

BOOK CHAPTER

KETAHANAN PANGAN LOKAL MELALUI REKAYASA TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN DAN PENGOLAHAN PANGAN



**PUSAT STUDI PANGAN DAN PERIKANAN
DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**



BOOK CHAPTER

**KETAHANAN PANGAN LOKAL MELALUI REKAYASA
TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN DAN PENGOLAHAN
PANGAN**

**PUSAT STUDI PANGAN DAN PERIKANAN DAN DIREKTORAT
RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SIDOARJO**

BOOK CHAPTER

**KETAHANAN PANGAN LOKAL MELALUI
REKAYASA TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN
DAN PENGOLAHAN PANGAN**

Book Chapter

KETAHANAN PANGAN LOKAL MELALUI REKAYASA TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN DAN PENGOLAHAN PANGAN

Editor

Sutarman

Ida Agustini Saidi

Peneliti Pusat Studi Pangan dan Perikanan
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Diterbitkan oleh

UMSIDAPRESS

P3I Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia
Telp. +62 31 8945444
Fax +62 31 8949333
<https://p3i.umsida.ac.id>

ISBN: 978-623-464-090-8

Copyright © 2024

PSPPUMSIDA

All rights reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian
atau seluruh isi buku ini ke dalam bentuk apapun,
secara elektronik, maupun mekanis, termasuk fotokopi,
merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya,
tanpa izin tertulis dari penerbit.
[Berdasarkan UU No. 19 Tahun 2000 tentang Hak Cipta
Bab XII Ketentuan Pidana, Pasal 27, Ayat (1), (2), dan (6)]

PROSPEK PEMANFAATAN *TRICHODERMA* SEBAGAI PUPUK HAYATI DALAM PEMELIHARAAN BIBIT TANAMAN KERASKHAS WONOSALAM

Prospects of Using *Trichoderma* as Biofertilizer in Care of Wonosalam Typical Plant Seedlings

Aditya Hadi¹, Fiky Zulfikar¹, Firman Fahnurachman¹, Yaugi Dewa Yanggista¹, Rauf Islami Hidayatulloh¹, Bayu Adam Awali¹, Agus Sukarno², IntanRohma Nurmalasari³, Sutarman^{3*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi- Universitas Muhammadiyah
Sidoarjo

Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-Indonesia

¹Program Studi Konservasi Sumber daya Hutan, Fakultas Kehutanan- Institut Pertanian Malang
Jl. Raya Soekarno-Hatta, Malang-Indonesia

²Pusat Studi Pangan dan Perikanan, Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat- Universitas
Muhammadiyah Sidoarjo

Jl. Mojopahit 666B, Sidoarjo-Indonesia

*Corresponding author: sutarman@umsida.ac.id

Abstract. Biofertilizer is the right solution to overcome the decline in plant fertility in eggplant plants because it can improve the physical, chemical and biological properties of the soil. This research aims to find out how effective biological fertilizer is on eggplant plants, which represent the type of test plant. The methods used include isolation and identification of biological agents, formulations, performance tests, as well as describing the projected use of *Trichoderma* biofertilizers in durian and coffee nurseries. The biological agent fungus determined is *Trichoderma* sp. Tc-051. Application of a bulk solid formula with biocarrier material effectively helped the growth of eggplant seedlings as test plants by increasing the height and number of leaves by 71.21 and 22.53% respectively. Biofertilizer has the potential to be used for cultivating durian seedlings and typical Wonosalam coffee, the production of which can be collaborated between farmer groups and the Agrotechnology Study Program at Muhammadiyah Sidoarjo University (MSIDA) supported by the UMSIDA Microbiology and Biotechnology Laboratory.

Keywords: *Biological agent, biofertilizer, growth, eggplant, Trichoderma,*

Abstrak. Pupuk hayati merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi penurunan kesuburan tanaman pada tanaman terong karena dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologis tanah. Penelitian ini bertujuan mengetahui bagaimana efektifitas pupuk hayati terhadap tanaman terong, yang mewakili jenis tanaman uji. Metode yang digunakan meliputi isolasi dan identifikasi agen hayati, formulasi, uji keragaannya, serta mendeskripsikan proyeksi pemanfaatan biofertilizer *Trichoderma* pada pembibitan durian dan kopi. Fungi agen hayati yang terdeterminasi adalah *Trichoderma* sp. Tc-051. Aplikasi dalam formula padat ancurah dengan bahan pembawa biokar efektif membantu pertumbuhan bibit terong sebagai tanaman uji dengan meningkatkan tinggi dan jumlah daun masing-masing 71,21 dan 22,53%. Biofertilizer berpotensi digunakan bagi pemeliharaan bibit durian dan kopi khas Wonosalam yang produksinya dapat dikerjakan sama antar kelompok tani dan Prodi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (MSIDA) yang didukung Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi UMSIDA.

Kata kunci: Agen hayati, pertumbuhan, pupuk hayati, terong, *Trichoderma*

PENDAHULUAN

Durian dan kopi lokal khas Wonosalam adalah dua komoditas penting yang selain mempengaruhi perekonomian masyarakat setempat baik sebagai produk budidaya pertanian juga sebagai bagian dari integrasi bisnis agrowisata berbasis kawasan, di samping menjadi perhatian konsumen sebagai manfaat untuk kesehatan [1]. Selain itu kedua komoditas ini juga berpotensi menjadi perhatian pasar domestik tetapi juga internasional [2].

Tantangan kesuburan tanah yang menurun dari waktu ke waktu juga menjadi ancaman bagi kemampuan hidup bibit tanaman pertanian termasuk bibit durian dan kopi. Untuk mempertahankan pertumbuhan dan kesehatan tanaman, maka pembudidaya senantiasa menggunakan pupuk dan pestisida kimia sintetis yang sudah tentukan menimbulkan kerusakan lingkungan dan menghambat kehidupan mikroba menguntungkan di dalam tanah dan organisme menguntungkan di permukaan tanah [3], [4], mengancam kehidupan dan ketersediaan musuh alami hama di pertanaman dan sekitarnya [5, 6].

Dalam budidaya tanaman termasuk pemeliharaan bibit tanaman keras yang tidak bijak sering menimbulkan penurunan bahan organik tanah termasuk pada media tanam bibit khususnyapun penurunan kesuburan biologis di samping secara fisik dan kimia [7, 8].

Untuk memperbaiki kesuburan media tanam dan meningkatkan pertumbuhan dan kualitas bibit, maka diperlukan alternatif sumberdaya bagi pemeliharaan bibit yang ramah lingkungan, efisien, tetapi efektif. Sehubungan dengan ini diperlukan penciptaan interaksi komponen fisik, kimia, dan biologi yang kondusif bagi pertumbuhan bibit.

Salah satu alternatif untuk memberikan dukungan bagi upaya perbaikan agroekosistem lahan pertanian khususnya pada interaksi antar komponen penting di rhizosfer pertanaman adalah memperkaya agen hayati *Trichoderma* di pertanaman baik yang diaplikasikan sebagai pupuk dalam bentuk biofertilizer maupun dalam bentuk penyemprotan sebagai biopestisida untuk memberikan perlindungan kesehatan dan produktivitas tanaman.

Fungi agen hayati *Trichoderma* ialah yang memiliki kemampuan dalam melakukan proses biofertilisasi dengan merombak bahan organik menghasilkan nutrisi sekaligus membantu tanaman dalam menghadapi organik, serta dapat melindungi tanaman dari serangan patogen cekaman dan tekanan lingkungan yang merugikan [9]. *Trichoderma* selain terbukti mampu

menekan patogen pada perakaran dan tajuk tanaman, juga efektif membantu menyediakan nutrisi bagi tanaman sebagai konsekuensi keberhasilannya merombak bahan).

Penelitian ini bertujuan menemukan fungi agen hayati *Trichoderma* indigenus yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dalam kegiatan pembibitan dan pemeliharaan bibit durian dan kopi yang berkualitas sekaligus berperan sebagai substitusi pupuk kimia sintetis yang tidak ramah lingkungan.

METODE

Penelitian observasi dan pengambilan sampel tanah dilaksanakan di lahan di dusun Kweden kembar, Desa Kweden kembar, Kecamatan Mojoanyar, Kabupaten Mojokerto, serta di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi (LMB) dan Rumah Kaca Prodi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA). Kegiatan ini berlangsung pada September-Desember 2023.

Pengambilan Sampel dan Identifikasi Agen Hayati

Sampel tanah diambil di lahan agroforestri dengan tanaman pokok pinus (*Pinus merkusii*) dan beberapa tanaman pertanian yang pernah ditanam termasuk rumput gajah, Tanah diambil dari titik yang berbedadengan jarak antar titik minimal 10 meter dari kedalaman 5-20 cm masing-masing 100 gram, kemudiandicampur dan diaduksecaramerata. Tanah dari lapangan dibawa ke Laboratorium LMB-UMSIDA untuk diisolasi fungi *Trichoderma*-nya.

Sebanyak 5 gram tanah dicuplik dari sampel dan diencerkan dengan air dalam Erlenmeyer hingga mencapai volume 100 ml. Setelah diaduk rata, suspensi yang terbentuk dicuplik dengan menggunakan syringe sebanyak 1 ml dan disemprotkan ke permukaan media PDA-kloroampenikol pada cawan petri 9 cm hingga merata. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari. Semua kegiatan inokulasi dan inkubasi tersebut dilakukan dalam suasana aseptik di dalam "kotak isolasi". Setelah muncul titik halus yang berwarna hijau, dicuplik secara halus dengan menggunakan ujung jarum ose dan cuplikan kecil tersebut diinokulasikan ke permukaan media PDA-kloroampenikol baru dengan posisi di tengah-tengah cawan, kemudiandiinkubasi selama 10 hari atau hingga seluruh cawan dipenuhi oleh koloni *Trichoderma*. Pemurnian isolate ini menggunakan 6 cawan petri. Setelah masa inkubasi, maka isolate *Trichoderma* dipanen untuk digunakan dalam formulasi pupuk hayati (biofertilizer).

Untuk memastikan jenis yang diisolasi, makahifa dan konidiospora fungi diperiksa dibawah mikroskop dan diperbandingkan dengan morfologi dan kriteria seperti dinyatakan pada beberapa jurnal ilmiah relevan.

Formulasi Pupuk Hayati

Hasil perbanyak isolate agen hayati dipanen dan ditempatkan dalam bejana alat penghancur (mixer). Penghancuran dilakukan selam 10 menit, hasilnya dituangkan dalam Erlenmeyer kapasitas 1000 ml. Setelah dicampur air dan diaduk merata, dituangkan dalam bejana kapasitas lima liter dan diaduk merata. Suspensi yang mengandung spora *Trichoderma* dituangkan sedikit demi sedikit dalam wadah yang berisibokarseberat 10 kg untuk diaduk secara merata. Selanjutnya formula yang terbentuk ini siap digunakan untuk pemupukan (sebagai biofertilizer) dan disemprotkan ke tajuk tanaman atau tanah (sebagai biopestisida).

Aplikasi Pupuk Hayati *Trichoderma* pada Tanaman Uji

Sebanyak 10 polybag yang sudah diisi tanah media tanam disiapkan untuk percobaan uji aplikasi terbatas. Sementara itu disiapkan bibit tanaman yang akan diuji. Masing-masing polybag diberikan pupuk hayati *Trichoderma* dengan cara mencampurkan sebanyak 50 gram ke dalam tanah media tanam di bagian permukaan hingga 15 cm ke dalam media tanam dalam polybag. Ketika kecambah sudah tumbuh dengan ukuran 10 cm dipindahkan ke dalam polybag. Tanaman dipelihara dengan melakukan penyiraman sehari (pagi dan sore). Selanjutnya dilakukan penyemprotan *Trichoderma* pada dua minggu setelah tanam. Untuk mendapatkan suspensi semprot, dituangkan formula *Trichoderma* dalam biokar (padat) sebanyak 100 gr ke dalam air steril dan direndam selam minimal dua jam; setelah diaduk merata kemudian disaring. Air saringan dituangkan ke dalam hand sprayer dan disemprotkan hingga seluruh permukaan tanaman terbasahi. Selanjutnya dilakukan pengamatan sehari selam satu bulan.

Aplikasi Biofertilizer *Trichoderma* dalam Pembibitan dan Pemeliharaan Bibit

Untuk menyusun suatu proyeksi pemanfaatan biofertilizer *Trichoderma* dalam pembibitan dan pemeliharaan bibit durian dan kopi Wonosalam, maka dilakukan kajian referensi dari berbagai jurnal dan dokumen yang berisi data sekunder,

serta observasi di lapang. Selanjutnya dilakukan pendekatan berupa (i) analisis sintesis dengan mengumpulkan kajian teoritis yang relevan terkait (ii) hasil observasi dan wawancara dengan narasumber, sehingga kemudian dilakukan penarikan kesimpulan yang berorientasi pada penentuan proyeksi pemanfaatan dimaksud.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi Agen Hayati

Secara makroskopis tampak koloni fungi yang ditumbuhkan pada media PDA-kloramfenikol seperti yang aman miselium warnanya hijau keputihan dengan pola pertumbuhan menujut epicawan yang membentuk lingkaran; sementara secara mikroskopis terlihat konidiospora membulat hialin (Gambar 1). Isolat dapat dideterminasi sebagai *Trichoderma* sebagai *Trichoderma* sp. Tc-051 dengan hifa berdiameter $3,83 \pm 0,65 \mu\text{m}$ dan diameter spora $2,81 \pm 0,57 \mu\text{m}$. Berdasarkan pengamatan morfologi baik secara makroskopis maupun mikroskopis tampak ada kemiripan dengan salah satu isolat koleksi Laboratorium LMB-UMSIDA yaitu *Trichoderma asperillum* Tc-Jro 01 [10, 11]. Benang-benang hifa yang hialin merupakan kumpulan sel-sel yang memiliki dinding selnya terjal oleh makromolekul khas fungi yakni selulosa dan kitin [12].



Gambar 1. Koloni *Trichoderma* sp Tc-51 dan konidiosporanya

Formula Pupuk Hayati *Trichoderma*

Setelah mendapatkan hasil perbanyak isolat agen hayati untuk bisa mendapatkan pupuk hayati *Trichoderma* maka akan dilakukan banyak prosedur untuk bisa menjadi pupuk hayati

Trichoderma seperti agen hayati yang diencerkan dalam bentuk cair dengan perbandingan 1 cawan dicampur 500 ml air steril. *Trichoderma* yang halus dapat di campurkan dengan air dengan ukuran 5 liter air dan diaduk merata. Pemberian air dengan ukuran 5 liter diberikan agar dapat membasahi seluruh biokar atau dengan sekam bakar yang di gunakan untuk bisa mendapatkan pupuk hayati. Suspensi yang mengandung spora *Trichoderma* ini di tuangkan sedikit demi sedikit kedalam wadah yang berisi biokar untuk di aduk secara merata. Formula yang sudah terbentuk atau yang sudah di campur sehingga menjadi pupuk hayati bisa dapat di aplikasikan ke dalam media tanam dengan pemberian pupuk hayati *Trichoderma* 50 gram dibagian permukaan hingga 15 cm kedalam media tanam dalam polybag.

Hasil Uji Efikasi Terbatas

Hasil uji keragaanagen hayati yang sudah terformulasi ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit terong hingga satu bulan setelah tanam ($p < 0,05$) (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil uji-t pengaruh *Trichoderma* terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman terong

	Tinggi tanaman		Jumlah daun	
	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>	Aplikasi <i>Trichoderma</i>	Tanpa <i>Trichoderma</i>
Mean	16,83*	9,83	3,67**	3,00
Variance	0,08	0,58	0,33	1,00
t Stat	12,12		1,0	
P(T<=t)	2,92		0,42	
Cabe t	0,01			
Critical			4,30	

*Peningkatan tinggi tanaman terhadap tanpa *Trichoderma* 71,21%;

**Peningkatan jumlah daun terhadap tanpa *Trichoderma* 22,53%

Pertumbuhan tanaman terong dapat tumbuh lebih panjang dan jumlah daun lebih banyak. Hal ini disebabkan *Trichoderma* sp, mengeluarkan komponen aktif seperti hormon auksin yang merangsang pembentukan akar lateral. Pada perlakuan *Trichoderma* tampak bahwa pertumbuhan vegetatif bibit tanaman terong hingga satu bulan setelah aplikasi lebih tinggi dibandingkan tanpa *Trichoderma*. Hal ini membuktikan bahwa *Trichoderma* membantu tanaman dalam menyediakan nutrisi dan persenyawaan yang yang dibutuhkan tanaman [13]. Hasil penelitian lain

menunjukkan bahwa *Trichoderma* efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah [14, 15], cabem merah [16], kentang [17, 18], kedele [19–23], jah merah [24], dan bibit tanaman perkebunan seperti mangga [25] dan cengkeh [26]. Pada percobaan ini menunjukkan adanya peningkatan tinggi bibit tanaman terong sebesar 71,21% dan jumlah daun bibit tanaman terong sebesar 22,53% dengan perlakuan *Trichoderma*. Kontribusi agen hayati ini dimungkinkan meningkatkan kemampuan *Trichoderma* dalam memproduksi indole acetic acid (IAA) yang diperlukan tanaman bagi pertumbuhannya [10].

Aplikasi Biofertilizer *Trichoderma* pada Bibit Durian dan Kopi Wonosalam

Pembibitan tanaman durian. Pembibitan dilakukan biasanya dengan cara okulasi. Okulasi adalah penggabungan dua bagian tanaman yang berbeda sehingga tumbuh sebagai satu tanaman setelah terjadi regenerasi jaringan pada bekas luka sambungan. Teknik okulasi dilakukan dengan dua cara yaitu okulasi menggunakan satu batang bawah dan okulasi dua batang bawah. Teknik okulasi satu batang bawah menggunakan batang atas (entres) dan batang bawah. Selain itu pembibitan dapat dilakukan dengan memanfaatkan biji durian. Kegiatan pembibitan diawali dengan pemilihan lahan atau lokasi yang cocok untuk pertumbuhan tanaman durian, penyemaian bibit durian agar dapat menghasilkan hasil tanaman yang baik sebaiknya menggunakan dengan pupuk organik dan dilakukan kedalam pot atau polybag, pemeliharaan tanaman durian seperti halnya pada tanaman lain yaitu dengan cara di siram setiap pagi dan sore setiap harinya.

Pembibitan tanaman kopi. Setelah biji kopi di seleksi maka tanaman kopi siap untuk di tanam, dalam proses pembibitan biji kopi dilakukan awal seperti memilih tempat penyemaian yang cocok untuk menanam kopi. Setelah tempatnya cocok melapisi lahan dengan menggunakan pasir halus dengan tebal 5-10 cm, lahan disiram terlebih dulu dengan menggunakan pestisida organik agar tidak terjadi tumbuh fungi atau jamur, setelah itu tanam biji kopi hasil seleksi dengan posisi berbaris ke bedengan, pastikan bagian punggung biji kopi berada menghadap ke atas saat di benamkan, lahan yang sudah di tanami biji kopi setelah itu di beri alang alang atau potongan jerami hingga menutupi bedengan supaya kelembapan tanah tetap terjaga, pemeliharaan pada tanaman kopi dengan melakukan penyiraman bedengan setiap hari pada saat pagi dan sore.

Pemeliharaan dalam pembibitan merupakan kegiatan yang sangat menentukan keberhasilan pembibitan hingga siap ditanam kelapang. Pada fase ini ketersediaan pupuk mutlak diperlukan. Namun demikian efisiensi dan kesehatan bibit dan

media tanam harus mendapat prioritas. Penggunaan biofertilizer merupakan jawaban atas tuntutan efisiensi, kesehatan bibit, dan kesehatan media tanam.

Biofertilizer

Trichoderma bukan saja memberikan efek mendukung pertumbuhan tanaman tetapi juga mendukung pertumbuhan populasi mikroba menguntungkan lainnya di dalam tanah [13], membantu tanaman dalam menghadapi ancaman lingkungan pertanian [10, 27], serta mampu melindungi tanaman dari gangguan berbagai fungi patogen [28] dan bakteri patogen [29]. Berbagai patogen di pembibitan yang mampu dikendalikan oleh *Trichoderma* adalah meliputi: *Colletotrichum* spp. penyebab antraknose pada cabe [29,30], *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang cabe merah [32]–[34], *Phytophthora palmivora* penyebab hawar daun bibit kakao [35], berbagai patogen damping off [36], patogen penyebab busuk batang tanaman jeruk [37], dan *Pestalotia theae* penyebab hawar daun berbagai tanaman keras lainnya [38]–[42].

Biofertilizer ini di produksi di laboratorium mikrobiologi UMSIDA, Biofertilizer ini akan di distribusikan kepada masyarakat dengan langkah awal yang dilakukan adalah memberikan edukasi kepada masyarakat tentang keunggulan dari *Trichoderma* dan mempraktikkannya ketika masyarakat sudah tahu dari fungsi dan keunggulan biofertilizer *Trichoderma*. Pengenalan biofertilizer *Trichoderma* kepada masyarakat di dampingi oleh dosen dan mahasiswa.

KESIMPULAN

Agen hayati yang diisolasi dari lahan agroforestry yaitu *Trichoderma* sp. Tc-051 berpotensi untuk dimanfaatkan dalam pembibitan dan pemeliharaan bibit tanaman durian dan kopi khas Wonosalam sebagai pupuk hayati yang dapat memelihara dan meningkatkan pertumbuhan bibit. Biofertilizer dapat diproduksi di Laboratorium dengan melibatkan dosen dan mahasiswa melalui pelatihan hingga pendampingan bagi masyarakat petani dan pelaku pembibitan durian dan kopi yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Charoenphun, N., & Klangbud, W.K. (2022). Antioxidant and anti-inflammatory activities of durian (*Durio zibethinus* Murr.) pulp, seed and peel flour. *PeerJ*. 10:e12933. doi: 10.7717/peerj.12933. eCollection 2022.

- [2] Mursyidin, D.H., Makruf, M.I., Badruzsaufari, & Noor., A. (2022) Molecular diversity of exotic durian (*Durio spp.*) germplasm: a case study of Kalimantan, Indonesia. *J Genet Eng Biotechnol.* 20(1):39. doi: 10.1186/s43141-022-00321-8
- [3] Kahnonitch, I.; Lubin, Y.; Korine, C. Insectivorous bats in semi-arid agroecosystems—Effects on foraging activity and implications for insect pest control. *Agric. Ecosyst. Environ.* **2018**, 261, 80–92.
- [4] Evans, A.N.; Llanos, J.E.; Kunin, W.E.; Evison, S.E. Indirect effects of agricultural pesticide use on parasite prevalence in wild pollinators. *Agric. Ecosyst. Environ.* **2018**, 258, 40–48.
- [5] Assandri, G.; Bogliani, G.; Pedrini, P.; Brambilla, M. Beautiful agricultural landscapes promote cultural ecosystem services and biodiversity conservation. *Agric. Ecosyst. Environ.* **2018**, 256, 200–210.
- [6] Monck-Whipp, L.; Martin, A.E.; Francis, C.M.; Fahrig, L. Farmland heterogeneity benefits bats in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* **2018**, 253, 131–139.
- [7] Barros, V.R.; Field, C.B.; Dokke, D.J.; Mastrandea, M.D.; Mach, K.J.; Bilir, T.E.; Chatterjee, M.; Ebi, K.L.; Estrada, Y.O.; Genova, R.C. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects; Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC: Geneva, Switzerland, 2014.
- [8] Shi, P.; Schulin, R. Erosion-induced losses of carbon, nitrogen, phosphorus and heavy metals from agricultural soils of contrasting organic matter management. *Sci. Total Environ.* **2018**, 618, 210–218.
- [9] Sutarman. 2018. *Aplikasi biofertilizer pada kedeletahannaungan*. Umsida Press. Sidoarjo. DOI: <https://doi.org/10.21070/2018/978-979-3401-92-8>
- [10] Sutarman, Andriani Eko Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat: Fungistatic Effect of Ipomea Carnea Extract and Trichoderma Esperellum Against Various Fungal Biological Agents. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 1012 (2022) 012046. doi:10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [11] Sutarman, P. Tjahtanti, A. E. Prihatinnigrum, and A. Miftahurrohmat, “Effect of trichoderma formulated with cultivated oyster mushroom waste toward the growth and yield of shallot (*Allium ascalonicum* L.),” *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, vol. 22, no. 10, p. 18, 2022.
- [12] Sutarman, PH Tjahjanti, E Widodo, AT Kusuma. The use of mushroom growing media waste for making composite particle board. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 196 (2017) 012024 doi:10.1088/1757-899X/196/1/012024
- [13] Sutarman. 2016. *Biofertilizer fungsi Trichoderma & Mikoriza*. Umsida Press. Sidoarjo
- [14] Sutarman, Prihatiningrum, A.E., Sukarno, A. & Miftahurrohmat, A. 2018. Initial growth response of shallot on Trichoderma formulated in oyster mushroom cultivation waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* **420**(1), 012064. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012064
- [15] Sutarman, S., & Prahasti, T. (2022). Uji keragaan Trichoderma sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksitanaman bawang merah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10 (3), 421 – 428
- [16] S. Sutarman, “Growth response of red chilli plants to flowering phase against

- the application of *Trichoderma* and *Pseudomonas fluorescens* and P fertilizers," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, p. 12001, May 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012001.
- [17] Sutarman & Putra, V.P. 2018. *Trichoderma* sp. biopesticide application against vegetative biomass and potato (*Solanum tuberosum*). *Nabatia* **6**(2), 57-62
- [18] Sutarman. 2018. Uji *Trichoderma harzianum* sebagai biofertilizer dan biopestisida untuk pengendalian hama dan layu tanaman menteng. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto 26 Juni 2018, p. 210-217
- [19] Sutarman, A. Miftahurrohmat, and A. Eko Prihatiningrum, "Fungus Applications on Growth and Yield of Dena-1 Soybean Varieties," *E3S Web Conf.*, vol. 361, pp. 1–8, 2022, doi: 10.1051/e3sconf/202236104019.
- [20] Sutarman, Andriani E. Prihatiningrum, Noviana Indarwati, Risalatul Hasanah and Agus Miftahurrohmat (2023) The Role of *Trichoderma* in The Early Growth of Rice and Soybean in Saline Soils. *E3S Web of Conferences* **444**, 04006 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404006>
- [21] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2018. The morphological response of the soybean growth (*Glycine max*(L)) until vegetative stage 3 on various intensities of light. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* **420** 12069. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012069
- [22] Miftahurrohmat, A. & Sutarman. 2020. Utilization of *Trichoderma* sp. and *Pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 821 012002. doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012002
- [23] Sutarman, & Miftahurrohmat, A. 2021. The vegetative growth response of detam soybean varieties towards *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. applications as bio-fertilizer. *E3S Web of Conferences* **232**, 03024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>
- [24] Sutarman. 2019. Respons tanaman jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap ekstrak bawang merah dan pupuk hayati *Trichoderma*. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan* **6**(1), 62-76. DOI: <https://doi.org/10.33084/daun.v6i1.922>
- [25] Sentosa, F.B., Sutarman, Nurmalasari, I.R. 2021. The effect of *Trichoderma* and onion extract on the success of grafting in mango seedlings. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **819** 012008, DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012008
- [26] Sutarman, Maharani, N.P., Wachid, A., Abror, M., Al Machfud, & Miftahurrohmat, A. 2019. Effect of ectomycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* on the clove (*Syzygium aromaticum* L.) seedlings performances. *J. Phys.: Conf. Ser.* **1232** 01202. doi: 10.1088/1742-6596/1232/1/012022
- [27] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungsi *Trichoderma* & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [28] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. Fungistatic effect of *Pomea carnea* extract and

- Trichoderma asperellum* against various fungal biological agents. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **1012** 012046. DOI 10.1088/1755-1315/1012/1/012046
- [29] I D Yuliantoro, A E Prihatiningrum, Sutarman. (2023) Exploration and Inhibition Test of *Penicillium* sp. In Vitro by *Trichoderma*. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1242 (2023) 012012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012012>
- [30] Sutarman, Antika D. Anggreini, Andriani E. Prihatiningrum and Agus Miftahurrohmat. Application of Biofertilizing Agents and Entomopathogenic Fungi in Lowland Rice. *E3S Web of Conferences* **444**, 04009 (2023). Doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404009>
- [31] Sutarman, Jalaluddin, A.K., Li'aini, A.S., Prihatiningrum, A.E. 2021. Characterization of *Trichoderma* sp. and its effect on *Ralstonia solanacearum* of tobacco seedlings. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* **21**(1), 8-19. DOI: 10.23960/jhptt.1218-19
- [32] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmalasari, I.R. Prihatiningrum, A.E. 2021. In vitro evaluation of the inhibitory power of *Trichoderma harzianum* against pathogens that cause anthracnose in chili. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1764 012026. doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012026
- [33] Sutarman, T. Setiorini, A. S. Li'aini, Purnomo, and A. Rahmat, "Evaluation of *Trichoderma asperellum* Effect toward Anthracnose Pathogen Activity on Red Chili (*Capsicum annum* L.) As Ecofriendly Pesticide," *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 13, no. 4, pp. 131–137, 2022, doi: 10.18178/ijesd.2022.13.4.1383.
- [34] A. A. Farihadina and Sutarman, "Application of Biological Agents of *Trichoderma* and *Aspergillus* on Cayenne Chilli Plants in Endemic Land with *Fusarium* Wilt," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1104, no. 1, p. 12003, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1104/1/012003
- [35] Wachid, A. & Sutarman. 2019. Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in in vitro way against *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *J. Phys.: Conf. Ser.* **1232** 012020. DOI **10.1088/1742-6596/1232/1/012020**
- [36] Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Agritech*: **19**(2):144-155
- [37] Sutarman. 2017. Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* **17**(1), 45-52
- [38] E Andriani, A E Prihatiningrum, Sutarman (2023) Enhanced Soybean Growth and Damping-off Disease Suppression via *Trichoderma asperellum* and Liquid Tofu Waste Co-application. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1242 012008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012008>
- [39] Silvia, M. & Sutarman, 2021. Application of *Trichoderma* as an alternative to the use of sulfuric acid pesticides in the control of *Diplodia* disease on pomelo citrus. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **819** 012007. DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012007
- [40] Sutarman, Saefuddin, A. Achmad. 2004. Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii*

seedlings incited by *Pestalotia theae*. *J. Manaj. Hutan Trop.* **10**, 1-10.

- [41] Sutarman, Achmad, Hadi, S. 2001. Penyakit hawar daun jarum bibit *Pinus merkusii* di persemaian (needles blight disease of *Pinus merkusii* seedlings on nursery). *Agritek* **9**(4), 1419-1427
- [42] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Sumber inokulum patogen hawar daun bibit *Pinus merkusii* di persemaian. *Nabatia* **1**(2), 267-277
- [43] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Epidemiologi hawar daun bibit *Pinus merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* (Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* **10**(1), 43-60
- [44] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di persemaian. *Jurnal Hamadan Penyakit Tumbuhan Tropika* **4**(1), 32-41
- [45] Sutarman, AE Prihatiningrum. 2015. Penyakit hawar daun *Pinus merkusii* diberbagai persemaian kawasan utama hutan pinus Jawa Timur. *Jurnal Hamadan Penyakit Tumbuhan Tropika* **15**(1), 44-52