

Inovasi Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Mengandung *Trichoderma* sp. untuk Meningkatkan Ketahanan Tanaman Cabai Rawit Hiyung di Desa Sungai Hanyar

Maimunah¹, Miladiarsi^{2*}, Fathul Jannah³, Muhammad Zaki⁴, Evi Yulianti⁵, Ainor Rahimah⁶, Maulina Fatimah⁷, Siti Raihanah⁸, Maulana Ikhsan⁹, Siti Nuraini¹⁰, Nur Ainin Sofiya¹¹, Muhammad Akbar Apriliadi¹², Natasya Amalia Putri¹³, Muhammad Fauzan A'isy¹⁴, Iis Mutmainah¹⁵

^{1,2*,3,4,5,6,7} Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia.

^{8,9,10,11,12,13,14} Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia.

¹⁵ Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia.

Corresponding Email: miladiarsi@ulm.ac.id^{2*}

Histori Artikel:

Dikirim 13 Januari 2026; Diterima dalam bentuk revisi 10 Februari 2026; Diterima 20 Februari 2026; Diterbitkan 10 Mei 2026. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Cabai Hiyung merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi, namun produktivitasnya masih berfluktuasi akibat kendala budidaya dan ketergantungan pada pupuk kimia sintetis. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kapasitas petani serta pertumbuhan tanaman cabai Hiyung melalui penerapan pupuk organik cair (POC) berbasis limbah kulit pisang yang diperkaya *Trichoderma* sp. Kegiatan dilaksanakan di Desa Sungai Hanyar menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) melalui sosialisasi, pelatihan, praktik, dan pendampingan lapangan. Evaluasi dilakukan menggunakan metode *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur perubahan pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta. Hasil menunjukkan peningkatan kapasitas petani dari 50% menjadi 84,67% setelah kegiatan. Peningkatan terjadi pada pemahaman POC, penerimaan teknologi pupuk organik, serta keterampilan teknis pembuatannya. Aplikasi POC juga menunjukkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan kontrol. Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai POC berpotensi menjadi alternatif pemupukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Cabai Hiyung; *Trichoderma* sp.; Pupuk Organik Cair; Kulit Pisang.

Abstract

Hiyung chili is a horticultural commodity with high economic value, but its productivity still fluctuates due to cultivation constraints and dependence on synthetic chemical fertilizers. This activity aims to increase farmer capacity and plant growth of Hiyung chili through the application of liquid organic fertilizer (LOF) based on banana peel waste enriched with *Trichoderma* sp. The activity was carried out in Sungai Hanyar Village using a Participatory Action Research (PAR) approach through socialization, training, practice, and field mentoring. Evaluation was carried out using pre-test and post-test methods to measure changes in knowledge, attitudes, and skills of participants. The results showed an increase in farmer capacity from 50% to 84.67% after the activity. Improvements occurred in the understanding of LOF, acceptance of organic fertilizer technology, and technical skills in its manufacture. The application of LOF also showed better plant growth compared to the control. The use of banana peel waste as LOF has the potential to be an environmentally friendly and sustainable fertilizer alternative.

Keyword: Hiyung Chili; *Trichoderma* sp.; Liquid Organic Fertilizer; Banana Peel.

1. Pendahuluan

Cabai merupakan salah satu komoditas hortikultura yang dipandang strategis karena dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari dan memiliki nilai ekonomi tinggi akibat permintaan pasar yang relatif stabil dan cenderung meningkat (Hanafiah *et al.*, 2025). Cabai adalah salah satu komoditas hortikultura strategis yang bernilai ekonomi tinggi serta berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pokok masyarakat Indonesia (Andrian, 2024). Aneka macam cabai yang dijual di pasar tradisional dapat digolongkan dalam dua kelompok, yakni cabai kecil (*Capsicum frutescens*) dan cabai besar (*Capsicum annuum*). Cabai kecil biasa disebut cabai rawit, sedangkan yang besar dinamakan cabai merah. Secara umum, cabai memiliki banyak kandungan gizi dan vitamin, di antaranya adalah kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, vitamin A, B1, dan vitamin C (Ihkwanisa *et al.*, 2023). Cabai dikenal sebagai salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena masalah permintaannya yang stabil baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri (Suryadi *et al.*, 2025). Tingginya tingkat konsumsi cabai menjadikan komoditas ini sebagai penyumbang utama inflasi bahan pangan ketika terjadi penurunan produksi (Padapi *et al.*, 2022).

Kabupaten Balangan, khususnya Desa Sungai Hanyar, merupakan salah satu wilayah yang mengembangkan tanaman cabai sebagai sumber pendapatan petani. Desa Sungai Hanyar dipilih sebagai lokasi kajian karena sebagian besar masyarakatnya menggantungkan kegiatan usaha tani hortikultura, terutama cabai, namun masih menghadapi berbagai kendala teknis dalam budidaya. Kondisi agroklimat yang tidak menentu, keterbatasan pengelolaan lahan, serta serangan organisme pengganggu tanaman menjadi permasalahan utama yang memengaruhi produktivitas cabai di wilayah tersebut. Selain itu, Desa Sungai Hanyar juga memiliki potensi sumber daya lokal berupa tanaman pisang yang cukup melimpah. Limbah kulit pisang yang dihasilkan selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, padahal memiliki kandungan unsur hara yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan organik untuk membantu pertumbuhan dan meningkatkan produktivitas tanaman cabai.

Tabel 1. Produksi Cabai Kabupaten Balangan Kalimantan Selatan

Tahun	Produksi Cabai (Kuintal)
2021	9.809
2022	8.818
2023	13.267
2024	12.371

Sumber: BPS Kalimantan Selatan (2024)

Data produksi cabai menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup signifikan dari tahun ke tahun. Produksi cabai pada tahun 2021 tercatat sebesar 9.809 kuintal, kemudian mengalami penurunan pada tahun 2022 menjadi 8.818 kuintal. Pada tahun 2023, produksi meningkat tajam hingga mencapai 13.267 kuintal, namun kembali mengalami penurunan pada tahun 2024 menjadi 12.371 kuintal. Fluktuasi produksi tersebut mengindikasikan adanya permasalahan dalam sistem budidaya cabai. Fluktuasi produktivitas cabai disebabkan banyak faktor seperti kondisi cuaca yang kurang mendukung, kekurangan air, pemupukan tidak sesuai dosis, dan adanya gangguan dari Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) (Heriyanto, 2020). Adanya hama dan penyakit tanaman cabai mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap keberhasilan usaha tani cabai (Renfiyeni *et al.*, 2023). Salah satunya yakni penyakit antraknosa pada buah cabai yang menyebabkan kualitas hasil menurun dan kehilangan hasil yang tinggi. Penyakit itu disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* sp. Beberapa jenis *Colletotrichum* diketahui berasosiasi dengan gejala antraknosa pada tanaman yaitu *C. acutatum*, *C. capsici*, dan *C. gloeosporioides* (Wicaksono & Kafiya, 2022).

Penanganan penyakit tanaman cabai selama ini masih banyak mengandalkan penggunaan pestisida kimia sintetis (Tarihoran *et al.*, 2025). Penggunaan bahan kimia secara berlebihan dan berkelanjutan menimbulkan berbagai dampak negatif antara lain menurunnya kualitas tanah, resistensi patogen, pencemaran lingkungan, serta residu pestisida pada hasil pertanian yang

berpotensi membahayakan kesehatan manusia (Dhaifulloh *et al.*, 2024). Kondisi tersebut mendorong perlunya inovasi pengelolaan tanaman cabai yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pupuk Organik Cair (POC) merupakan salah satu alternatif teknologi pertanian yang berpotensi meningkatkan kesuburan tanah sekaligus mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Pupuk organik cair adalah pupuk berwujud cair yang dibuat dari bahan-bahan organik melalui proses fermentasi yang menghasilkan ekstrak dari proses pembusukan bahan-bahan organik (Mutmainnah *et al.*, 2025). POC mengandung unsur hara makro dan mikro yang mudah diserap tanaman, memperbaiki struktur dan kesuburan tanah, serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang mendukung pertumbuhan tanaman. Selain itu, penggunaan POC dapat mengurangi biaya produksi, menjaga keseimbangan ekosistem, dan mendukung praktik pertanian berkelanjutan (Aurora *et al.*, 2025). Selain berfungsi sebagai sumber nutrisi, POC juga dapat dimanfaatkan sebagai media pembawa agen hayati yang berperan dalam pengendalian penyakit tanaman.

Salah satu agen hayati yang efektif dalam pengendalian penyakit tanaman adalah *Trichoderma* sp. Jamur *Trichoderma* sp. adalah salah satu agen hayati yang dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Trichoderma* sp. dan tanaman terlibat dalam hubungan mutualisme. Tanaman membantu pertumbuhan dan mengendalikan penyakit, sedangkan *Trichoderma* sp. mendapat manfaat dari nutrisi yang dihasilkan oleh tanaman (Nadira & Chatri, 2024). Pada tanaman cabai, *Trichoderma* terbukti dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan penyakit layu yang disebabkan oleh infeksi jamur *Fusarium oxysporum* sp. Penggunaan *Trichoderma* sebagai agen hayati merupakan salah satu strategi pengendalian penyakit layu yang ramah lingkungan dan dapat diintegrasikan dengan metode pengendalian lainnya untuk mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan (Ayamilah *et al.*, 2024).

Pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku POC menjadi solusi inovatif dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Kulit pisang merupakan limbah organik yang jumlahnya melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit pisang mengandung berbagai unsur hara penting seperti kalium (K), fosfor (P), magnesium (Mg), dan nitrogen (N) yang sangat dibutuhkan tanaman untuk tumbuh, khususnya pada tahap perkecambahan. Air rendaman kulit pisang mengandung kalium dalam kadar yang cukup tinggi yang dapat merangsang pembelahan dan pembesaran sel tanaman (Dohona, 2025). Kandungan nutrisi tersebut menjadikan kulit pisang berpotensi besar sebagai bahan dasar pembuatan POC. Berdasarkan uraian tersebut, inovasi Pupuk Organik Cair berbahan dasar kulit pisang yang mengandung *Trichoderma* sp. diharapkan mampu menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi cabai sekaligus menekan serangan penyakit tanaman. Inovasi ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan produktivitas cabai, tetapi juga mendukung pemanfaatan limbah organik dan penerapan sistem pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

2. Metode

2.1 Jenis dan Waktu Kegiatan

Kegiatan ini menerapkan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) dengan desain studi kasus, yang menempatkan masyarakat sebagai subjek utama dalam pelaksanaan program. Pendekatan PAR digunakan karena keterlibatan masyarakat berlangsung secara aktif dan berkelanjutan pada setiap tahapan kegiatan, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, evaluasi, hingga refleksi guna melakukan perbaikan terhadap hasil yang diperoleh. Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui dua siklus, yang masing-masing mengikuti tahapan *plan*, *act*, *observe*, dan *reflect* secara sistematis.

2.2 Lokasi dan Waktu Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan di Desa Sungai Hanyar, Kecamatan Batumandi, Kabupaten Balangan, pada bulan Desember 2025.

2.3 Subjek dan Teknik Sampling

Kegiatan ini melibatkan 28 orang peserta yang merupakan anggota kelompok tani, terdiri atas laki-laki dan perempuan. Penentuan peserta dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan responden secara sengaja berdasarkan kesesuaian dengan tujuan kegiatan. Kriteria inklusi mencakup warga yang memiliki kebun cabai atau lahan pertanian serta bersedia mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Dari jumlah tersebut, sebanyak 15 peserta terlibat secara aktif pada tahap aplikasi pupuk organik cair (POC) di lahan, sementara peserta lainnya mengikuti kegiatan pada tahap sosialisasi dan demonstrasi. Adapun kriteria eksklusi ditetapkan bagi peserta yang tidak mengikuti lebih dari 20% rangkaian kegiatan, sehingga tingkat partisipasinya dinilai tidak optimal untuk mendukung evaluasi hasil kegiatan.

2.4 Prosedur Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) dalam satu siklus yang meliputi tahapan perencanaan, tindakan, observasi, serta evaluasi dan refleksi. Tahap perencanaan dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara dengan perangkat desa serta kelompok tani untuk mengidentifikasi potensi limbah kulit pisang dan permasalahan penyakit pada tanaman cabai. Berdasarkan hasil tersebut, disusun materi sosialisasi dan pelatihan serta dilakukan persiapan bahan dan alat pembuatan pupuk organik cair (POC) yang meliputi limbah kulit pisang seberat 10 kg, air bersih 20–30 L, 200 ml EM4, larutan gula merah 12 liter, 2 kg *Trichoderma* sp., ember fermentasi, pisau, timbangan, pengaduk, selang, dan botol kemasan. Tahap tindakan meliputi kegiatan sosialisasi, pelaksanaan *pre-test* berbentuk angket tertutup untuk mengukur pengetahuan awal peserta, serta demonstrasi dan praktik langsung pembuatan POC dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat. Tahap observasi dilakukan selama kegiatan berlangsung menggunakan lembar observasi keterlibatan dan keterampilan peserta, sedangkan *post-test* diberikan setelah kegiatan untuk mengukur perubahan tingkat pemahaman peserta. Tahap evaluasi dan refleksi dilakukan melalui diskusi bersama untuk menilai efektivitas kegiatan serta merumuskan rekomendasi keberlanjutan penerapan POC di tingkat petani.

2.5 Instrumen Kegiatan

Instrumen kegiatan terdiri atas instrumen teknis dan instrumen pengumpulan data. Instrumen teknis berupa bahan dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik cair (POC), meliputi limbah kulit pisang seberat 10 kg, air bersih sebanyak 20–30 liter, 200 ml EM4, larutan gula merah 2 liter, 2 kg *Trichoderma* sp., ember fermentasi, alat pencacah, timbangan, pengaduk, selang, dan botol kemasan. Instrumen pengumpulan data meliputi *pre-test* dan *post-test* yang digunakan untuk mengukur perubahan tingkat pengetahuan peserta, sikap, dan keterampilan peserta sebelum dan sesudah kegiatan. Instrumen berupa angket tertutup yang disusun berdasarkan indikator capaian kegiatan. Angket disusun menggunakan skala Likert 3 tingkat, yaitu: 1 = tidak setuju; 2 = setuju; 3 = sangat setuju. Indikator pengukuran meliputi: (1) Pengetahuan, mencakup pemahaman peserta mengenai konsep pupuk organik cair, kandungan nutrisi kulit pisang, dan peran *Trichoderma* sp. dalam meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman; (2) Sikap, mencakup minat dan penerimaan peserta terhadap penggunaan POC serta kesediaan peserta menerapkan POC secara mandiri; (3) Keterampilan, mencakup kemampuan peserta dalam menyiapkan bahan, ketepatan tahapan pembuatan POC, dan kemampuan aplikasi POC di lahan. Skor angket dihitung dalam bentuk persentase untuk menggambarkan tingkat capaian masing-masing indikator. Uji validasi instrumen dilakukan melalui validitas isi (*content validity*) dengan melibatkan dosen ahli di bidang proteksi tanaman. Instrumen dinyatakan valid karena seluruh butir pertanyaan telah sesuai dengan tujuan kegiatan dan indikator yang diukur. Uji reliabilitas instrumen dilakukan menggunakan pendekatan konsistensi internal, dengan hasil menunjukkan bahwa instrumen layak digunakan untuk mengukur perubahan pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta.

2.6 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kualitatif dengan mengacu pada model analisis interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña. Pada tahap *open coding*, data hasil observasi, angket, dan wawancara dianalisis untuk menemukan kategori awal, seperti tingkat pemahaman peserta yang beragam, keterampilan teknis yang belum merata, serta motivasi yang cukup tinggi dalam mengikuti kegiatan. Tahap *axial coding* dilakukan dengan mengaitkan antarkategori, misalnya keterbatasan pengetahuan yang berpengaruh terhadap ketidaktepatan proses fermentasi pupuk organik cair sehingga diperlukan pendampingan dan panduan yang lebih jelas. Selanjutnya, pada tahap *selective coding* dirumuskan tema utama yang menunjukkan bahwa kegiatan sosialisasi dan demonstrasi mampu meningkatkan keterampilan peserta sekaligus menumbuhkan kesadaran dalam pemanfaatan limbah organik secara berkelanjutan (Miles *et al.*, 2020).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Kegiatan Bina Desa di Desa Sungai Hanyar diikuti oleh 28 peserta yang merupakan petani cabai dan anggota kelompok tani, warga, dan aparat desa setempat. Tingkat partisipasi peserta tergolong sangat tinggi pada setiap tahapan kegiatan. Sesi sosialisasi dan penyampaian materi teori serta sesi praktik pembuatan pupuk organik cair diikuti oleh seluruh peserta. Selanjutnya, kegiatan pendampingan proses aplikasi ke lahan pertanaman cabai dihadiri oleh 15 peserta dari petani dan evaluasi akhir kembali dihadiri oleh 28 peserta. Tingginya tingkat kehadiran ini menunjukkan antusiasme dan ketertarikan masyarakat terhadap teknologi pupuk organik cair berbasis limbah kulit pisang dan mikroba hayati *Trichoderma* sp. Hasil *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan dan pendampingan pembuatan pupuk organik cair (POC) berbasis limbah kulit pisang yang diperkaya *Trichoderma* sp. efektif dalam meningkatkan kapasitas peserta. Rata-rata skor peserta meningkat dari 50% pada *pre-test* menjadi 84,67% pada *post-test*, atau mengalami peningkatan sebesar 35% poin persentase. Peningkatan terjadi pada seluruh aspek penilaian, terutama pada aspek pengetahuan yang meningkat dari 52% menjadi 89%, diikuti oleh aspek sikap dari 48% menjadi 80%, serta keterampilan praktik dari 50% menjadi 85%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode pelatihan berbasis praktik langsung mampu meningkatkan pemahaman, penerimaan, dan keterampilan peserta secara simultan. Peningkatan kapasitas peserta tersebut tercermin pada hasil aplikasi di lapangan, di mana tanaman cabai Hiyung pada petak perlakuan menunjukkan pertumbuhan yang lebih subur dibandingkan petak kontrol. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi pelatihan teknis dan pendampingan lapangan berkontribusi positif terhadap keberhasilan penerapan teknologi pupuk organik cair di tingkat petani.

Setelah kegiatan penyampaian materi, peserta bersama tim Bina Desa *Hiyung Protection* melakukan persiapan alat dan bahan untuk pembuatan pupuk organik cair. Alat yang digunakan meliputi ember plastik, jerigen fermentasi, pengaduk, saringan, dan botol penyimpanan. Bahan yang digunakan terdiri atas limbah kulit pisang sebagai bahan utama, molase atau larutan gula sebagai sumber energi mikroba, isolat *Trichoderma* sp. yang sudah dikembangkan pada media beras, serta air bersih secukupnya. Seluruh alat dan bahan dipilih berdasarkan ketersediaan lokal agar mudah diterapkan dan direplikasi oleh masyarakat. Kegiatan pembuatan pupuk organik cair diawali dengan sambutan dari Tim Bina Desa *Hiyung Protection*, ketua kelompok dan dosen pendamping, serta Kepala Desa dan ketua kelompok tani. Selanjutnya, penyampaian materi dilakukan oleh narasumber dari tim pengabdian yang menjelaskan manfaat pupuk organik cair, kandungan nutrisi dari limbah kulit pisang, serta peran *Trichoderma* sp. dalam meningkatkan ketahanan tanaman. Setelah sesi teori, kegiatan dilanjutkan dengan praktik langsung pembuatan pupuk organik cair. Peserta terlibat aktif dalam proses pencacahan kulit pisang, pencampuran bahan, penambahan inokulum *Trichoderma* sp., serta penutupan wadah fermentasi.

Proses fermentasi pupuk organik cair berlangsung selama kurang lebih 14 hari dengan pengadukan berkala. Secara visual, pupuk organik cair yang dihasilkan berwarna coklat kehitaman,

memiliki aroma asam segar khas fermentasi, tidak berbau busuk, serta tidak menunjukkan tanda-tanda kontaminasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses fermentasi berjalan dengan baik dan pupuk organik cair layak untuk diaplikasikan pada tanaman cabai Hiyung. Sebagai bentuk implementasi nyata, pupuk organik cair yang telah dihasilkan diaplikasikan langsung pada lahan budidaya cabai Hiyung milik petani. Aplikasi dilakukan dengan membandingkan dua perlakuan, yaitu petak perlakuan yang diberi pupuk organik cair berbasis limbah kulit pisang dan *Trichoderma* sp., serta petak kontrol yang tidak diberi pupuk organik cair dan hanya menggunakan perlakuan budidaya konvensional petani. Pupuk organik cair diaplikasikan secara berkala melalui penyiraman ke media tanam di sekitar perakaran. Dosis yang digunakan 1 liter POC dicampur dengan 10 liter air bersih, kemudian diaduk sampai tercampur dan larutan siap diaplikasikan dengan cara disemprot di permukaan tanaman dan di sekitar batang tanaman cabai.

Monitoring pertumbuhan tanaman dilakukan secara berkala dengan mengamati tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, dan kondisi umum tanaman. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman cabai Hiyung pada petak perlakuan memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan petak kontrol. Tanaman pada petak perlakuan tampak lebih subur, berdaun lebih banyak, berwarna hijau lebih pekat, dan memiliki pertumbuhan batang yang lebih kokoh. Sebaliknya, tanaman pada petak kontrol menunjukkan pertumbuhan yang relatif lebih lambat dan kurang seragam. Pertumbuhan tanaman cabai Hiyung yang lebih subur pada petak perlakuan mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk organik cair berbasis limbah kulit pisang yang diperkaya *Trichoderma* sp. berpotensi meningkatkan ketahanan tanaman. Hal ini diduga berkaitan dengan ketersediaan unsur hara dari hasil fermentasi serta peran *Trichoderma* sp. dalam memperbaiki kondisi rizosfer dan menekan patogen tular tanah. Meskipun hasil yang diperoleh masih bersifat deskriptif, temuan ini memberikan bukti awal bahwa teknologi pupuk organik cair dapat menjadi alternatif yang efektif dan ramah lingkungan bagi petani.

Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan baku pupuk organik cair memberikan manfaat lingkungan berupa pengurangan limbah organik dan penurunan ketergantungan terhadap pupuk kimia sintesis. Namun demikian, kegiatan ini masih memiliki keterbatasan, antara lain belum dilakukan uji laboratorium terhadap kandungan hara (N, P, K), pH, dan populasi *Trichoderma* sp. dalam pupuk organik cair, serta belum adanya pengamatan jangka panjang terhadap hasil panen. Oleh karena itu, diperlukan tindak lanjut berupa pendampingan berkelanjutan dan penelitian lanjutan, yang mana terkendala jarak dan waktu dari program Bina Desa itu sendiri yang hanya berlangsung dalam waktu singkat.



Gambar 1. Dokumentasi kegiatan



Gambar 2. Hasil pengamatan tanaman kontrol (tanpa perlakuan) dan tanaman diberi perlakuan.

3.2 Pembahasan

Desa Sungai Hanyar memiliki potensi sumber daya pertanian yang cukup besar, khususnya pada budidaya cabai Hiyung yang menjadi komoditas unggulan masyarakat. Namun, ketergantungan petani terhadap pupuk anorganik masih tinggi. Penggunaan pupuk kimia secara berkelanjutan memang memberikan respons cepat terhadap pertumbuhan tanaman, tetapi dalam jangka panjang dapat menurunkan kualitas tanah, menyebabkan pemadatan, serta mengganggu keseimbangan biologi tanah akibat residu senyawa kimia yang terakumulasi (Kumala *et al.*, 2023). Kondisi ini mendorong perlunya alternatif teknologi pemupukan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Di sisi lain, Desa Sungai Hanyar menghasilkan limbah organik rumah tangga yang cukup melimpah, salah satunya limbah kulit pisang. Limbah ini selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dan cenderung dibuang, padahal memiliki potensi besar sebagai bahan baku pupuk organik cair (POC).

Kulit pisang diketahui mengandung unsur hara makro dan mikro yang penting bagi tanaman, terutama kalium (K), fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg), serta senyawa organik yang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Pengolahan kulit pisang melalui proses fermentasi menjadi pupuk organik cair mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam bentuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman (Kartana *et al.*, 2023). Keunggulan POC dibandingkan pupuk padat terletak pada kemudahan aplikasi, kecepatan penyerapan, serta kemampuannya dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman secara lebih merata. Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai POC juga memberikan nilai tambah lingkungan, karena dapat mengurangi timbunan limbah organik sekaligus menekan ketergantungan petani terhadap pupuk kimia sintetis (Saputra *et al.*, 2024).

Pengayaan POC dengan mikroba hayati *Trichoderma* sp. memberikan manfaat tambahan yang signifikan. *Trichoderma* sp. berperan sebagai agen hayati yang mampu menekan patogen tular tanah melalui mekanisme kompetisi, antibiosis, dan mikoparasitisme. Selain itu, mikroba ini juga berkontribusi dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara dan merangsang pertumbuhan tanaman melalui produksi enzim serta hormon pertumbuhan (Zin & Badaluddin, 2020). Kombinasi antara nutrisi dari hasil fermentasi kulit pisang dan aktivitas biologis *Trichoderma* sp. menjadikan pupuk organik cair yang dihasilkan tidak hanya berfungsi sebagai sumber hara, tetapi juga sebagai pendukung kesehatan tanaman dan perbaikan kondisi rizosfer.

Hasil evaluasi *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa program Bina Desa mampu meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta secara signifikan. Rata-rata skor peserta meningkat dari 50% menjadi 84,67%, dengan peningkatan tertinggi pada aspek pengetahuan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa metode pelatihan berbasis praktik langsung dan pendampingan lapangan efektif dalam mentransfer teknologi POC kepada petani. Tingginya tingkat partisipasi peserta pada seluruh tahapan kegiatan juga mencerminkan ketertarikan dan kesiapan masyarakat untuk mengadopsi teknologi pupuk organik cair berbasis sumber daya lokal.

Hasil aplikasi POC di lahan menunjukkan bahwa tanaman cabai Hiyung pada petak perlakuan memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan petak kontrol. Tanaman perlakuan tampak lebih subur, berdaun lebih banyak, berwarna hijau lebih pekat, serta memiliki batang yang lebih

kokoh. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penggunaan POC berbahan kulit pisang dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman hortikultura (Kartana *et al.*, 2024; Aulady *et al.*, 2025). Meskipun pengamatan masih bersifat deskriptif, hasil ini memberikan indikasi awal bahwa POC berbasis limbah kulit pisang yang diperkaya *Trichoderma* sp. berpotensi meningkatkan ketahanan dan performa pertumbuhan tanaman cabai Hiyung. Pengamatan dilakukan pada dua bedengan, masing-masing terdiri dari 50 tanaman cabai Hiyung. Bedengan pertama sebagai kontrol tanpa perlakuan, sedangkan bedengan kedua sebagai perlakuan menggunakan POC berbasis kulit pisang yang diperkaya *Trichoderma* sp. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman (cm) dan jumlah daun (helai) selama 6 minggu setelah tanam (MST) yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Rata-rata Tinggi Tanaman Cabai Hiyung (cm)

MST	Kontrol (cm)	Perlakuan (POC + <i>Trichoderma</i> sp.) (cm)
1	5	7
2	9	13
3	14	20
4	18	35
5	22	42
6	25	50
Rata-rata	15,5	27,83

Dari data tersebut terlihat bahwa perlakuan POC + *Trichoderma* sp. secara konsisten meningkatkan tinggi tanaman dibanding kontrol. Pada minggu pertama, perbedaan masih kecil (7 cm vs 5 cm), tetapi mulai minggu ke-4 perbedaan menjadi signifikan (35 cm vs 18 cm) hingga minggu ke-6, di mana tanaman perlakuan mencapai 50 cm, sedangkan kontrol hanya 25 cm. Hasil ini menandakan adanya efek kumulatif dari pemberian nutrisi POC dan aktivitas biologis *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman.

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Cabai Hiyung

MST	Kontrol	Perlakuan (POC + <i>Trichoderma</i> sp.)
1	4	6
2	7	11
3	11	17
4	15	23
5	18	28
6	21	32
Rata-rata	12,67	19,5

Dari data di atas, perbedaan jumlah daun antara perlakuan dan kontrol meningkat seiring waktu. Pada minggu pertama, perlakuan memiliki 6 daun rata-rata, kontrol 4 daun. Hingga minggu keenam, perlakuan memiliki 32 daun rata-rata, kontrol hanya 21 daun. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian POC berbasis kulit pisang yang diperkaya *Trichoderma* sp. tidak hanya mempercepat pertumbuhan tinggi tanaman, tetapi juga merangsang pembentukan daun lebih banyak, yang berkontribusi pada kapasitas fotosintesis dan biomassa tanaman. Selain itu, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pupuk organik cair yang diperkaya *Trichoderma* sp. tidak hanya meningkatkan pertumbuhan vegetatif, tetapi juga berperan dalam memperbaiki kualitas tanah. *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan aktivitas mikroba tanah, mempercepat dekomposisi bahan organik, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial bagi tanaman (Abror & Harjo, 2018; Ikawati *et al.*, 2025). Pemberian POC berbasis limbah organik juga dilaporkan mempercepat pembentukan daun dan memperkuat batang tanaman, sehingga mendukung fotosintesis yang lebih optimal dan meningkatkan biomassa tanaman secara keseluruhan (Sinaga *et al.*, 2024; Kusumatuti *et al.*, 2024). Dengan demikian, pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan POC yang diperkaya *Trichoderma*

sp. tidak hanya memberikan manfaat langsung terhadap pertumbuhan cabai Hiyung, tetapi juga memberikan efek jangka panjang terhadap kesuburan tanah dan keberlanjutan budidaya hortikultura di Desa Sungai Hanyar (Imeldiana *et al.*, 2022).

Program ini memberikan manfaat ganda, yaitu pengelolaan limbah organik secara ramah lingkungan dan peningkatan kapasitas petani dalam menerapkan teknologi pertanian berkelanjutan. Namun demikian, kegiatan ini masih memiliki keterbatasan, antara lain belum dilakukannya analisis laboratorium terhadap kandungan hara (N, P, K), pH, serta populasi *Trichoderma* sp. dalam POC, dan belum adanya data kuantitatif terkait hasil panen jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan tindak lanjut berupa pendampingan berkelanjutan dan penelitian lanjutan untuk memperkuat bukti ilmiah serta mendorong adopsi teknologi pupuk organik cair secara lebih luas di tingkat petani. Hasil dari pelaksanaan pelatihan pembuatan pupuk organik cair (POC) berbasis limbah kulit pisang yang diperkaya *Trichoderma* sp. sebagai upaya pemanfaatan limbah organik diperoleh melalui angket evaluasi kegiatan dan respons peserta terhadap pelatihan tersebut. Data yang diperoleh selanjutnya diolah untuk mengetahui tingkat keberhasilan kegiatan berdasarkan beberapa indikator yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Indikator Keberhasilan Kegiatan

Indikator	Kurang Setuju (org/%)	Setuju (org/%)	Sangat Setuju (org/%)
Kesesuaian materi dengan tema POC dan pembawaan materi	0 (0%)	4 (14,3%)	24 (85,7%)
Kegiatan menambah wawasan tentang pupuk organik cair	0 (0%)	3 (10,7%)	25 (89,3%)
Ketertarikan peserta dalam menerapkan pembuatan POC berbasis kulit pisang	0 (0%)	7 (25,0%)	21 (75,0%)
Kemudahan dan kejelasan pelaksanaan kegiatan	0 (0%)	6 (21,4%)	22 (78,6%)
Manfaat POC bagi pertumbuhan dan ketahanan tanaman cabai	0 (0%)	6 (21,4%)	22 (78,6%)
Peningkatan keterampilan peserta dalam pembuatan dan aplikasi POC	0 (0%)	4 (14,3%)	24 (85,7%)

Berdasarkan data hasil angket sebagai respons peserta dalam kegiatan pelatihan pembuatan pupuk organik cair (POC) berbasis limbah kulit pisang yang diperkaya *Trichoderma* sp., didapatkan bahwa penyampaian materi dan ketepatan pembawaan materi sangat jelas dan mudah dipahami. Hal ini tercermin dari hasil angket, di mana 85,7% peserta menyatakan sangat setuju bahwa materi yang disampaikan sesuai dengan tema dan mudah dipahami. Pada indikator penambahan wawasan, mayoritas peserta juga menunjukkan respons positif, dengan 89,3% peserta sangat setuju bahwa pelatihan memberikan pengetahuan baru mengenai pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai pupuk organik cair dan peran *Trichoderma* sp. dalam meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman cabai Hiyung. Indikator ketertarikan peserta terhadap praktik pembuatan POC menunjukkan bahwa 75% peserta sangat setuju dan 25% setuju, yang menandakan bahwa hampir seluruh peserta tertarik untuk mempraktikkan pembuatan pupuk organik cair secara langsung. Kemudahan kegiatan juga dinilai tinggi, di mana 78,6% peserta sangat setuju, menunjukkan bahwa metode penyampaian materi dan sesi praktik cukup menarik dan interaktif bagi peserta. Manfaat POC yang dihasilkan juga dirasakan langsung oleh peserta. Hasil angket menunjukkan 78,6% peserta sangat setuju bahwa pupuk organik cair memiliki manfaat nyata bagi pertumbuhan tanaman, perbaikan kondisi media tanam, dan potensi peningkatan ketahanan tanaman terhadap patogen. Sedangkan untuk peningkatan keterampilan peserta, 85,7% peserta sangat setuju bahwa pelatihan ini berhasil meningkatkan kemampuan mereka dalam memproduksi dan mengaplikasikan POC yang berkualitas. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan pembuatan POC berbasis limbah kulit pisang dan *Trichoderma* sp. di Desa Sungai Hanyar berjalan dengan sangat baik. Peserta memperoleh wawasan baru, termotivasi untuk menerapkan teknologi pupuk organik cair,

dan mendapatkan keterampilan praktis yang dapat langsung digunakan untuk meningkatkan ketahanan dan produktivitas tanaman cabai Hiyung. Temuan ini konsisten dengan hasil monitoring di lapangan, di mana tanaman pada petak perlakuan tumbuh lebih subur dibandingkan kontrol, menegaskan efektivitas POC sebagai alternatif pupuk ramah lingkungan.

4. Kesimpulan

Pelaksanaan kegiatan Bina Desa di Desa Sungai Hanyar menunjukkan bahwa pelatihan dan pendampingan pembuatan pupuk organik cair (POC) berbasis limbah kulit pisang yang diperkaya *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan kapasitas petani cabai dalam aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang diterapkan mendorong keterlibatan aktif masyarakat pada seluruh tahapan kegiatan, sehingga proses transfer teknologi dapat berlangsung secara efektif dan sesuai dengan kebutuhan petani. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta yang signifikan, ditandai dengan kenaikan nilai rata-rata dari 50% pada *pre-test* menjadi 84,67% pada *post-test*. Peningkatan tersebut tercermin pada kemampuan peserta dalam memproduksi dan mengaplikasikan POC secara mandiri. Hasil aplikasi di lapangan menunjukkan bahwa tanaman cabai Hiyung pada petak perlakuan memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan petak kontrol, dengan kondisi tanaman yang lebih subur dan pertumbuhan vegetatif yang lebih optimal.

Selain berdampak pada peningkatan kapasitas petani, kegiatan ini juga memberikan kontribusi positif terhadap pengelolaan lingkungan melalui pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan baku pupuk organik cair. Meskipun hasil yang diperoleh masih bersifat deskriptif dan belum didukung oleh pengujian laboratorium serta data hasil panen jangka panjang, kegiatan ini menunjukkan potensi POC berbasis limbah organik dan *Trichoderma* sp. sebagai alternatif teknologi pemupukan yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pendampingan berkelanjutan dan evaluasi lanjutan untuk mendukung keberlanjutan penerapan teknologi ini di tingkat petani.

5. Ucapan Terima Kasih

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada Universitas Lambung Mangkurat, khususnya Tim Mobilitas Kegiatan Belajar Terpadu (MKBT) yang telah memberikan dukungan serta dana hibah melalui program Bina Desa sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik dan sesuai harapan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Sungai Hanyar, dosen pendamping, kelompok tani, para sponsor, serta seluruh peserta dan pihak yang telah berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan kegiatan ini sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan.

6. Daftar Pustaka

- Abror, A., & Harjo, S. (2018). Pengaruh *Trichoderma* sp. terhadap aktivitas mikroba tanah dan pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 46(2), 123–132.
- Andrian, R. (2024). Penerapan sistem irigasi tetes terhadap peningkatan produktivitas dan efisiensi air pada budidaya cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Teknologi dan Ilmu Pertanian*, 2(1), 21–27. <https://doi.org/10.54209/tip.v2i01.389>

- Aurora, D. N., Betas, D. F., Matondang, R. H., & Purnamasari, O. (2025). Pupuk organik cair sebagai alternatif pengganti pupuk kimia pada pertanian modern. *Prosiding Seminar Nasional LPPM UMJ*, 22(10), 1–4.
- Aulady, N. A., Sularno, Rosdiana, Putri, D., & Wulandari, Y. A. (2025). Pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) pisang kepok terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 9(1), 30–35.
- Ayamilah, Y., Hariyono, K., Kuntadi, E. B., Utami, R. A., Resmi, A. D., Ramadhan, A., & Akbar, M. M. I. (2024). Pemberdayaan Sanggar Tani Muda melalui pelatihan pembuatan *Trichoderma* di Desa Sukowiryo Kecamatan Jelbuk Kabupaten Jember. *Jurnal Abdi Insani*, 11(3), 868–876. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i3.1859>
- Badan Pusat Statistik Kalimantan Selatan. (2024). *Produksi tanaman sayuran dan buah-buahan semusim menurut kabupaten/kota dan jenis tanaman di Provinsi Kalimantan Selatan*. <https://kalsel.bps.go.id/id/statistics-table/3/ZUhFd1JtZzJWVVpqWTJsV05XTllhVmhRSzFoNFFUMDkjMw==/produksi-tanaman-sayuran-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-kalimantan-selatan--2022.html?year=2024>
- Chen, X., Lu, Y., Liu, X., Gu, Y., & Li, F. (2025). *Trichoderma*: Dual roles in biocontrol and plant growth promotion. *Microorganisms*, 13(8), 1840. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13081840>.
- Dhaifulloh, A. D., Khayumi, B. I., Tirtayuda, D., & Radianto, D. O. (2024). Dampak penggunaan pestisida kimia terhadap kualitas tanah dan air sungai di daerah pertanian. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 197–208.
- Dohona, N. H. (2025). Pengaruh Pupuk Alami Dari Air Kulit Pisang Terhadap Perkecambahan Benih Jagung (*Zea Mays*). *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 2(2), 72–77. <https://doi.org/10.70134/penarik.v2i2.617>.
- Hanafiah, A., Gultom, P., Ferdiansyah, R., & Tambunan, A. A. (2025). Model Pengelolaan Pertanian Cabai Merah Untuk Mendukung Hilirisasi Guna Meningkatkan Perekonomian Wilayah Yang Berkelanjutan Di Kabupaten Batu Bara. *Benefit: Journal of Bussiness, Economics, and Finance*, 3(3), 249–262. <https://doi.org/10.70437/benefit.v3i3.1578>.
- Heriyanto. (2020). Kajian pengendalian penyakit layu *Fusarium oxysporum* dengan *Trichoderma* sp. pada tanaman cabai. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 26(2), 26–35. <https://doi.org/10.55259/jiip.v26i2.99>
- Ihkwanisa, N., Nugraheni, I. A., Kurniawati, T., & Mindrati, D. (2023). Uji antagonis *Trichoderma* spp. terhadap layu *Fusarium* tanaman cabai (*Capsicum annum*). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 22(1), 244–252.
- Ikawati, R., Putri, A., & Santoso, D. (2025). Peran *Trichoderma* sp. dalam meningkatkan kesuburan tanah dan ketersediaan hara pada tanaman cabai. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 19(1), 45–56.
- Imeldiana, D., Rahmawati, S., & Purnomo, A. (2022). Pemanfaatan limbah organik rumah tangga untuk pupuk organik cair dan dampaknya terhadap keberlanjutan budidaya hortikultura. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 10(2), 55–64.

- Jemian, K. K. (2024). Efektivitas pupuk organik cair limbah kulit singkong, batang pisang, dan *Azolla* terhadap pertumbuhan dan hasil pakcoy. *Innofarm: Jurnal Inovasi Pertanian*, 28(2). <https://doi.org/10.33061/innofarm.v28i2.12679>
- Kartana, S. N., Nurhadiah, N., & Rahman, H. (2024). Pengaruh Pupuk Cair (POC) Kulit Pisang Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Terung Ungu Pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *PIPER*, 20(1), 10-19. <https://doi.org/10.51826/piper.v20i1.1109>
- Kartana, S. N., Putriwani, P., & Fitriani, B. (2023). Pengaruh pupuk organik cair kulit buah pisang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal PIPER*, 19(1).
- Kusumatuti, R., Widodo, H., & Lestari, P. (2024). Efek pemberian pupuk organik cair pada pembentukan daun dan penguatan batang tanaman cabai. *Jurnal Agroekoteknologi*, 15(2), 87–96.
- Mutmainnah, Nyompa, S., Musyawarah, R., Rasjusti, N. I., & Yoga, G. H. (2025). Edukasi pembuatan pupuk organik cair (POC) dari sampah dapur di SMP Islam Athirah Bone. *SMART: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 122–129.
- Nadira, & Chatri, M. (2024). Penggunaan *Trichoderma* sp. sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman: Literature review. *Prosiding SEMNASBIO*, 1(1), 564–576.
- Padapi, A., Mursalat, A., & Hasbi, A. R. (2022). Disparitas cabai rawit merah di Indonesia. *AGRIOVET*, 5(1), 134–148.
- Ramdani, K. (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Untuk Menghasilkan Pupuk Organik Cair (POC): Utilization of Banana Peel Waste to Produce Liquid Organic Fertilizer. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan Terpadu*, 2(1), 1-7. <https://doi.org/10.53579/jitkt.v2i1.13>
- Renfiyeni, Afrini, D., Mahmud, Nelvi, Y., Harissatria, Surtina, D., & Elinda, F. (2023). Pengendalian hama dan penyakit tanaman cabai serta nilai ambang ekonomi di Nagari Paninggahan, Kecamatan Junjung Sirih, Kabupaten Solok. *Community Development Journal*, 4(2), 4952–4961.
- Saputra, R. D., Izzuddin, M. H., & Sari, W. A. (2024). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) di Desa Timpik Kabupaten Semarang. *Jurnal Bina Desa*, 6(3), 389-395. <https://doi.org/10.15294/jurnalbinadesa.v6i3.13125>
- Sinaga, E., Hutapea, M., & Siregar, R. (2024). Pengaruh pupuk organik cair berbasis limbah organik terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman hortikultura. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 14(3), 201–210.
- Singh, R., Kumar, P., & Sharma, A. (2025). A review on the overview of *Trichoderma*—A versatile biocontrol agent and plant growth promotor. *Frontiers in Environmental Microbiology*.
- Suryadi, D., Suprihatin, D. N., Suhita, C. P., Setyaningrum, D., Hantari, D., Paryanto, E., ... & Ningsih, H. (2025). Analisis Kelayakan Usaha Tani Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.) di Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 7(02), 773-784. <https://doi.org/10.53863/kst.v7i02.1852>

- Tarihoran, S., Febriyossa, A., Ginting, G., & Pohan, M. (2025). Dampak penggunaan pestisida kimia pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) dan organisme tanah yang dikaji dalam penerapan prinsip bioetika. *Jurnal Agro Indragiri*, 10(2), 11–20. <https://doi.org/10.32520/jai.v10i2.3349>
- Triyanto, Y., Manurung, A. Q., & Arleyes. (2025). Respon pemberian pupuk organik cair kulit pisang dan *Mucuna bracteata* terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). *Jurnal Agroplasma*, 1(2), <https://doi.org/10.36987/agr.v1i2.129>.
- Wicaksono, D., & Kafiya, M. (2022). Penghambatan Berbagai Isolat *Trichoderma* sp. Terhadap Perkecambahan Spora *Colletotrichum* sp. *Jurnal Agro Wiralodra*, 5(1), 20-27. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v5i1.74>.
- Zin, N. A., & Badaluddin, N. A. (2020). Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. *Annals of agricultural sciences*, 65(2), 168-178. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.09.003>.