



BOOK CHAPTER

KETAHANAN PANGAN LOKAL MELALUI REKAYASA TEKNOLOGI BUDIDAYA TANAMAN DAN PENGOLAHAN PANGAN





UMSIDA PRESS

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**

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

UMSIDA PRESS

P3I Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Kampus 1 Universitas Muhamamdiyah Sidoarjo

Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

Telp. +62 31 8945444

Fax +62 31 8949333

<https://p3i.umsida.ac.id>

Copyright©2024

PSPP UMSIDA
All rights reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian
atau seluruh isi buku ini ke dalam bentuk apapun,
secara elektronis, 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)]

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas tersusunnya *Book Chapter* dengan tema: “Ketahanan Pangan Lokal Melalui Rekayasa Teknologi Budidaya Tanaman dan Pengolahan Pangan” yang merupakan salah satu program kerja Pusat Studi Pangan dan Perikanan (PSPP) Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA).

Buku ini merangkum berbagai hasil riset eksperimental, observasi, dan *narrative review* dari para peneliti dan dosen di lingkungan PSPP, pusat studi lain di UMSIDA, dan beberapa peneliti/dosen dari beberapa perguruan tinggi di Indonesia.

Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada: Rektor UMSIDA, para pimpinan Lembaga di perguruan tinggi mitra yang telah memberi kesempatan kepada dosen dan penelitiya untuk berkontribusi dalam mewujudkan *book chapter* ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Sidoarjo, Pebruari 2024

Direktur DRPM UMSIDA

POTENSI APLIKASI BIOPESTISIDA TRICHODERMA DALAM PEMELIHARAAN BIBIT TANAMAN KOPI DAN DURIAN WONOSALAM

Potential Application Of Trichoderma Biopesticide in Maintenance of Wonosalam Coffee and Durian Seedlings

Arina Alfatus Sholihah¹, Lailatul Fajriyah¹, Nabila Fania Fatimatuz Zahro¹, Inasius Hadun¹, Rauf Islami Hidayatulloh¹, Hartono Arohman Ahmad Faridfadila Akbar¹, Sutarman^{2*}

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

Jl. Raya Candi No. 250, Gelam-Candi, Sidoarjo-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. Biopesticides are the right solution to overcome the growth of pests on plants during the plant growth process. Biopesticides are also included in trichoderma biological fertilizer which is applied by spraying them on plants. This research aims to find out how effective biopesticides are on test eggplant plants. The methods used include isolation and identification of biological agents, formulations, performance tests, as well as describing the projected use of Trichoderma biofertilizer-biopesticide for protecting durian and coffee seedlings. The biological agent fungus determined is Trichoderma sp. Tc-052. The 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 63.05 and 25.93% respectively. This Trichoderma biopesticide has the potential to be used to protect the health of Wonosalam specialty durian and coffee seedlings through monitoring air temperature and humidity data, fertilizing seeding media and spraying Trichoderma biopesticide, as well as regular and consistent monitoring.

Keywords: *Biological agents, Biopesticides, Growth, Eggplant plants, Trichoderma*

Abstrak. Biopesisida merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi tumbuhnya hama pada tanaman dalam proses pertumbuhan tanaman, biopesisida juga termasuk kedalam pupuk hayati trichoderma yang di aplikasikan dengan cara di semprotkan pada tanaman. Penelitian ini bertujuan mengetahui bagaimana efektifitas biopesisida terhadap tanaman uji tanaman terong. Metode yang digunakan meliputi isolasi dan identifikasi agen hayati, formulasi, uji keragaannya, serta mendeskripsikan proyeksi pemanfaatan biofertilizer-biopesisida Trichoderma bagi perlindungan pembibitan duren dan kopi. Fungi agen hayati yang terdeterminasi adalah Trichoderma sp. Tc-052. Aplikasi formula padatan curah dengan bahan pembawa biokar efektif membantu pertumbuhan bibit terong sebagai tanaman uji dengan meningkatkan tinggi dan jumlah daun masing-masing 63,05 dan 25,93%. Biopesisida Trichoderma ini berpotensi digunakan bagi perlindungan kesehatan bibit durian dan kopi khas Wonosalam melalui kegiatan pengamatan data suhu dan kelembaban udara, aplikasi pemupukan media pembibitan dan aplikasi penyemprotan biopesisida Trichoderma, serta monitoing secara berkala dan konsisten.

Kata kunci: *Agen hayati, Biopesisida, Pertumbuhan, Tanaman 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].

Durian dan kopi tumbuh di lingkungan agroekosistem perkebunan yang memungkinkan terjadi interaksi umpan-balik antara tumbuhan dan mikrobion tanah di sekitarnya sebagai respons terhadap perubahan iklim yang memunculkan pola-pola penyesuaian dalam sistem simbiosisme antarmakhluk hidup [3]. Kooevolusi terjadi di antara inang dan patogen [4] yang telah mengakibatkan munculnya masalah dalam bidang pertanian khususnya meningkatnya patogenitas organisme parasit, memunculkan jenis patogen [5], menurunnya kerentanan tanaman, dan munculnya berbagai cekaman baik biotik maupun abiotik terhadap tanaman budiaya dan non budidaya menyertai peningkatan suseptabilitas tanaman [6]-[7].

Berbagai hasil riset memperlihatkan adanya koevolusi yang merugikan di lihat dari aspek budidaya tanaman. Internsitas rata-rata kerusakan bibit pinus yang disebabkan oleh fungi patogen lebih masif ditemukan pada satu dasawasa terakhir di bandingkan sepuluh tahun sebelumnya diperkirakan akan mengancam eksistensi hutan pinus di Jawa [8]. Penurunan resistensi dan/atau peningkatan suseptibilitas tanaman budidaya diduga kuat merupakan respons koevolutif di antara tanaman sebagai inang dan pathogen [9].

Duren dan kopi merupakan komoditas lokal/indigenus khas dan strategis di Wonosalam Kabupaten Jombang Provinsi Jawa Timur menjadi ancaman patogen potensial di antaranya *Fusarium* dan *Phytophthora* baik di persemaian maupun di perkebunan [10]. Sementara itu kopi juga berpotensi mengalami kemunduran akibat serangan bakteri *Ralstonia syzygii* yang terbukti ditemukan di beberapa wilayah di Indonesia. Demikian juga fungi patogen penyakit karat daun yang dapat menghancurkan pertanaman kopi yang sering dibudidayakan dalam sistem agroforestri [11] juga merupakan ancaman bagi kdelestarian jenis kopi lokal di Wonosalam. Namun sayangnya hingga saat ini perlindungan tanaman durian mengandalkan aplikasi fungisida berbahan aktif metalaksil [12] yang dapat mencemari lingkungan. Keberhasilan aplikasi fungisida garam *zinc-dithiocarbamate* dalam mengendalikan *Hemileia vastatrix* pada tanaman kopi [13], tetap memiliki potensi untuk menekan organisme lain yang mungkin menguntungkan. Kiranya pengendalian karat kopi memerlukan pengintegrasian berbagai metode yang ramah lingkungan [14]. Hal serupa juga diperlukan bagi pengendalian *P. palmivora* patogen berbahaya tanaman durian.

Di alam sesungguhnya tersedia organisme yang berperan sebagai agen biokontrol [15] karena menghasilkan metabolit bioaktif yang dapat menekan patogen tanaman [16]. Salah satu komponen biotik pertanaman yang dapat dimanfaatkan bagi upaya perlindungan tanaman adalah fungi dari genus *Trichoderma*.

Trichoderma dapat menghasilkan antimetabolit bagi patogen yang terbukti efektif mengendalikan *P. palmivora* [17] di samping efektif sebagai agen biofertilisasi bagi tanaman [18] dengan cara mendegradasi bahan organik yang menghasilkan nutrisi bagi tanaman [19].

Penelitian ini bertujuan menemukan fungi agen hayati Trichoderma indigenus yang dapat manfaatkan bagi biopestisida yang dapat dimanfaatkan untuk perlindungan bibit tanaman durian dan kopi Wonosalam melalui perekayasaan teknis formulasi dan aplikasi serta mengujinya secara terbatas pada salah satu tanaman uji yaitu tanaman terong.

METODE

Penelitian observasi dan pengambilan sampel tanah dilaksanakan di lahan di dusun Kweden Lor, Desa Kwedenkembar, 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 tiga titik yang berbeda dengan jarak antartitik minimal 10 meter dari kedalaman 5-20 cm masing-masing 100 gram, kemudian dicampur dan diaduk secara merata. Tanah dari lapang ini dibawa ke Laboratorium LMB-UMSIDA untuk diisolasi fungi Trichoderma-nya.

Sebanyak 5 garm 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-klorempenikol 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-kolrampenikol baru dengan posisi di tegah-tengah cawan, kemudian diinkubasi selama 10 hari atau hingga seluruh cawan dipenuhi oleh koloni *Trichoderma*. Pemurnian isolate ini menggunakan 6 cawan petri. Setelah masa inkubasi, maka isolate Trichoderma ditanam untuk digunakan dalam formulasi pupuk hayati (biofertilizer).

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

Formulasi Pupuk Hayati

Hasil perbanyakkan isolate agen hayati dipanen dan ditempatkan ke dalam bejana alat penghancur (mixer). Penghancuran dilakukan selama tiga menit, hasilnya dituangkan ke dalam Erlenmeyer kapasitas 1000 ml. Setelah dicampur air dan diaduk merata, dituangkan ke dalam bejana kapasitas lima liter dan diaduk merata. Suspensi yang mengandung spora Trichoderma ini dituangkan sedikit demi sedikit ke dalam wadah yang berisi biokar seberat 10 kg untuk diaduk secara merata. Selanjutnya formula yang terbentuk ini siapdigunakan untuk pemupukan (sebagai biofertilizer) dan disemprotkan ke tajuktanaman atau tanah (sebagai biopestisida).

Apliasi Pupuk Hayati Trichoderma pada Tanaman Uji

Sebanyak 6 polibag 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 kedalaman media tanam dalam polibag. Ketika kecambah sudah tumbuh dengan ukuran 5 cm di pindahkan ke dalam polybag. Tanaman dipelihara dengan melakukan penyirman tiap hari (pagi dan sore). Selanjutnya dilakukan penyemprotan Trichoderma pada dua minggu setelah tanam. Untuk mendapatkan suspense semprot, dituangkan formula Trichoderma dalam biokar (padat) sebanyak 100 gram ke dalam air steril dan direndam selamaminimal dua jam; setelah diaduk merata kemudian disaring. Air saringanan dituang ke dalam hand sprayer dan disemprotkan hingga seluruh permukaan tanaman terbasahi. Selanjutnya dilakukan pengamatan tiap hari selama satu bulan.

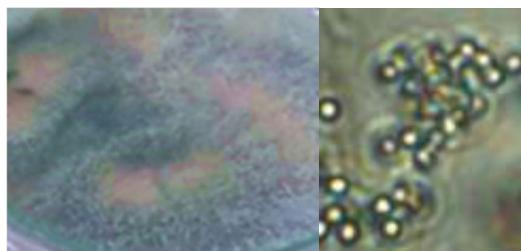
Aplikasi Biopestisida Trichoderma pada Bibit Durian dan Kopi Wonosalam

Untuk menyusun suatu proyeksi pemanfaatan formula Trichoderma sebagai biopestisida 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 sintesa 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

Dari hasil pengamatan mikroskopis terhadap koloni agen hayati yang berhasil diisolasi dari lahan kering di Kwedenkembar (Mojokerto) diketahui berupa struktur benang-benang halus yang padat dan berwarna agak kehijauan. Penampilan ini sekaligus merupakan respons fungi terhadap media PDA-kloramfenikol (Gambar 1, kiri). Sementara itu konidiospora berbentuk membulat dan hialin agak mencitrakan warna hijau samar. Hasil pengamatan secara seksama dapat dideterminasi bahwa isolate fungi ini sebagai *Trichoderma* sp. Tc-052 dengan hifa berdiameter $3,81 \pm 0,67 \mu\text{m}$ dan diameter spora $2,83 \pm 0,61 \mu\text{m}$ (Gambar 1, kanan). Secara morfologi koloni seerta bentuk dan dimensi konidiospora isolate temuan ini mirip dengan *Trichoderma asperilum* Tc-Jro 01 dan Tc-Jjr-02 [20]-[21]. Miselium dianyam oleh hifa-hifa hialin yang dinding selnya tersusun terjalin oleh makromolekul khas fungi yaitu selulosa dan kitin khas [22].



Gambar 1. Koloni *Trichoderma* sp Tc-52 dan konidiosporanya

Formula Pupuk Hayati Trichoderma

Hasil pengkayaan propagule fungi agen hayati *Trichoderma* selama masa inkubasi 8 hari diblander dan diencerkan hingga menjadi suspensi dengan tingkat kepadatan populasi 10^8 CFU.ml^{-1} . Setelah pencampuran dengan biokar steril maka diperoleh formula biofertilizer plus yang dapat dikategorikan sebagai biopestisida untuk keperluan. Pada formula padatan curah ini mengandung spora sebanyak 10^6 CFU.ml^{-1} . Formula yang sudah terbentuk atau yang sudah dicampur sehingga menjadi pupuk hayati bisa dapat diaplikasikan ke dalam media tanam dengan pemberian pupuk hayati *Trichoderma* 50 gram dibagian permukaan hingga 15 cm kedalam media tanam dalam polybag. Sementara itu untuk digunakan sebagai biopestisida, sebanyak 100 g formula dicampur ke dalam air netral

menjadi 10 liter dan diaduk secara merata. Sesudah diinkubasi selama dua jam, lalu diaduk kembali selama 2-5 menit kemudian suspense disaring ke dalam handsprayer. Selanjutnya siap disemprotkan ke permukaan tajuk tanaman. Untuk aplikasi sebagai pupuk cair dapat dilakukan dengan cara dikocorkan.

Hasil Uji Efikasi Terbatas

Hasil uji efikasi terhadap keragaan isolate *Trichoderma* ini menunjukkan pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit terong sebagai tanaman uji diperlihatkan pada 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>	Tanpa <i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma</i>
Mean	16,55 *	10,15	4,25 * *	3,38
Variance	0,31	0,08	0,25	0,23
t Stat	20,41		2,53	
P(T ₁ =t)	9E-07		0,045	
Cabe t Critical	2,45		2,45	

*Peningkatan tinggi tanaman terhadap tanpa *Trichoderma* 63,05%; **Peningkatan jumlah daun terhadap tanpa *Trichoderma* 25,93%

Pertumbuhan bibit terong bauik tinggi maupun jumlah daun tanaman tampak sangat nyata perbedaannya dalam kurun waktu 5 minggu setelah aplikasi *Trichoderma*. Dalam hal ini diduga fungi ini menghasilkan fitohormon yang sangat bermanfaat bagi tanaman [23]. Bukti-bukti lain tentang kemampuan fungi ini dalam membantu pertumbuhan tanaman adalah meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah [24]-[25], cabe merah [26], kentang [27]-[28], kedele [29]-[33], jahe merah [34], juga bibit mangga [35] dan cengkeh [36]. Peningkatan yang diperlihatkan oleh kinerja *Trichoderma* pada percobaan ini yaitu sebesar 63,05% untuk tinggi tanaman dan 25,93% untuk jumlah daun bibit terong. dengan perlakuan *Trichoderma*. Fakta sejalan dengan salah karakteristik *Trichoderma* yang mampu memproduksi indole acetic acid [37] yang setelah diserap dapat memacu pertumbuhan tanaman.

Aplikasi Biopestisida Trichodema pada Bibit Durian dan Kopi Wonosalam

Pembuatan bibit baik melalui perkecambahan hingga menjadi bibit maupun melalui Teknik okulasi, memerlukan tindakan kehati-hatian mengingat propagulpatogen dapat berpndah dan terdepositasi di pembibitan mulai menginokulasi benih kecambah, hingga bibit siap dibawa ke lapang untuk ditanam.

Aplikasi pestisida mulai dari perkecambahan hingga pemeliharaan berpotensi menurunkan efisiensi pembiayaan pemeliharaan persemaian juga tidak ramah lingkungan karena dapat memunculkan keracunan bagi petani dan operator persemaian, juga bahan aktif pestisida dapaet mencemari lingkungan. Untuk itu aplikasi biopestisida merupakan jawaban bijak untuk memulai produksi bibit yang ramah lingkungan, efisien, dan menjawab tuntutan masyarakat dunia ke depan.

Trichoderma yang berhasil diisolasi dan diformulasi pada penelitian ini selain memberikan efek mendukung pertumbuhan tanaman tetapi juga mendukung pertumbuhan populasi mikroba menguntungkan lainnya di dalam tanah [38], membantu tanaman dalam menghadai cekaman lingkungan pertanaman [39]-[40], serta mampu melindungi tanaman dari gangguan berbagai fungi patogen [41] dan bakteri pathogen [42]. *Trichoderma* terbukti efektif mengendalikan penyakit antraknose pada cabe yang disebabkan oleh *Colletotrichum* spp. [43]-[44], penyakit busuk pangkal batang cabe merah yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* [45]-[47] , penyakit hawar daun bibit kakao yang diebabkan oleh *Phytophthora palmivora*[48], *damping off*[49], busuk batang tanaman jeruk yang disebabkan oleh *Diplodia* spp. [50], dan penyebab hawar daun berbagai tanaman keras perkebunan yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* [51]-[56].

Aplikasi biopestisida Trichoderma dalam pemeliharaan bibit tanaman durian dan kopi khas wonosalam meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- (i) Senantiasa mengukur perubahan-perubahan suhu dan kelembaban udara di Kawasan Wonosalam mengingat di area ini juga banyak ditumbuhi tanaman durian dan kopi yang berpotensi menyumbangkan propagulpatogen penyebb penyakit. Hembusan angin yang membawa spora didukung oleh perubahan peningkatan kelembaban udara dan peningkatan suhu akan menjadi pemicu peningkatan kemampuan menyerang, predisposisi efektif, infeksi, dan perkembangan gejala penyakit.
- (ii) Melakukan penempatan formula Trichoderma ke dalam media tanam di dalam baki perkecambahan atau dikocorkan ke media tanam di polybag (Gambar 2) untuk membantu perkecambahan, pertumbuhan bibit, dan perlindungan bibit dari ancaman patogen tanah (*soil borne disease*) tanah sebagai;

- (iii) Menyiapkan suspensi *Trichoderma* dengan cara merendam dan menginkubasi dalam air netral; setelah dilakukan penyaringan ke dalam hand sprayer, suspensi dapat disemprotkan ke tajuk bibit tanaman durian dan kopi. Aplikasi dapat diulang tiap dua minggu;
- (iv) Melakukan monitoring secara berkala, sebaiknya tiap hari bersamaan dengan penyiraman.



Gambar 2. Pemberian biofertilizer *Trichoderma* sebagai komponen media tumbuh bibit di dalam baki dan dengan cara pengkocoran ke polibag

Biofertilizerplus dan/atau biopestisida *Trichoderma* ini dapat diproduksi 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-biopestisida *Trichoderma*. Pengenalan biofertilizer-biopestisida *Trichoderma* kepada masyarakat di dampingi oleh dosen dan mahasiswa.

KESIMPULAN

Agen hayati yang diisolasi dari lahan agroforestry yaitu *Trichoderma* sp. berpotensi untuk diaplikasi sebagai biopestisida untuk memberikan perlindungan kesehatan bibit dalam pembibitan dan pemeliharaan bibit tanaman durian dan kopi khas Wonosalam sebagai pupuk. Biopestisida *Trichoderma* dapat diproduksi di Labortorium dengan melibatkan dosen dan mahasiswa mulai 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., Badruzaufari, & 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] Domínguez-Begines, J., Ávila, J. M., García, L. V., & Gómez-Aparicio, L. (2021). Disentangling the role of oomycete soil pathogens as drivers of plant-soil feedbacks. *Ecology*. doi:10.1002/ecy.3430
- [4] Stenlid, J., & Oliva, J. (2016). Phenotypic interactions between tree hosts and invasive forest pathogens in the light of globalization and climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1709), 20150455. doi:10.1098/rstb.2015.0455
- [5] Klapwijk, M. J., Hopkins, A. J. M., Eriksson, L., Pettersson, M., Schroeder, M., Lindelöw, Å., ... Kenis, M. (2016). Reducing the risk of invasive forest pests and pathogens: Combining legislation, targeted management and public awareness. *Ambio*, 45(S2), 223–234. doi:10.1007/s13280-015-0748-3
- [6] Hessenauer, P., Feau, N., Gill, U., Schwessinger, B., Brar, G., & Hamelin, R. (2020). Evolution and adaptation of forest and crop pathogens in the Anthropocene. *Phytopathology®*. doi:10.1094/phyto-08-20-0358-fi
- [7] Andivia, E., Villar-Salvador, P., Oliet, J.A., Puértolas, J., Dumroese, R.K., Ivetic, V., Molina-Venegas, R., Arellano, E.C., Li, G., & Ovalle, J.F. (2021). Climate and species stress resistance modulate the higher survival of large seedlings in forest restorations worldwide. *Ecol Appl.* 31(6):e02394. doi: 10.1002/eap.2394
- [8] Sutarman. (2017). The impact controlling of the increasing plant pathogens virulence to prevents environmental degradation: the case of leaf blight disease attacks on *Pinus merkusii* in Java - Indonesia. "Proceedings 4 th International Conference the Community Development in ASEAN", 21-23 March 2017, Royal Academy of Cambodia, Russian Federation Blvd ,Pochentong Phnom Penh, Cambodia
- [9] Siddique, A. B. (2020). Viruses of endophytic and pathogenic forest fungi. *Virus Genes*. doi:10.1007/s11262-020-01763-3
- [10] Scanu, B., Jung, T., Masigol, H., Linaldeddu, B.T., Horta Jung, M., Brandano, A., Mostowfizadeh-Ghalamfarsa R, Janoušek J, Riolo M, Cacciola SO. (2021). *Phytophthora heterospora* sp. nov., a New Pseudoconidia-Producing Sister Species of *P. palmivora*. *J Fungi (Basel)*;7(10):870. doi: 10.3390/jof7100870
- [11] Daba, G., Berecha, G., Lievens, B., Hundera, K., Helsen, K., & Honnay, O. (2022). Contrasting coffee leaf rust epidemics between forest coffee and semi-forest coffee agroforestry systems in SW-Ethiopia. *Heliyon*; 8(12):e11892. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e11892
- [12] Phetkhajone, S., Pichakum, A., & Songnuan, W. (2021). The Study of the kinetics of metalaxyl accumulation and dissipation in durian (*Durio zibethinus* L.) leaf using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) technique. *Plants (Basel)*. 10(4):708. doi: 10.3390/plants10040708
- [13] Rabello, A.S., Rubinger, M.M.M., da Silva, L.F., de Oliveira, A.H., Serrão, J.E., Albuini-Oliveira, N.M., Tavares, E.C., Vidigal, A.E.C., de Oliveira, M.R.L. Zambolim, L., Souza, R.A.C., Guilardi, S., & Ellena, L. (2022). Zinc-dithiocarbimates for the control of *Hemileia vastatrix*: a versatile alternative. *Pest Manag Sci.* 78(11):4741-4752. doi: 10.1002/ps.7094
- [14] Castillo, N.E.T, Acosta, Y.A., Parra-Arroyo, L., Martínez-Prado, M.A., Rivas-Galindo, V.M., Iqbal, H.M.N., Bonaccorso,A.D., Melchor-Martínez, E.M., & Parra-Saldivar, R. (2022). Towards an eco-friendly coffee rust control: compilation of natural alternatives

- from a nutritional and antifungal perspective. *Plants (Basel)* 11(20):2745. doi: 10.3390/plants11202745
- [15] Spear, E. R., & Broders, K. D. (2021). Host-generalist fungal pathogens of seedlings may maintain forest diversity via host-specific impacts and differential susceptibility among tree species. *New Phytologist*, 231(1), 460–474. doi:10.1111/nph.17379
- [16] Gomes, A.A.M., Paes, S.A., Ferreira, A.P.S., Pinho, D.B., Cardeal, ZL, Menezes, H.C., Cardoso, P.G., & Pereira, O.L. (2023). Endophytic species of Induratia from coffee and carqueja plants from Brazil and its potential for the biological control of toxicogenic fungi on coffee beans by means of antimicrobial volatiles, *Braz J Microbiol* 2023 Jan 4. doi: 10.1007/s42770-022-00887-y
- [17] Sutarmen. (2017b). Testing of *Trichoderma* sp. as a biocontrol agent for cocoa seedlings leaf blight caused by *Phytophthora palmivora*. *J. HPT Tropika* 17(1): 45–52. <https://doi.org/10.23960/.hptt.11745-52>
- [18] Sutarmen, Miftahurrohmat, A., Nurmalaasari, I.R. & Prihatiningrum, A.E., (2021). In vitro evaluation of the *Trichoderma harzianum* againts pathogens that cause anthracnose in chilli. *Journal of Physics: Conference Series*. 1764(2021)012026. <https://doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012026>
- [19] Sutarmen, Setiorini, T., Li'aini, A.S., Purnomo, & Rahmat, A. (2022). Evaluation of *Trichoderma asperellum* effect toward anthracnose pathogen activity on red chili (*Capsicum annum*l.) as ecofriendly pesticide. *IJESD* 13 (4): 131-137. <https://doi.org/10.18178/ijesd.2022.13.4.1383>
- [20] Sutarmen, 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
- [21] Sutarmen, 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.
- [22] Sutarmen, 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
- [23] Sutarmen. 2016. Biofertilizer fungi Trichoderma & Mikoriza. Umsida Press. Sidoarjo
- [24] Sutarmen, 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
- [25] Sutarmen, S., & Prahasti, T. (2022). Uji keragaan Trichoderma sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 421 – 428
- [26] S. Sutarmen, "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.
- [27] Sutarmen & Putra, V.P. 2018. *Trichoderma* sp. biopesticide application against vegetative biomass and potato (*Solanum tuberosum*). *Nabatia* 6 (2), 57-62
- [28] Sutarmen. 2018. Uji *Trichoderma harzianum* sebagai biofertilizer dan biopestisida untuk pengendalian hawar tajuk dan layu tanaman kentang. Prosiding Seminar

Nasional Optimalisasi Sumberdaya Lokal Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan,Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto 26 Juni 2018, p. 210-217

- [29] 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.
- [30] 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>
- [31] 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** 012069. DOI 10.1088/1757-899X/420/1/012069
- [32] 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
- [33] Sutarman, & Miftahurrohmat, A. 2021. The vegetative growth response of detam soybean varieties towards *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. applications as biofertilizer. *E3S Web of Conferences* **232**, 03024. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>
- [34] 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>
- [35] 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
- [36] 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
- [37] Sutarman. 2018. Aplikasi biofertilizer pada kedele tahan naungan. Umsida Press. Sidoarjo. DOI: <https://doi.org/10.21070/2018/978-979-3401-92-8>
- [38] Sutarman. 2016. Biofertilizer fungi *Trichoderma* & *Mikoriza*. Umsida Press. Sidoarjo
- [39] Sutarman & Miftahurrohmat, A. 2021. Fungistatic effect of *Ipomea carnea* extract and *Trichoderma esperellum* against various fungal biological agents. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **1012** 012046. DOI 10.1088/1755- 1315/1012/1/012046
- [40] 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>
- [41] 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>
- [42] Sutarman, Jalaluddin, A.K., Li'aini, A.S., Prihatiningrum, A.E. 2021. Characterizations 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

- [43] Sutarman, Miftahurrohmat, A., Nurmala, 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
- [44] 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.
- [45] 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
- [46] Wachid, A. & Sutarman. 2019. Inhibitory power test of two *Trichoderma* isolates in in vitro way againts *Fusarium oxysporum* the cause of red chilli stem rot. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1232 012020. DOI 10.1088/1742-6596/1232/1/012020
- [47] Sutarman. 2018. Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai pengendali *Fusarium oxysporum* penyebab busuk pangkal batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum L.*). *Agritech*: 19 (2): 144-155
- [48] 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
- [49] 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:10.1088/1755-1315/1242/1/012008>
- [50] Silvia, M. & Sutarman, 2021. Application of *Trichoderma* as an alternative to the use of sulfuric acid pesticides in the control of Diplodia disease on pomelocitrus. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 819 012007. DOI 10.1088/1755-1315/819/1/012007
- [51] Sutarman, Saefuddin, A. Achmad. 2004. Epidemiology of needle blight on *Pinus merkusii* seedlings incited by *Pestalotia theae*. *J. Manaj. Hutan Trop.* 10, 1- 10.
- [52] Sutarman, Achmad, Hadi, S. 2001. Penyakit hawar daun jarum bibit *Pinus merkusii* di persamaian (needles blight disease of *Pinus merkusii*seedlings on nursery). *Agritek* 9 (4), 1419-1427
- [53] Sutarman, Hadi, S., Saefuddin, A., Achmad & Suryani, A. 2004. Sumber inokulum patogen hawar daun bibit *Pinus merkusii*di pesemaian. *Nabatia* 1 (2), 267-277
- [54] 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
- [55] Sutarman, Hadi, S., Suryani, A., Achmad, Saefuddin, A. 2004. Patogenesis hawar daun bibit *Pinus Merkusii* yang disebabkan oleh *Pestalotia theae* di pesemaian. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 4 (1), 32-41
- [56] Sutarman, AE Prihatiningrum. 2015. Penyakit hawar daun *Pinus merkusii*di berbagai persamaian kawasan utama hutan pinus Jawa Timur. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 15 (1), 44-52