

*Aspergillus* sp. Perlu dilakukan pengambilan entomopatogen secara langsung di lahan hortikultura bagian rizosfer dengan serangga umpan *Tenebrio molitor*.

## **DAFTAR PUSTAKA**

AbdelGhany, T. M. (2015). Entomopathogenic fungi and their role in biological control. *El-Ghany, TMA, Ed*, 1-42.

- Abdullah, T., Kusminanti, T., Nurariaty, A., Daud, I.D., Nasruddin, A., Risal, R., & Tuwo, M. 2020. Application of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. (Hypocreales: Cordycipitaceae) in rice seed and its effect on mortality of green leaf hopper, *Nephotettix virescens* (Distant) (Homoptera: Cicadellidae). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 486, No. 1, p. 012150). IOP Publishing.
- Abdullah, T., Irwan, I., Kuswinanti, T., Daud, I. D., Asman, A., Nasruddin, A., & Agus, N. (2020). Entomopathogenic fungi isolated from agro-ecosystem soil in South Sulawesi, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Biology*, 8(1).
- Aini, N. (2017). Isolasi Jamur yang Berasosiasi dengan Serangga di Rizosfer Tanaman Sonokembang (*Pterocarpus indicus* Willd) (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Charnley, Keith. 2006. Fungal pathogens of insects: from mechanisms of pathogenicity to host defense. Departement of Biologi and Biochemistry.
- Chen Wan-Hao, Han Yan-Feng, Liang Jian Dong, Liang Zong-Qi. 2019. Morphological and phylogenetic characterization of novel *Metarhizium* species in Guizhou, China. *Phytotaxa*. 419:189-196
- Darmawan, E. (2016). Eksplorasi Jamur Entomopatogen *Beauveria Bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, dan Jamur Antagonis *Trichoderma* sp Pada Beberapa Sampel Tanah Pertanian Tembakau.
- Daud, ID. 2005. Hubungan antara *Zea mays* L., *Ostrinia furnacalis* (Lep: Pyralidae) dan *Beauveria bassiana* Vuill. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 2(1), 19-19.
- Daud, ID, Junaid, M., & Tuwo, M. 2020. Endophytic seed with *Beauveria bassiana* and liquid compost: control of pest stem borer of corb, *Ostrinia furnacalis* and increase yield resilient in marginal land?. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 486, No. 1, p.012142). IOP Publishing.
- Daud, ID, Sjam, S., Bulang, S., & Tuwo, M. 2020. Populasi Penggerek Batang Jagung Asia (*Ostrinia furnacalis*) pada F1 jagung inokulasi *Beauveria bassiana*. Dalam *Konferensi Internasional dan Kongres Masyarakat Entomologi Indonesia ke-10 (ICCESI 2019)* (hlm. 59-63). Pers Atlantis.
- Eken, C. (2011). Isolation, identification and preservation of entomopathogenic fungi. *Microbial Insecticides, Principles and Applications*. Nova Science Publishers Inc., New York, USA, 1-28
- Erawati, D.N., Wardati, I., Suharto, S., Aji, J M.M., Ida, N. C & Suprapti, Y. 2021. Jalur Infeksi *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* sebagai pengendalian hayati Coleoptera: *Oryctes rhinoceros* L. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(3), 220-226.
- Fifendy, M. (2017). Mikrobiologi. Kencana.
- Flint L. M dan Van den Bosc. 2000. *Pengendalian Hama Terpadu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Gebremariam, A., Chekol, Y., & Assefa, F. (2021). Phenotypic, Molecular, And Virulence Characterization Of Entomopathogenic Fungi, *Beauveria Bassiana* (Balsam) Vuillemin, And *Metarhizium Anisopliae* (Metschn.) Sorokin From Soil Samples Of Ethiopia For The Development Of Mycoinsecticide. *Heliyon*, 7(5), e07091.

- Handoko, R. N. S., Afandhi, A., & Leksono, A. S. (2017). Correlation of soil environmental to diversity the entomopathogenic fungi. *Indonesian Journal of Environment and Sustainable Development*, 8(1).
- Herlinda S., Era M S., Yulia P., Suwandi., Elisa N & Anung R. 2005. Variasi virulensi strainstrain *Beauveria bassiana* (Bals.)Vuill. terhadap larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Agritrop* 24(2):52-57.
- Hikmahwati, H., Auliah, M. R., Ramlah, R., & Fitrianti, F. (2020). Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakit Moler Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascolonicum* L.) Di Kabupaten Enrekang. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 83-86.
- Hill, D.S., 2002. Pests of stored foodstuffs and their control. Springer Science & Business Media
- Kaya, H. K., & Vega, F. E. (2012). Scope and basic principles of insect pathology. *Insect pathology*, 1-12.
- Moruzzo, R., Riccioli, F., Espinosa Diaz, S., Secci, C., Poli, G., & Mancini, S. (2021). Mealworm (*Tenebrio molitor*): potential and challenges to promote circular economy. *Animals*, 11(9), 2568.
- Nababan, R. (2022). *Potensi Isolat Lokal Jamur Entomopatogen Metarhizium Sp. dan Beauveria Sp. terhadap Larva Spodoptera Frugiperda JE Smith (Lepidoptera: Noctuidae)* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Nunilahwati, H., Purwanti, Y., Nisfuriah, L., & Sinatra, F. 2019. Pengaruh Jamur Entomopatogen Rizosfer Pertanaman terhadap Mortalitas Serangga Umpan *Omphisa fuscidentalis* (Lepidoptera: Pyralidae) di Laboratorium. *In Seminra Nasional Lahan Suboptimal* (No. 1, pp. 246-253).
- Nuraida & Arida Serli (2010). isolasi identifikasi dan karakterisasi jamur entomopatogen dari rhizosfir pertanaman kubis sebagai agen pengendalian hayati. *Jurnal ilmiah pendidikan tinggi*, 3(2).
- Onions, A.H.S., Allisopp, D., & Eggins, H.O.W. (1981). *Smith's Introduction to Industrial Mycology (7th ed)*. London: Edward Arnold (Publishers) Ltd
- Prayogo, Y. 2005. Potensi, kendala dan upaya mempertahankan keefektifan cendawan entomopatogen untuk mengendalikan hama tanaman pangan. *Buletin Palawija*, (10), 53-65.
- Prayogo, Y. 2006. Sebaran dan Efikasi Berbagai Genus Cendawan Entomopatogen Terhadap *Riptortus Linearis* Pada Kedelai Di Lampung dan Sumatra Selatan. <http://citation.itb.ac.id/pdf/JURNAL.pdf>. 10 Desember 2014.
- Rao S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta (ID): UIPress.
- Risdiyanti, R. L., Widayati, W., & Suryaminarsih, P. (2022). Exploration and identification of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in corn plants in Sebandung Village, Sukorejo, Pasuruan. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 8-13.
- Ristiati, Ni Putu. 2017. *Mikrobiologi Terapan*. Rajawali Pers.
- Rozikin, K. (2019). *Keanekaragaman Jamur Entomopatogen pada Rizosfer Pertanaman Padi Dataran Tinggi dan Rendah di Kabupaten Malang* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

- Safitri, A., Herlinda, S., & Setiawan, A. 2018. Entomopathogenic fungi of soils of freshwater swamps, tidal lowlands, peatlands and highlands of south sumatra, Indonesia. *Biodiversitas journal of biological diversity*, 19(6), 2365-2373.
- Sanjaya, Y., H. Nurhaeni, dan N, Halima. 2010. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Larva Spodoptera Litura (Fabricius). *Bionature-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. 12(3): 0903-1411.
- Sembel, Dantje T. 2010. *Pengendalian Hayati*. Universitas Sam Ratulangi, Manado: Andi Yogyakarta.
- Sheltar David & Volkman Matthew. <https://u.osu.edu/capstone/rearing-mealworms-volkman/> . The Ohio State University.
- Siahaan, P., & Mullo, I. (2021). Isolasi dan Identifikasi Jamur Entomopatogen Isolat Tomohon dari Larva Ulat Grayak Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Biotechnology and Conservation In Wallacea*, 1(1), 10-16.
- Sjam, S., Surapati, U., Rosmana, A., & Vien, S. D. (2017). Pengenalan Tanaman Lokal Sebagai Sumber Biopestisida Di Desa Benteng Alla Kabupaten Enrekang. *Jurnal Dinamika Pengabdian (JDP)*, 3(1), 118-128.
- Soemarno. 2010. *Ekologi Tanah*. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Sopialena. 2018. *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba*. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Sosa-Gomez DR, Delpin KE, Moscardi F, Farias JRB. 2001. Natural Occurrence of The Entomopathogenic Fungi Metharizium, Beauveria, and Paecilomyces in Soybean Under Till and No-Till Ciltivation Systems. *Biological control*. 30 (3): 407-410.
- Sun, Bing-Da, dan Xing-Zhong Liu. 2008. Occurrence and diversity of insectassociated fungi. *Applied Soil Ecology* (39: 100-108) 39:100-108.
- Supriadi, Handi, Enny Randriani, dan Juniaty Towaha. 2016. Korelasi Antara Ketinggian Tempat, Sifat Kimia Tanah, dan Mutu Fisik Biji Kopi Arabika di Dataran Tinggi Garut.
- Tanada Y & Kaya H .1993. *Insect Pathology*. Academic Press Inc., San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto.
- Trizelia, A. N., & Jailani, H. 2015. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen pada Rizosfer berbagai Tanaman Sayuran. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(5), 998-1004.
- Vidhate, R., V. Ghormade, S. Kulkarni, S. Mane, P. Chavan dan M.V. Deshpande. 2013. *Mission Mode Collection of Fungi with Special Reference to Entomopathogens and Mycopathogens*. KAVAKA. 41: 33-42.
- Watanabe, Tsuneo. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. Ed ke-2. Washington DC (US): CRC Press.

## LAMPIRAN TABEL

**Table Lampiran 1.** Data Identifikasi Makroskopis Isolat Cendawan Tanah Rizosfer Tanaman Hortikultura.

Tanaman	Isolat Cendawan	Warna Koloni	Bentuk Koloni	Tekstur koloni/Miselium	Elevasi	Margin
Tomat	TA <sub>1</sub>	Putih	Bulat (Circular) dan memusat	Tekstur permukaan Agak kasar, koloni rapat dengan miselium yang menyerupai kapas	Flat	Serrate
	TA <sub>2</sub>	Hijau dengan pinggiran putih, bagian bawah berwarna kuning	Bulat tidak beraturan dan menyebar (Irregular)	Granular seperti pasir	Raised	Serrate
	TA <sub>3</sub>	Abu-abu dengan pinggiran berwarna putih	Bulat (Circular)	Lembut seperti beludru	Raised	Lobate
	TA <sub>4</sub>	Hijau dengan pinggiran putih	Tidak beraturan dan menyebar (Irregular)	Granular seperti pasir	Umbonate	Serrate
Wortel	WA <sub>1</sub>	Putih dan lama kelamaan akan menghijau	Tidak beraturan dan menyebar (irregular)	Granular dan sebagian seperti kapas	Umbonate	serrate
	WA <sub>2</sub>	Putih dengan bagian tengah berwarna ungu	Bulat (Circular)	Koloni hifa halus dan pendek	Umbonate	Serrate
	WA <sub>3</sub>	Putih dengan pinggiran kuning	Bulat (Circular)	Hifa aerial yang panjang dan padat menyerupai kapas	Umbonate	Serrate
	WA <sub>4</sub>	Hijau dengan pinggiran putih	Tidak beraturan dan menyebar (Irregular)	Granular seperti pasir	Umbonate	Serrate

	CA <sub>1</sub>	Putih	Bulat (Circular)	Hifa aerial yang panjang dan padat menyerupai kapas	Umbonate	Serrate
	CA <sub>2</sub>	Putih	Bulat (Circular)	Miselium tebal dan rapat Seperti kapas dengan bagian tengah menggunung	Umbonate	Lobate
Cabe	CA <sub>3</sub>	Hijau dengan kombinasi putih	Menyebar tidak beraturan dengan tepian koloni tidak rata	Tekstur agak Kasar seperti pasir (granular)	Raised	Lobate
	CA <sub>4</sub>	Hijau dengan pinggiran putih	Tidak beraturan dan menyebar (irregular)	Granular (seperti pasir)	Raised	Lobate
	CA <sub>5</sub>	Hijau dengan pinggiran kuning	Tidak beraturan dan menyebar (irregular)	Granular (seperti pasir)	Umbonate	Lobate
	BA <sub>1</sub>	Hijau dengan pinggiran putih	Tidak beraturan dan menyebar (irregular)	Granular (seperti pasir)	Umbonate	Serrate
Bawang Merah	BA <sub>2</sub>	Hijau dengan pinggiran putih	Tidak beraturan dan menyebar (irregular)	Granular seperti pasir	Umbonate	Serrat
	BA <sub>3</sub>	Putih dengan warnah hitam di bagian tengah	Bulat (circular)	Miselium putih halus seperti kapas	Raised	Undulate
	BA <sub>4</sub>	Hijau kekuningan	Tidak beraturan dan menyebar (irregular)	Granular (seperti pasir)	Umbonate	Lobate
Kubis	KA <sub>1</sub>	Putih dengan bagian tengah warna hijau tua	Bulat tidak beraturan	Granular dan sebagian seperti kapas	Raised	Undulate

KA <sub>2</sub>	Hijau tua dengan pinggiran putih	Tidak beraturan dan menyebar (irregular)	Granular (seperti pasir)	Umbonate	Lobate
-----------------	----------------------------------	--	--------------------------	----------	--------

**Tabel lampiran 2.** Data Identifikasi Mikroskopis Isolat Cendawan Tanah Rizosfer Tanaman Hortikultura

Tanaman	Isolat Cendawan	Hifa		Konidiofor	Konidia		Genus
		Warna hifa	Bersepta/tidak	Bercabang/tidak	Bentuk konidia	Pola persebaran konidia	
Tomat	TA <sub>1</sub>	hialin	bersepta	Bercabang	Makrokonidia: sedikit melengkung mirip kano Mikrokonidia: agak oval	Menyebar	<i>Fusarium</i> sp.
	TA <sub>2</sub>	hialin	Bersepta	bercabang	Silinder atau lonjong	Bergerombol	<i>Metarhizium</i> sp.
	TA <sub>3</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Bulat (globose)	Bergerombol	<i>Penicillium</i> sp.
	TA <sub>4</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabangs	Silinder atau lonjong	Bergerombol	<i>Metarhizium</i> sp.
wortel	WA <sub>1</sub>		Bersepta	Bercabang	Silinder atau lonjong	Bergerombol	<i>Metarhizium</i> sp.
	WA <sub>2</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Oval	Bergerombol di hifa atau konidiofor	<i>Fusarium</i> sp.
	WA <sub>3</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Oval	Bergerombol di ujung konidiofor	<i>Fusarium</i> sp.

	WA <sub>4</sub>	Hialin	Tidak bersepta	Bercabang	Silinder atau lonjong	Bergerombol	<i>Metarhizium</i> sp.
	CA <sub>1</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Makrokonidia: kano atau seperti perahu Mikrokonidia: oval	Begerombol di dekat hifa	<i>Fusarium</i> sp.
Cabe	CA <sub>2</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Oval	Bergerombol di ujung konidiofor	<i>Fusarium</i> sp.
	CA <sub>3</sub>	Hialin		Bercabang	Bulat (globose)	Bergerombol dan menyeber	<i>Trichoderma</i> sp.
	CA <sub>4</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Silinder/lonjong	Bergerombol	<i>Metarhizium</i> sp.
	CA <sub>5</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Silinder/lonjong	Bergerombol	<i>Metarhizium</i> sp
	BA <sub>1</sub>	Hialin	Tidak bersepta	Bercabang	Silinder/lonjong	Bergerombol dan membentuk rantai	<i>Metarhizium</i> sp
Bawang Merah	BA <sub>2</sub>	Hialin	Tidak bersepta	Bercabang	Silinder/lonjong	Bergerombol dan membentuk rantai	<i>Metarhizium</i> sp.
	BA <sub>3</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Bulat	Bergerombol di ujung konidiofor	<i>Aspergillus</i> sp



---

	BA <sub>4</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Silinder/lonjong	Bergerombol	<i>Metarhizium</i> sp
Kubis	KA <sub>1</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Silinder/lonjong	Bergerombol	<i>Metarhizium</i> sp.
	KA <sub>2</sub>	Hialin	Bersepta	Bercabang	Silinder/lonjong	Bergerombol	<i>Metarhizium</i> sp.

---

**Tabel Lampiran 3.** Data Penggunaan Pestisida dan Pupuk Kimia

No	Tanaman	Luas Lahan	Penggunaan Pestisida dan Pupuk
1.	Tomat	20 x 20 m	Pestisida: Fungisida (antracol, cymoxil) insektisida (Prevathon), pelekat agristick  Pupuk kimia: (urea, NPK phonska, NPK DGW daun)
2.	Cabe	10x10 m	Pestisida : Fungisida (antracol, wendry 75wp, orondis), insektisida (cyper), perekat pestisida (borer)  Pupuk kimia: (ZA, Urea, NPK DGW daun)
3.	Wortel	20x20 m	Pestisida: insektisida (Decis 25 EC, Prevaton), fungisida (amistartop, score, benomil)  Pupuk: NPK, KCl, urea, SP 36
4.	Bawang Merah	30x30 m	Pestisida: fungisida (Amistar, alterna, antracol), insektisida (alcove, danke, crumble), herbisida (abos, goal, zeram)  Pupuk: pemupukan dasar (NPK mutiara, SP36, KCL), Urea, Za
5.	Kubis	20x15 m	Pestisida: insektisida (cypermax, buldok) fungisida (kirari 50 WG, amistar).  Pupuk: NPK

## LAMPIRAN GAMBAR



**Gambar Lampiran 1.** Proses Pengambilan Sampel Tanah pada Tanaman Hortikultura



**Gambar Lampiran 2.** Sampel Tanah



**Gambar Lampiran 3.** Serangga Umpan (*Tenebrio molitor*) dalam Sampel Tanah



**Gambar Lampiran 4.** Serangga Umpan (*Tenebrio molitor*) yang Terinfeksi



**Gambar Lampiran 5.** *Tenebrio molitor* dalam Tissue Lembab yang Ditumbuhi Cendawan



**Gambar Lampiran 6.** Isolasi *Tenebrio molitor* yang Ditumbuhi Cendawan ke Media PDA



**Gambar Lampiran 7.** Semua Isolat Cendawan



**Gambar Lampiran 8.** Proses Uji Postulat Koch pada Larva Uji



**Gambar Lampiran 9.** Proses Identifikasi Menggunakan Mikroskop



**Gambar Lampiran10.** Proses Pengukuran pH tanah