulai muncul ke permukaan tanah. Pada hari ke-6 hingga ke-10 ulat hongkong mulai mati, mengeras, dan permukaan tubuhnya telah terselimuti oleh miselium jamur berwarna putih dan semakin lama berwarna hijau tua. Hal ini sesuai dengan penelitian (Sudiarta *et al.*, 2024), serangga umpan yang terinfeksi jamur entomopatogen mulai menunjukkan gejala visual seperti larva yang gelisah, aktivitas pergerakan menurun, dan kehilangan kemampuan koordinasi. Selain itu, gejala di lapangan berupa serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen cenderung berpindah tempat ke tempat yang lebih tinggi, menjauh dari permukaan tanah. Infeksi akut serangan jamur entomopatogen menyebabkan kematian dengan gejala berkurangnya cairan tubuh serangga sehingga tubuh menjadi kaku seperti mumi. Ulat hongkong pada isolat JT2 dan SA1 tidak menunjukkan gejala kaku, namun permukaan tubuh telah menjadi mumi diselimuti oleh miselium jamur.

Isolat BB1 dan KK1 memiliki karakteristik makroskopis yang sama yaitu warna koloni hijau tua kehitaman dengan pinggir berwarna putih, bentuk koloni menyebar dan arah pertumbuhan koloni menyamping. Ciri mikroskopis yang pada sampel yang telah diamati berupa hifa bersekat, konidiofor tidak bercabang, vesikel berbentuk bulat atau lonjong dan konidia berbentuk bulat. Kedua ciri mikroskopis dan makroskopis yang telah diamati menunjukkan ciri-ciri tersebut adalah jamur *Aspergillus sp.* Hal ini sesuai dengan penelitian (Ginting *et al.*, 2024) jamur *Aspergillus sp.* memiliki ciri koloni hijau dengan warna putih di pinggirnya, putih dengan warna hijau bagian atas, bentuk koloni menyebar, dan arah pertumbuhan menyamping. Isolat JT2 yang berumur 4 hari memiliki ciri makroskopis berupa warna koloni krem keputihan, aerial

miselium berwarna putih. Ciri mikroskopis berupa mikrokonidia berbentuk oval. Dari ciri-ciri tersebut, isolat JT2 teridentifikasi sebagai jamur *Fusarium* sp. Menurut (Jeon *et al.*, 2013), isolat *Fusarium solani* berumur 2 hari berwarna putih. Semakin bertambahnya hari warna berubah menjadi kebiruan hingga coklat, mikrokonidia berbentuk silindris hingga oval. Isolat SA1 memiliki ciri makroskopis berupa warna koloni hijau tua dengan pinggir berwarna putih, permukaan isolat muncul serbuk-serbuk halus (*powdery*), pola koloni membentuk lingkaran konsentris, dan pertumbuhan relatif cepat. Ciri mikroskopis yaitu konidiofor bercabang, satu percabangan terdiri dari 3-4 fialid. Hal ini sesuai dengan penelitian Harman & Kubicek (1998), jamur *Trichoderma* sp. biasanya membentuk hifa vegetatif dan bersekat, hialin, dan berdinding halus. Konidiofor jamur bercabang, cabang akan berpasangan dan membentuk struktur piramidal. Konidiofor memiliki ciri khas membentuk fialid yang tumbuh di ujung cabang. Fialid adalah sel konidiogen yang biasanya membesar ditengah seperti bentuk labu, atau berbentuk Silindris.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel tanah dari Kabupaten Blora, Jepara, Kebumen dan Semarang tergolong dalam kategori C-organik rendah, sedang, dan tinggi dengan pH tanah kisaran 6,50 – 7,99. Berdasarkan hasil identifikasi morfologi, jamur entomopatogen *Aspergillus* sp. ditemukan pada isolat kode BB1, BB2, KK1, KK3, SA2, dan SA3. Pemilihan media selektif/semi-selektif pada tahap isolasi dibutuhkan untuk menumbuhkan jamur entomopatogen. Identifikasi molekuler diperlukan untuk mengetahui jenis spesies jamur entomopatogen, sebelum dilakukan tindakan lebih lanjut seperti pengujian patogenisitas, virulensi, serta efektivitas jamur terhadap hama sasaran, sebelum dapat diaplikasikan secara luas.

Daftar Pustaka

- Elan Ismail, Mohamad Lihawa, Indriati Husain, R. I. (2016). Uji Efektivitas jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* untuk Mengendalikan *Spodoptera frugiperda* pada Tanaman Jagung. *Kanal*, 3(2), 1–23.
- Gary E. Harman, C. P. K. (1998). *Trichoderma And Gliocladium. Volume 1 Basic Biology, Taxonomy and Genetics*.
- Ginting S, Santoso T, H. I. (2024). Patogenisitas beberapa isolat cendawan entomopatogen terhadap *Coptotermes curvignathus* Holmgren dan *Schedorhinotermes javanicus* Kemmer. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 2(1): 20–33. *Agroekoteknologi Tropika*. 2(1): 20–33., 2(1), 61–64.
- Ginting, S., Pamekas, T., & Neildi, Z. (2024). Exploration, Isolation dan Identification Entomopathogenic fungi from Rhizosphere of Corn Plants in Bengkulu using Baiting Insect Methods. *Jurnal Agrikultura*, 35(2), 308–320.
- Hare, J. (2016). *Sabouraud Agar for Fungal Growth*. Laboratory Protocols in Fungal Biology. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2356-0_15
- Humber, R. A. (2012). Identification of entomopathogenic fungi. In *Manual of Techniques in Invertebrate Pathology* (Issue December 2012). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386899-2.00006-3>
- Jeon, C. S., Kim, G. H., Son, K. I., Hur, J. S., Jeon, K. S., Yoon, J. H., & Koh, Y. J. (2013). Root rot of balloon flower (*Platycodon grandiflorum*) caused by *Fusarium solani* and *Fusarium*

- oxysporum. *Plant Pathology Journal*, 29(4), 440–445.
<https://doi.org/10.5423/PPJ.NT.07.2013.0073>
- Lubis, A. A. N., Anwar, R., Soekarno, B. P., Istiaji, B., Sartiami, D., Irmansyah, & Herawati, D. (2020). Serangan ulat grayak jagung (*Spodoptera frugiperda*) pada tanaman jagung di Desa Petir, Kecamatan Daramaga, Kabupaten Bogor dan potensi pengendaliannya menggunakan *Metarhizium* Rileyi. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(6), 931–939.
- Maniania, N. K., Jaronski, S. T., & Plains, N. (2007). *Soil ecology of the entomopathogenic Ascomycetes : A critical examination of what we (think) we know* (Vol. 661, Issue 2).
- Mawarni, N. I. I., Erdiansyah, I., & Wardana, R. (2021). Isolasi Cendawan *Aspergillus* sp. pada Tanaman Padi Organik. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 5(1), 68–74. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v5i1.363>
- Meyling, N. V., & Eilenberg, J. (2007). Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control. *Biological Control*, 43(2), 145–155.
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.07.007>
- Mohammed, A. A., Kadhim, J. H., & Kamaluddin, Z. N. A. (2018). Selection of highly virulent entomopathogenic fungal isolates to control the greenhouse aphid species in Iraq. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-018-0079-3>
- Nelly, N., Syahrawati, M., Hamid, H., Habazar, T., & Gusnia, D. N. (2019). Diversity and characterization of entomopathogenic fungi from rhizosphere of maize plants as potential biological control agents. *Biodiversitas*, 20(5), 1435–1441.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d200536>
- Pangesti, N., Pineda, A., Pieterse, C. M. J., Dicke, M., & Loon, J. J. A. (2013). Two-way plant-mediated interactions between root-associated microbes and insects: From ecology to mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 4(OCT), 1–11.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00414>
- Quesada-Moraga, E., Navas-Cortés, J. A., Maranhao, E. A. A., Ortiz-Urquiza, A., & Santiago-Álvarez, C. (2007). Factors affecting the occurrence and distribution of entomopathogenic fungi in natural and cultivated soils. *Mycological Research*, 111(8), 947–966. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2007.06.006>
- Safitri, A., Herlinda, S., & Setiawan, A. (2018). Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands, and highlands of south sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(6), 2365–2373. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190647>
- Salasa, T., Tarore, D., & Rimbing, J. (2024). Patogenisitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium Anisopliae* Metch. Terhadap Larva *Spodoptera Litura* F. Pada Tanaman Kubis (*Brassicae Oleracea* L.) Di Laboratorium. *Agri-Sosioekonomi*, 20(2), 661–668.
<https://doi.org/10.35791/agrsossek.v20i2.57233>
- Sari, R., Maryam, & R., & A.Yusamah. (2023). Vol. 12, No. 1, Tahun 2023. *Penentuan C-Organik Pada Tanah Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Dan Berkelanjutan Umur Tanaman Dengan Metoda Spektrofotometri UV VIS*, 12(1), 11–19.

dewi.a@unidha.ac.id

- Sharma, L., Oliveira, I., Torres, L., & Marques, G. (2018). Entomopathogenic fungi in Portuguese vineyards soils: Suggesting a 'Galleria-Tenebrio-bait method' as bait-insects galleria and tenebrio significantly underestimate the respective recoveries of metarhizium (robertsii) and beauveria (bassiana). *MycoKeys*, 38, 1–23. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.38.26970>
- Sosa-Gómez, D. R., Delpin, K. E., Moscardi, F., & Farias, J. R. B. (2001). Ocorrência natural de fungos entomopatogênicos *Metarhizium*, *Beauveria* e *Paecilomyces* na cultura da soja sob plantio direto e convencional. *Neotropical Entomology*, 30(3), 407–410. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300011>
- Sudarjat, S., Hersanti, H., & Nurazizah, R. (2023). Aplikasi Jamur Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* pada Berbagai Kerapatan Konidia dan Frekuensi Aplikasi terhadap Hama Kutukebul (*Bemisia tabaci*) pada Tanaman Tomat. *Agrikultura*, 34(2), 274. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i2.47658>
- Sudiarta, I.P.,*, R. D. Syahbana, K. A. Yuliadhi, I.P.W. Suputra, I. W. D. G. (2024). *Eksplorasi Jamur Entomopatogen, dari Beberapa Rizosfer Tanah, Dengan Insect Bait Method Exploration of Entomopathogenic Fungi, from Several Soil Rhizospheres, Using the Insect Bait Method*. 17(1), 105–117.
- TRIZELIA, & , NELDI ARMON, H. J. (2015). *Keanekaragaman cendawan entomopatogen pada rizosfer berbagai tanaman sayuran*. 1(Nur 2005), 998–1004. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010307>