

## HILIRISASI TEKNOLOGI TEPAT GUNA PRODUKSI CENDAWAN ENTOMOPATOGEN DAN *Trichoderma* DI DESA SUKORAMBI - JEMBER

Ankardiansyah Pandu Pradana<sup>1,7</sup>, Dyah Ayu Savitri<sup>2,7</sup>, Yuli Hariyati<sup>3,7</sup>, Sugeng Winarso<sup>4,7</sup>,  
Sudarko<sup>5,7</sup>, Sofia<sup>5,7</sup>, Mochammad Wildan Djatmiko<sup>6,7</sup>, Rachmi Masnilah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>)Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

<sup>2</sup>)Program Studi Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

<sup>3</sup>)Program Studi Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

<sup>4</sup>)Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

<sup>5</sup>)Program Studi Penyuluhan Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

<sup>6</sup>)Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

<sup>7</sup>)Kelompok Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat – Hilirisasi Teknologi Pertanian Industrial, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Ankardiansyah Pandu Pradana

E-mail : pandu@unej.ac.id

Diterima 07 Agustus 2023, Disetujui 09 Agustus 2023

### ABSTRAK

Desa Sukorambi di Jember, Jawa Timur, merupakan wilayah yang mayoritas penduduknya menggantungkan hidup dari sektor pertanian. Namun, petani di Desa Sukorambi menghadapi tantangan serius akibat serangan hama yang mengakibatkan penurunan hasil panen yang signifikan. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan teknologi pengendalian hayati menggunakan cendawan entomopatogen *Metarhizium* sp. dan cendawan *Trichoderma* sp. Sebagai langkah awal, dilakukan sosialisasi dan diskusi dengan mitra dan perangkat Desa Sukorambi untuk memahami permasalahan yang dihadapi dan mengenalkan solusi teknologi yang akan diterapkan. Kemudian, program melibatkan penyusunan materi pelatihan dan pembagian tugas untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan. Pelatihan produksi agens hayati berbasis cendawan dilakukan dalam dua pertemuan dengan praktek langsung menggunakan bioreaktor sederhana. Kegiatan pelatihan dan sosialisasi mendapatkan respon positif dan antusias dari masyarakat petani di Desa Sukorambi. Pemahaman, keterampilan, dan motivasi petani mengalami peningkatan yang signifikan setelah pelatihan. Skor pemahaman meningkat dari 3 menjadi 7, keterampilan dari 2,93 menjadi 8, dan motivasi dari 4,2 menjadi 7,4. Diharapkan teknologi pengendalian hayati dengan cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* ini dapat membantu mengatasi masalah serangan hama yang selama ini menghambat pertanian di Desa Sukorambi. Dengan penerapan teknologi yang tepat, diharapkan hasil pertanian akan meningkat secara signifikan dan meningkatkan kesejahteraan petani serta keberlanjutan pertanian di wilayah tersebut.

**Kata kunci:** bioreaktor; keterampilan; *Metarhizium*; motivasi; *Trichoderma*

### ABSTRACT

Sukorambi Village, located in Jember, East Java, heavily relies on agriculture for its livelihood. However, farmers face a significant challenge due to pest infestations causing substantial crop yield losses. To address this, the adoption of biologically-based control technology using entomopathogenic fungi *Metarhizium* sp. and *Trichoderma* sp. becomes essential. The program began with socialization and discussions involving partners and stakeholders from Sukorambi Village to understand the problems and introduce the proposed solution. Training materials were prepared, and tasks were allocated for seamless execution. Training sessions for bioagents production using fungi were conducted in two phases, incorporating hands-on practice with a user-friendly bioreactor. The initiatives received positive responses from the farming community, with significant improvements in understanding, skills, and motivation. Implementing biologically-based control technology with entomopathogenic fungi and *Trichoderma* holds promise to effectively address persistent pest challenges, boosting agricultural productivity and improving farmers' socio-economic well-being sustainably.

**Keywords:** bioreactor; skill; *Metarhizium*; motivation; *Trichoderma*

### PENDAHULUAN

Desa Sukorambi terletak di Kecamatan Sukorambi, Kabupaten Jember, Jawa Timur.

Secara geografi, kecamatan ini berada di kaki Gunung Argopuro. Penduduknya beragam etnis, terutama dari Suku Jawa, Madura, dan

juga Bali. Mata pencaharian utama di bidang pertanian, terutama sayuran dan padi. Terletak ±12 Km dari pusat Kabupaten Jember dan Universitas Jember, Desa Sukorambi memiliki akses jalan yang bagus dan mudah (Buana dan Suwandari 2020).

Desa Sukorambi berada di ketinggian 135 meter di atas permukaan laut. Rata-rata curah hujan di Desa ini adalah 367 mm<sup>2</sup> dengan jumlah hari hujan pada 2022 adalah 146 hari. Kondisi tersebut memberikan keuntungan bagi program pertanian di Desa Sukorambi (Afif dan Kusmiati 2020). Sebagian besar penduduk di Desa Sukorambi bermatapencaharian sebagai petani. Berdasarkan data statistik pertanian di Desa Sukorambi, diketahui perkiraan luas lahan cabe besar adalah 2 ha, cabe rawit 3 ha, bawang dan daun bawang 7 ha, sayuran lainnya 10 ha (Hoesain et al. 2022).

Dalam hal budidaya tanaman hortikultura, salah satu masalah yang dihadapi oleh petani adalah serangan hama. Hama ulat seperti *Spodoptera litura* dan *Plutella xylostella* sering ditemui menjadi masalah dan menyebabkan kehilangan hasil yang cukup tinggi (Chang et al. 2017; Srivastava et al. 2018). Selain itu beberapa jenis belalang dan kepik juga dilaporkan menyerang tanaman sawi dan cabai di Desa Sukorambi (Hoesain et al. 2022). Menurut petani yang tim temui, upaya pengendalian telah dilakukan, namun demikian hasilnya belum sesuai dengan harapan.

Hasil pemantauan tim pelaksana di Desa Sukorambi, sebagian besar petani mengendalikan serangga hama menggunakan insektisida sintetik. Beberapa petani juga mengeluhkan bahwa harga pestisida semakin hari semakin naik. Pada lain sisi, kebutuhan akan pestisida dalam budidaya hortikultura di Desa Sukorambi juga semakin meningkat. Fakta tersebut diduga terjadi karena adanya resistensi hama terhadap insektisida sintetik (Hoesain et al. 2022). Beberapa laporan mengenai resistensi hama terhadap bahan aktif pestisida sintetik telah dilaporkan sebelumnya.

Menurut petani hortikultura mitra (Gapoktan Sukorambi Jaya), masyarakat petani membutuhkan teknologi pengendalian hama yang lebih efektif, murah, mudah, dan berkelanjutan. Untuk menjawab kebutuhan tersebut salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah teknologi pengendalian hayati. Pengendalian hayati menggunakan cendawan entomopatogen *Metarhizium* sp. dan cendawan *Trichoderma* sp. telah dilaporkan efektif pada berbagai komoditas (Aw dan Hue 2017; Sood et al. 2020). Sebagai contoh, laporan Mwamburi (2021) menunjukkan *Metarhizium anisopliae* efektif dalam mengendalikan *Spodoptera frugiperda*. Selain

itu cendawan *Trichoderma* sp. juga berpotensi sebagai penginduksi ketahanan tanaman terhadap berbagai masalah organisme pengganggu tanaman (Ghazanfar et al. 2018; Poveda 2021).

Untuk dapat digunakan dalam dalam skala luas, cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* perlu dilakukan produksi terlebih dahulu (Mathulwe et al. 2022). Hal ini menjadi masalah bagi petani hortikultura di Desa Sukorambi karena belum memiliki pengetahuan dan keterampilan terkait produksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* sp. dalam skala besar menggunakan teknologi sederhana yang tepat guna. Berdasarkan fakta tersebut dapat dilihat bahwa permasalahan mitra adalah: (1) adanya serangan organisme pengganggu tanaman, khususnya dari golongan hama yang menyebabkan menurunnya hasil produksi; dan (2) belum memahami teknologi tepat guna untuk produksi massal cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* sp. Penyelesaian masalah di atas akan memberikan keuntungan baik secara ekonomi maupun peningkatan kualitas hidup petani dari sisi kesehatan.

## METODE

### Persiapan dan Sosialisasi Kegiatan

Tahapan persiapan dan sosialisasi dilakukan dengan metode yang bersifat partisipatif, kolaboratif, dan berurutan. Metode yang bersifat partisipatif melibatkan semua pihak terkait dalam proses pengambilan keputusan dan pelaksanaan kegiatan, sehingga menghasilkan pemahaman dan penerimaan yang lebih baik (Newig et al. 2018). Sementara pendekatan kolaboratif menekankan kerjasama antar pihak, metode berurutan memastikan setiap tahap dilakukan secara berurutan dan sistematis sebelum berlanjut ke tahap berikutnya (Penuel et al. 2020).

Program kegiatan dimulai dengan tahap persiapan dan sosialisasi yang bertujuan untuk mengenalkan program serta memverifikasi permasalahan yang dihadapi. Tahapan ini melibatkan sosialisasi dan diskusi dengan mitra dan perangkat Desa Sukorambi. Dalam acara ini, dilakukan sistem ceramah dan diskusi dua arah dengan peserta yang hadir, sehingga informasi dapat disampaikan secara efektif. Selanjutnya, tahap kedua adalah penentuan jadwal kegiatan dan pembagian tugas. Tim pelaksana dan mitra bekerja sama untuk menentukan pembagian tugas dengan jelas. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan agar berjalan dengan lancar dan terorganisir.

Tahap ketiga adalah penyusunan dan pengadaan materi pelatihan untuk mitra. Tim

pelaksana bekerja di dalamnya untuk merancang materi pelatihan yang mudah dipahami oleh petani dan memastikan tujuan dari aktivitas pengabdian kepada masyarakat dapat tercapai dengan maksimal. Terakhir, dalam tahap keempat, dilakukan pembelian alat dan bahan yang digunakan untuk pelatihan. Proses ini dilakukan secara bersama-sama dengan mitra sebagai bentuk kolaborasi dan partisipasi aktif dalam program kegiatan.

### Penyampaian Materi

Materi diberikan dengan pendekatan metode interaktif (Nguyen et al. 2018). Pemberian materi dilakukan dua kali pertemuan. Pemberian materi dilengkapi dengan lembar materi pelatihan yang disusun dengan bahasa yang mudah dipahami, disertai gambar yang menarik, tahap-tahapan yang dilakukan, potensi ekonomisnya. Secara umum materi yang diberikan pada tahapan ini meliputi (1) bioekologi hama dan penyakit pada tanaman hortikultura; (2) hama utama tanaman hortikultura; (3) pertanian sehat dan organik; (4) potensi ekonomi produk pertanian sehat; (5) agens pengendali hayati; (6) pestisida nabati dan pestisida hayati; dan (7) bahaya pemakaian pestisida yang terus menerus. Materi disampaikan menggunakan pendekatan interaktif, yaitu selain pemaparan materi oleh pemateri, interaksi dengan peserta juga dilakukan dalam bentuk tanya jawab, diskusi, dan studi kasus. Pendekatan ini bertujuan untuk memperkuat pemahaman dan keterlibatan peserta dalam proses pembelajaran.

### Pelatihan Produksi Agens Hayati Berbasis Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* dan *Trichoderma*:

Pelatihan produksi pestisida hayati menggunakan bahan-bahan yang mudah ditemukan di sekitar lokasi mitra dilakukan dalam dua kali pertemuan yang telah dijadwalkan sebelumnya. Materi pelatihan meliputi pemilihan bahan baku yang tepat untuk produksi pestisida hayati dari sumber-sumber yang mudah diakses di sekitar lokasi, cara pembuatan bioreaktor sederhana, metode perbanyakan cendawan, dan perlakuan pasca produksi untuk memastikan kualitas produk.

Selama pelatihan, peserta juga berkesempatan melakukan praktik langsung dalam proses produksi pestisida hayati. Sesi diskusi dan tanya jawab juga diadakan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam. Dengan metode pelatihan yang interaktif ini, diharapkan peserta memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang memadai untuk memproduksi pestisida hayati secara efektif dan dapat diimplementasikan di lapangan

dengan menggunakan bahan-bahan yang mudah didapatkan.

### Pengukuran Keberhasilan Program

Keberhasilan program diukur melalui kuisioner yang dibagikan pada sebelum dan setelah program dilaksanakan. Petani yang hadir diminta untuk mengisi kuisioner dengan memilih skor antara 1 sampai dengan 10. Skor 1 menunjukkan pemahaman, motivasi, dan kemampuan yang paling rendah. Sebaliknya, skor 10 menunjukkan pemahaman, motivasi, dan kemampuan yang paling tinggi. Petani melakukan *self assessment* dengan didampingi tim pelaksana agar tidak terjadi bias pada saat pengisian. Data yang diperoleh kemudian ditabulasikan dan dianalisis dengan uji-t untuk membandingkan kondisi sebelum dan setelah program dilaksanakan. Visualisasi data dilakukan menggunakan Python 3.11.4. dengan pustaka Matplotlib.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Acara pelatihan dan sosialisasi yang dilaksanakan mendapatkan respon yang positif dan antusias dari masyarakat Desa Sukorambi. Khususnya, 15 petani yang hadir mewakili kelompok tani di Desa Sukorambi. Kehadiran anggota kelompok tani menandakan keseriusan dan keinginan yang mendalam untuk meningkatkan kualitas produksi tanaman hortikultura. Partisipasi aktif para petani, mulai dari sesi pembukaan hingga selesai pelatihan, mencerminkan kesadaran mendalam akan pentingnya inovasi dalam budidaya tanaman yang sehat (Gambar 1).



**Gambar 1.** Petani dan tim pelaksana berfoto di lokasi pelaksanaan program.

Materi yang disampaikan selama acara berfokus pada penggunaan cendawan entomopatogen dan *Trichoderma*. Teknologi ini merupakan solusi inovatif untuk meningkatkan kesehatan tanaman, sekaligus juga representasi dalam memberikan alternatif pengendalian organisme pengganggu tanaman yang ramah lingkungan kepada petani.

Pendekatan penyampaian yang sistematis serta metode penyampaian yang interaktif, dirancang khusus agar setiap petani dapat memahami dan meresapi informasi, terlepas dari latar belakang pendidikan mereka. Fakta tersebut didukung oleh pernyataan Weinstein dan Underwood (2014) bahwa diskusi interaktif lebih mudah dipahami pada saat memaparkan materi kepada masyarakat yang telah berumur.

Pada sesi praktik, petani belajar merakit dan menggunakan bioreaktor sederhana yang telah didesain oleh tim pelaksana (Gambar 2). Bioreaktor sederhana tersebut dapat digunakan untuk memproduksi cendawan entomopatogen maupun cendawan *Trichoderma* dalam jumlah besar. Cendawan tersebut mampu bereproduksi dengan cepat karena adanya oksigen yang telah melewati larutan sterilan dengan komposisi 10%  $KMnO_4$ .



**Gambar 2.** Desain bioreaktor sederhana yang diimplekmentasikan pada mitra.

Salah satu indikator kesuksesan acara ini bukan hanya terletak pada jumlah peserta, namun lebih kepada kemampuan para petani untuk memahami dan menerapkan materi yang disampaikan. Melalui sesi tanya jawab, diskusi, dan simulasi, terlihat bahwa petani tidak hanya pasif menerima informasi. Mereka aktif berinteraksi, bertanya, dan bahkan berbagi pengalaman mereka sehingga sesi diskusi menjadi kaya akan pertukaran pengetahuan (Gambar 3). Hal ini senada dengan pernyataan Deslauriers et al. (2019) bahwa kemampuan sebuah kelompok dalam memahami informasi sangat dipengaruhi oleh keaktifan kelompok dalam sebuah sesi diskusi atau pembelajaran.

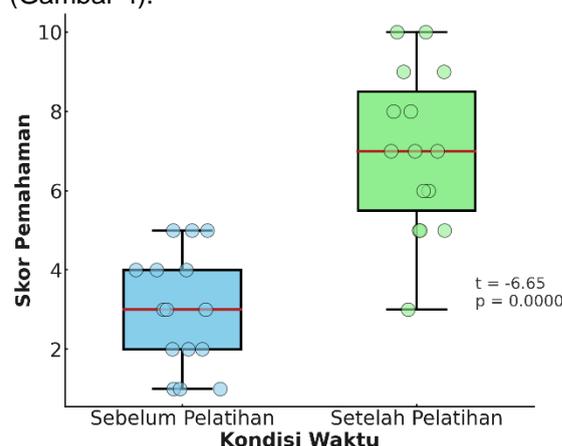
*Feedback* yang diberikan oleh para petani melalui kuisioner setelah acara berakhir memberikan gambaran jelas tentang dampak positif yang dirasakan. Bukan hanya peningkatan pemahaman teknis, namun juga peningkatan motivasi dan semangat untuk segera menerapkan teknologi baru ini. Mereka merasa terinspirasi dan bersemangat untuk menerapkan teknologi baru ini demi meningkatkan kualitas produksi tanaman

mereka, dengan visi untuk hasil panen yang lebih baik.



**Gambar 3.** Sesi praktik dan diskusi perakitan dan pengoperasian bioreaktor sederhana untuk perbanyakan cendawan entomopatogen dan *Trichoderma*.

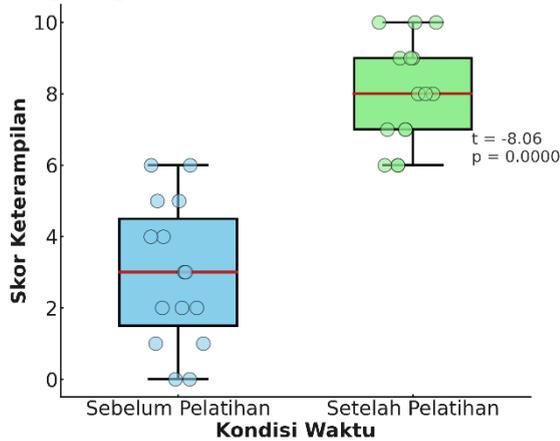
Secara umum petani mengalami peningkatan pemahaman terkait dengan proses produksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* menggunakan bioreaktor sederhana. Dari skor 1 sampai dengan 10, sebelum pelatihan skor rata-rata petani dalam hal pemahaman terkait produksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* adalah 3. Skor tersebut meningkat pasca pelatihan dengan rata-rata skor menjadi 7. Hasil uji-t juga menunjukkan nilai t statistik adalah -6,65 yang berarti skor sebelum pelatihan jauh lebih rendah dibandingkan pasca pelatihan dilaksanakan. Pada nilai p diketahui 0, yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada skor sebelum dan setelah pelatihan (Gambar 4).



**Gambar 4.** Skor pemahaman petani terhadap proses produksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* menggunakan bioreaktor sederhana.

Peningkatan keterampilan juga terjadi pada petani mitra. Sebelum diadakannya pelatihan, rata-rata skor keterampilan petani dalam memproduksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* adalah 2,93. Skor tersebut

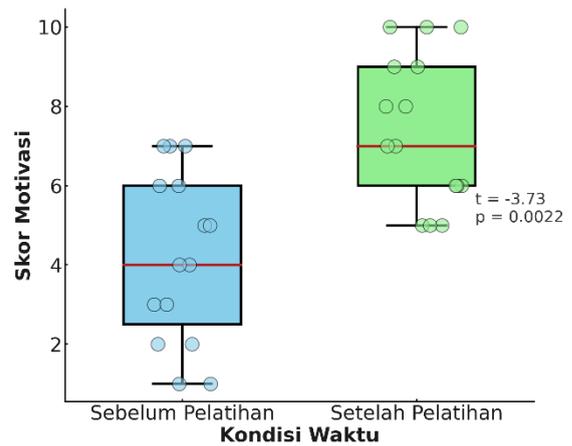
meningkat menjadi 8 setelah pelatihan dilaksanakan. Nilai  $t$  statistik pada uji-t menunjukkan -8,06 yang berarti ada perbedaan yang besar antara skor sebelum dan setelah pelatihan dilaksanakan. Nilai  $p$  pada uji-t menunjukkan 0 yang berarti perbedaan skor sebelum dan setelah pelatihan dilaksanakan sangat signifikan (Gambar 5).



**Gambar 5.** Skor keterampilan petani dalam memproduksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* menggunakan bioreaktor sederhana.

Pola yang identik juga terjadi pada skor motivasi petani dalam menggunakan teknologi bioreaktor sederhana untuk memproduksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma*. Sebelum dilakukan pelatihan, rata-rata skor motivasi petani adalah 4,2. Setelah dilakukan pelatihan, rata-rata skor motivasi meningkat menjadi 7,4. Berdasarkan uji-t, diketahui bahwa nilai  $t$  statistik pada skor motivasi adalah -3,73. Nilai negatif pada  $t$  statistik tersebut menunjukkan bahwa skor sebelum dilakukannya pelatihan lebih rendah dibandingkan setelah dilakukan pelatihan. Selanjutnya, nilai  $p$  tercatat 0,0022 yang menunjukkan nilai  $p$  berada di bawah 0,05. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan nyata antara skor motivasi petani pada waktu sebelum dan setelah pelatihan dilaksanakan (Gambar 6).

Peningkatan pemahaman petani terhadap materi yang disampaikan, khususnya terkait dengan penggunaan bioreaktor sederhana diikuti dengan peningkatan keterampilan dan motivasi petani. Hal ini sejalan dengan Cook dan Artino Jr (2016) yang menyatakan bahwa motivasi yang kuat umumnya diawali dengan pemahaman yang baik terhadap suatu tema tertentu. Pada pelatihan ini, petani memiliki motivasi yang meningkat untuk mengaplikasikan teknologi bioreaktor dalam rangka memproduksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma*.



**Gambar 6.** Skor motivasi petani dalam menerapkan teknologi bioreaktor sederhana untuk memproduksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma*.

Cendawan entomopatogen *Metarhizium* merupakan agen biokontrol yang efektif dalam mengendalikan serangga hama tanaman (Stone dan Bidochka 2020). *Mode of action* cendawan ini didasarkan pada kemampuannya untuk menginfeksi inangnya melalui kontak fisik. Ketika spora cendawan bersentuhan dengan tubuh serangga target, spora tersebut menempel pada permukaan tubuhnya dan mulai menembus kulitnya. Setelah berhasil masuk ke dalam tubuh inang, *Metarhizium* berkembang biak dengan cepat dan menyebar ke seluruh sistem sirkulasi serangga. Di dalam tubuh inang, cendawan ini mengeluarkan enzim-enzim yang merusak jaringan dan organ dalam serangga, menyebabkan infeksi sistemik yang fatal. Setelah mencapai tingkat infeksi yang memadai, *Metarhizium* akan mengeluarkan spora-spora baru melalui tubuh inang yang telah mati, sehingga memungkinkan penyebaran lebih lanjut ke serangga lainnya dalam populasi (Rivero - Borja et al. 2018; Brunner-Mendoza et al. 2019).

Selain itu, *Metarhizium* juga mengandung faktor toksin yang berkontribusi pada efek patogenikanya. Beberapa spesies *Metarhizium* menghasilkan metabolit sekunder seperti mikotoksin yang dapat merusak sel-sel inang dan mengganggu fungsi normal organisme target. Hal ini berkontribusi pada penyakit serangga yang lebih cepat dan mengintensifkan dampak patogenik cendawan (Jaber dan Ownley 2018). *Metarhizium* dapat digunakan dalam bentuk formula bubuk atau cair yang disemprotkan langsung ke tanaman atau lingkungan pertanian untuk mengendalikan hama secara efektif tanpa meninggalkan residu berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Penggunaan cendawan entomopatogen *Metarhizium* sebagai agen

biokontrol menjanjikan sebagai alternatif yang ramah lingkungan dalam upaya mengurangi penggunaan pestisida kimia sintetis dan mempertahankan keberlanjutan agrikultur (Alizadeh et al. 2020).

Cendawan *Trichoderma* adalah mikroorganisme yang dikenal sebagai agen biokontrol yang bermanfaat bagi kesehatan tanaman. *Mode of action Trichoderma* melibatkan beberapa mekanisme yang berkontribusi pada perlindungan dan pengembangan tanaman yang lebih sehat (Woo et al. 2023). Salah satu *mode of action* utama *Trichoderma* adalah kompetisi. Ketika diaplikasikan ke tanah, *Trichoderma* bersaing dengan patogen lain, seperti jamur penyebab penyakit. *Trichoderma* memiliki kemampuan menghasilkan senyawa antibiotik dan enzim-enzim antagonis, yang membantu dalam menekan pertumbuhan dan perkembangan patogen (Thambugala et al. 2020).

Selain kompetisi, *Trichoderma* juga bekerja dengan meningkatkan resistensi tanaman melalui aktivasi sistem pertahanan tanaman. Ketika berada dalam hubungan simbiotik dengan akar tanaman, *Trichoderma* dapat merangsang produksi hormon tanaman yang membantu meningkatkan pertumbuhan akar dan toleransi tanaman terhadap stres lingkungan (Salwan et al. 2022). *Trichoderma* juga mempengaruhi produksi senyawa-senyawa kimiawi seperti asam amino, vitamin, dan fitohormon yang meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen (Zhang et al. 2021).

Melihat potensi di atas, maka diharapkan dengan kemampuan petani di Desa Sukorambi yang mampu memproduksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* akan dirasakan dampak positif bagi pertanian di Desa Sukorambi. Diharapkan masalah petani dalam hal adanya masalah organisme pengganggu tanaman dapat terselesaikan. Selain itu, diharapkan dengan aplikasi cendawan dapat meningkatkan kesuburan tanaman di Desa Sukorambi secara umum.

## SIMPULAN DAN SARAN

Pasca kegiatan dilaksanakan masyarakat petani di Desa Sukorambi memiliki peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan motivasi dalam rangka memproduksi cendawan entomopatogen dan *Trichoderma* menggunakan bioreaktor sederhana. Hal tersebut menunjukkan bahwa aktivitas hilirisasi teknologi tepat guna telah berhasil dan memberikan dampak yang signifikan pada masyarakat petani di Desa Sukorambi Kabupaten Jember.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LP2M Universitas Jember atas dukungan dana melalui hibah Program Pengabdian Pemula dengan No Kontrak 3923/UN25.3.1/LT/2023. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Sukorambi atas fasilitas yang diberikan, mahasiswa mata kuliah Klinik Tanaman semester genap 2022/2023 Universitas Jember atas partisipasinya, serta Zidna Nurul Izzatika dan Fariz Kustiawan Alfariy atas dukungan dalam administrasi kegiatan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Afif A. S., & Kusmiati A. (2020). Hubungan Tingkat motivasi dengan pendapatan usahatani petani sawi (*Brassica juncea*) menggunakan benih nonsertifikat di Desa Sukorambi Kecamatan Sukorambi Kabupaten Jember. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. 4(3):667-678. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2020.004.03.21>.
- Alizadeh M., Vasebi Y., & Safaie N. (2020). Microbial antagonists against plant pathogens in Iran: A review. *Open Agriculture*. 5(1):404-440. <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0031>.
- Aw K. M. S., & Hue S. M. (2017). Mode of infection of *Metarhizium* spp. fungus and their potential as biological control agents. *Journal of Fungi*. 3(2):30. <https://doi.org/10.3390/jof3020030>.
- Brunner-Mendoza C., Reyes-Montes M. d. R., Moonjely S., Bidochka M. J., & Toriello C. (2019). A review on the genus *Metarhizium* as an entomopathogenic microbial biocontrol agent with emphasis on its use and utility in Mexico. *Biocontrol Science and Technology*. 29(1):83-102. <https://doi.org/10.1080/09583157.2018.1531111>.
- Buana B. J. D., & Suwandari A. (2020). Optimalisasi usahatani sayur tumpangsari di Desa Sukorambi Kecamatan Sukorambi Kabupaten Jember. *Journal of Social and Agricultural Economics*. 13(2):125-144. <https://doi.org/10.19184/jsep.v13i2.15124>.
- Chang X., Yuan Y., Zhang T., Teng H., & Wang D. (2017). Research progress of the biological characteristics and control of the diamondback moth (*Plutella xylostella*). *Acta Agriculturae Shanghai*. 33(5):145-150.

- Cook D. A., & Artino Jr A. R. (2016). Motivation to learn: an overview of contemporary theories. *Medical Education*. 50(10):997-1014. <https://doi.org/10.1111/medu.13074>
- Deslauriers L., McCarty L. S., Miller K., Callaghan K., & Kestin G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 116(39):19251-19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>.
- Ghazanfar M. U., Raza M., Raza W., & Qamar M. I. (2018). *Trichoderma* as potential biocontrol agent, its exploitation in agriculture: a review. *Plant Protection*. 2(3):55-62.
- Hoesain M., Pradana A. P., Suharto S., & Alfarisy F. K. (2022). Pendampingan produksi pestisida nabati pada petani hortikultura di Desa Sukorambi Kabupaten Jember. *Selaparang: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*. 6(2):593-597. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i2.7999>.
- Jaber L. R., & Ownley B. H. (2018). Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological control of insect pests and plant pathogens?. *Biological Control*. 116:36-45. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.01.018>.
- Mathulwe L. L., Malan A. P., & Stokwe N. F. (2022). Mass production of entomopathogenic fungi, *Metarhizium robertsii* and *Metarhizium pinghaense*, for commercial application against insect pests. *Journal of Visualized Experiments*. (181):e63246. <https://dx.doi.org/10.3791/63246>.
- Mwamburi L. A. (2021). Endophytic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, confer control of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae), in two tomato varieties. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 31(1):1-6. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00357-3>.
- Newig J., Challies E., Jager N. W., Kochskaemper E., & Adzersen A. (2018). The environmental performance of participatory and collaborative governance: a framework of causal mechanisms. *Policy Studies Journal*. 46(2):269-297. <https://doi.org/10.1111/psj.12209>.
- Nguyen T. D., Cannata M., & Miller J. (2018). Understanding student behavioral engagement: Importance of student interaction with peers and teachers. *The Journal of Educational Research*. 111(2):163-174. <http://dx.doi.org/10.1080/00220671.2016.1220359>.
- Penuel W. R., Riedy R., Barber M. S., Peurach D. J., LeBouef W. A., & Clark T. (2020). Principles of collaborative education research with stakeholders: Toward requirements for a new research and development infrastructure. *Review of Educational Research*. 90(5):627-674. <https://doi.org/10.3102/00346543209381>.
- Poveda J. (2021). *Trichoderma* as biocontrol agent against pests: New uses for a mycoparasite. *Biological Control*. 159:104634. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104634>.
- Rivero-Borja M., Guzmán-Franco A. W., Rodríguez-Leyva E., Santillán-Ortega C., & Pérez-Panduro A. (2018). Interaction of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* with chlorpyrifos ethyl and spinosad in *Spodoptera frugiperda* larvae. *Pest Management Science*. 74(9):2047-2052. <https://doi.org/10.1002/ps.4884>.
- Salwan R., Sharma A., Kaur R., Sharma R., & Sharma V. (2022). The riddles of *Trichoderma* induced plant immunity. *Biological Control*. 32:105037. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105037>.
- Sood M., Kapoor D., Kumar V., Sheteiwy M. S., Ramakrishnan M., Landi M., Araniti F., & Sharma A. (2020). *Trichoderma*: The "secrets" of a multitiered biocontrol agent. *Plants*. 9(6):762. <https://doi.org/10.3390/plants9060762>.
- Srivastava K., Sharma D., Anal A., & Sharma S. (2018). Integrated management of *Spodoptera litura*: a review. *International Journal of Life-Sciences Scientific Research*. 4(1):1536-1538.
- Stone L. B., & Bidochka M. J. (2020). The multifunctional lifestyles of *Metarhizium*: Evolution and applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 104:9935-9945. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10968-3>.
- Thambugala K. M., Daranagama D. A., Phillips A. J., Kannangara S. D., & Promputtha I. (2020). Fungi vs. fungi in biocontrol: An overview of fungal antagonists applied against fungal plant pathogens.

- Frontiers in Cellular and Infection Microbiology. 10:604923.
- Weinstein C. E., & Underwood V. L. 2014. Learning strategies: The how of learning. Di dalam: editor. *Thinking and learning skills*. Routledge. hlm 241-258.
- Woo S. L., Hermosa R., Lorito M., & Monte E. (2023). *Trichoderma*: A multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture. *Nature Reviews Microbiology*. 21(5):312-326. *Trichoderma*: A multipurpose, plant-beneficial microorganism for eco-sustainable agriculture
- Zhang J.-L., Tang W.-L., Huang Q.-R., Li Y.-Z., Wei M.-L., Jiang L.-L., Liu C., Yu X., Zhu H.-W., & Chen G.-Z. (2021). *Trichoderma*: A treasure house of structurally diverse secondary metabolites with medicinal importance. *Frontiers in Microbiology*. 12:723828.