



Inovasi Insektisida Organik Berbahan Eco Enzyme Untuk Penguatan UMKM Pertanian – LPPNU Tani Sejahtera

¹Wahyuni Ningsih, ²Noor Isnaini Azkiya, ³Anugrah Windy Mustikarini, ⁴Lintang Alivia Anggerta, ⁵Ariani, ⁶Zakijah Irfin

¹²³⁴⁵⁶Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang

wahyuni_04@polinema.ac.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 9 th October 2026 Revised: 6 th April 2026 Published: 3 th May 2026	<i>Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in the agricultural sector face challenges in implementing environmentally friendly and cost-effective pest control. The use of synthetic pesticides has negative impacts on health and the environment. This community service activity aims to enhance farmers' knowledge and skills in producing organic insecticides made from eco-enzyme as an alternative to synthetic pesticides. The activity was carried out in three stages: preparation (equipment and materials setup, communication material design, and evaluation instrument development), implementation (socialization, demonstration, and hands-on practice), and post-implementation (evaluation and dissemination). The effectiveness was evaluated using pretest-posttest and participant satisfaction questionnaires. The results showed a significant increase of 150% in participants' knowledge, from an average score of 26.67 to 66.67. The satisfaction questionnaire indicated that 84% of respondents gave positive feedback on the activity. The training program successfully improved MSMEs' capacity in producing organic insecticides and provided an environmentally friendly alternative solution for pest control.</i>
Keywords: Eco Enzyme; Organic Insecticide; Agricultural MSMEs; Sustainable Agriculture.	

Informasi Artikel	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 9 Oktober 2026 Direvisi: 6 April 2026 Dipublikasi: 3 Mei 2026	UMKM di sektor pertanian menghadapi tantangan dalam pengendalian hama yang ramah lingkungan dan ekonomis. Penggunaan pestisida sintetis menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam pembuatan insektisida organik berbahan dasar eco enzyme sebagai alternatif pestisida sintetis. Kegiatan dilaksanakan melalui tiga tahapan: persiapan (penyiapan alat-bahan, desain materi komunikasi, dan penyusunan instrumen evaluasi), pelaksanaan (sosialisasi, demonstrasi, dan praktik langsung), serta pasca pelaksanaan (evaluasi dan diseminasi). Evaluasi efektivitas menggunakan pretest-posttest dan kuesioner kepuasan peserta. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pengetahuan peserta sebesar 150% dari skor rata-rata 26,67 menjadi 66,67. Kuesioner kepuasan menunjukkan 84% responden memberikan penilaian positif terhadap kegiatan. Program pelatihan berhasil meningkatkan kapasitas UMKM dalam pembuatan insektisida organik dan memberikan solusi alternatif yang ramah lingkungan untuk pengendalian hama.
Kata kunci Eco Enzyme; Insektisida Organik; UMKM pertanian; Pertanian berkelanjutan.	

PENDAHULUAN

Sektor pertanian Indonesia menghadapi berbagai tantangan dalam upaya peningkatan produktivitas, salah satunya adalah pengendalian hama dan penyakit tanaman. Penggunaan

pestisida sintetis yang masif telah menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan dan kesehatan manusia, termasuk kontaminasi tanah dan air, kerusakan ekosistem, serta risiko kesehatan bagi petani dan konsumen (Adhi & Rianti, 2023; Sinambela, 2024; Supriyanto et al., 2021; Susanti et al., 2020). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap pestisida sintetis dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, mulai dari gangguan endokrin hingga peningkatan risiko kanker (Cavalier et al., 2023; Kahn et al., 2020; Kumar et al., 2020). Resistensi hama terhadap pestisida sintetis juga semakin meningkat, sehingga diperlukan alternatif pengendalian yang lebih berkelanjutan (Liang et al., 2025; Masiulionis & Samuels, 2025). Menurut data terkini, lebih dari 600 spesies serangga telah mengembangkan resistensi terhadap satu atau lebih jenis pestisida, yang menyebabkan peningkatan dosis aplikasi dan frekuensi penyemprotan (Liang et al., 2025). Kondisi ini tidak hanya meningkatkan biaya produksi pertanian, tetapi juga memperburuk dampak negatif terhadap lingkungan.

Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) di sektor pertanian, khususnya petani skala kecil, menghadapi kendala ekonomis dalam pengadaan pestisida komersial yang harganya semakin mahal. Hal ini mendorong perlunya inovasi pembuatan pestisida alternatif yang ekonomis, mudah dibuat, dan ramah lingkungan. Biopestisida sebagai alternatif pestisida sintetis telah terbukti memiliki toksisitas rendah terhadap mamalia dan lingkungan (Ayilara et al., 2023; Daraban et al., 2023; Soyel et al., 2022). Salah satu solusi yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan eco enzyme sebagai bahan dasar pembuatan insektisida organik.

Eco enzyme merupakan larutan kompleks yang dihasilkan dari fermentasi limbah organik segar, gula, dan air dengan perbandingan tertentu. Produk fermentasi ini mengandung berbagai enzim, asam organik, dan senyawa bioaktif yang memiliki sifat antimikroba dan dapat dimanfaatkan sebagai pestisida alami. Keunggulan eco enzyme antara lain mudah dibuat dengan bahan-bahan yang tersedia di lingkungan sekitar, ramah lingkungan, dan memiliki efektivitas yang cukup baik dalam pengendalian hama (Nurlatifah et al., 2022; Rukmini & Astuti Herawati, 2023; Viona Setiawan et al., 2025).

LPPNU (Lembaga Pengembangan Pertanian Nahdlatul Ulama) Tani Sejahtera yang ada di Desa Duwet, Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang, Jawa Timur merupakan salah satu organisasi yang bergerak dalam pemberdayaan petani dan pengembangan pertanian berkelanjutan. Mitra ini memiliki anggota petani yang aktif dalam kegiatan budidaya tanaman, namun masih menghadapi kendala dalam pengendalian hama secara ramah lingkungan. Berdasarkan hasil survei awal, sebagian besar petani anggota masih mengandalkan pestisida sintetis karena keterbatasan pengetahuan tentang alternatif pengendalian hama organik. Di sisi lain, mitra memiliki potensi sumber daya berupa hasil perkebunan sayur yang berlimpah, namun limbahnya belum dimanfaatkan secara optimal dan cenderung terbuang. Oleh karena itu, diusulkan kegiatan pengabdian berupa pembuatan eco enzyme dengan memanfaatkan limbah sayur tersebut, bahkan dikombinasikan dengan limbah rumah tangga organik, sehingga tidak hanya mendukung pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan, tetapi juga menghasilkan produk bernilai ekonomis bagi masyarakat.

Program pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk memberikan solusi praktis melalui pelatihan pembuatan insektisida organik berbahan dasar eco enzyme. Tujuan kegiatan ini adalah: (1) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam pembuatan eco enzyme dan insektisida organik, (2) memberikan alternatif solusi pengendalian hama yang ramah lingkungan dan ekonomis, dan (3) mendukung pengembangan pertanian berkelanjutan di lingkungan LPPNU Tani Sejahtera.

METODE

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada 9 Agustus 2025 di LPPNU Tani Sejahtera Desa Duwet Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian ini yaitu:

Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi penyiapan alat dan bahan yang diperlukan untuk demonstrasi pembuatan eco enzyme dan insektisida organik. Alat yang disiapkan terdiri dari talenan, pisau, timbangan, gelas ukur, toples plastik, mangkok besar, pengaduk, solasi, dan botol spray 100 ml. Bahan yang diperlukan meliputi gula merah, limbah organik segar, dan air dengan perbandingan 1:3:10 sesuai dengan protokol standar pembuatan eco enzyme (Nurlatifah et al., 2022). Tim juga menyiapkan materi komunikasi berupa flyer informatif yang memuat tahapan pembuatan eco enzyme dan aplikasinya sebagai insektisida organik. Desain label botol dan kemasan produk juga dipersiapkan untuk memberikan nilai tambah pada produk hasil pelatihan. Selain itu, tim menyusun instrumen evaluasi berupa soal pretest dan posttest untuk mengukur efektivitas pelatihan, serta kuesioner kepuasan peserta.

Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan pembukaan resmi dan sambutan dari perwakilan tim pengabdian serta pihak mitra. Selanjutnya, sebanyak 5 peserta mengerjakan pretest untuk mengukur tingkat pengetahuan awal tentang eco enzyme dan insektisida organik. Tahap sosialisasi dilakukan melalui pemaparan materi tentang konsep dasar eco enzyme, proses fermentasi, manfaatnya sebagai insektisida organik, serta teknik aplikasi yang tepat. Materi disampaikan dengan pendekatan partisipatif yang memungkinkan interaksi aktif dengan peserta, sejalan dengan prinsip pembelajaran andragogi yang menekankan pengalaman peserta sebagai sumber pembelajaran ('Amalia Azis, 2022; Ningsih et al., 2024, 2025). Demonstrasi dan praktik langsung merupakan komponen utama kegiatan ini. Tim pengabdian bersama mahasiswa memfasilitasi peserta untuk membuat eco enzyme secara langsung. Setiap peserta terlibat aktif dalam proses pencacahan limbah organik, pencampuran bahan, dan pengemasan dalam wadah fermentasi. Kegiatan ditutup dengan sesi tanya jawab, posttest, dan pengisian kuesioner evaluasi. Peserta juga menerima souvenir berupa botol insektisida organik yang telah dikemas dengan label yang menarik.

Tahap Pasca Pelaksanaan

Tahap pasca pelaksanaan meliputi analisis hasil pretest-posttest menggunakan statistik deskriptif, analisis kuesioner kepuasan peserta, serta penyusunan laporan kegiatan. Selain itu, tim juga melakukan diseminasi hasil melalui artikel media massa, unggah video pelaksanaan di media online, dan artikel jurnal pengabdian.

Metode Evaluasi

Evaluasi efektivitas kegiatan menggunakan desain pretest-posttest untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta. Soal pretest dan posttest yang diberikan masing-masing terdiri dari 10 butir soal dengan sebaran soal yang sama. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan menghitung rata-rata dan persentase peningkatan. Kepuasan peserta diukur menggunakan kuesioner dengan skala Likert 4 poin (sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), setuju (S), sangat setuju (SS)). Model evaluasi ini mengadopsi Level 1 (Reaction) dan Level 2 (Learning) dari Kirkpatrick's Four-Level Training Evaluation Model yang telah terbukti efektif dalam mengukur dampak pelatihan (Anoop Gurunathan A, 2025; Hoppmann et al., 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Kegiatan

Sebelum masuk ke materi inti, peserta mengikuti pretest untuk mengukur tingkat pengetahuan awal mereka tentang insektisida organik dan eco enzyme. Implementasi pretest ini sesuai dengan model evaluasi Kirkpatrick yang menekankan pentingnya mengukur baseline pengetahuan peserta sebelum pelatihan dimulai (Anoop Gurunathan A, 2025; Hoppmann et al., 2025). Hasil pretest ini nantinya dibandingkan dengan hasil posttest untuk mengukur efektivitas pelatihan. Sesi pengerjaan soal pretest ditunjukkan pada Gambar 1.

Tahap sosialisasi dan pemaparan materi pelatihan dilakukan dengan metode presentasi interaktif, dimana tim pengabdian menyampaikan konsep dasar eco enzyme, manfaatnya sebagai bahan dasar insektisida organik, serta teknik pembuatan yang tepat. Materi disampaikan dengan pendekatan partisipatif yang memungkinkan peserta untuk aktif bertanya dan berdiskusi. Pembelajaran transformatif yang menekankan pada pengalaman dan dialog kritis membantu peserta memahami konteks sosial dan lingkungan dari praktik pertanian berkelanjutan. Dokumentasi pemaparan materi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Dokumentasi peserta mengerjakan pretest

Demonstrasi pelatihan menjadi bagian paling penting dalam kegiatan ini, dimana tim pengabdian yang dibantu mahasiswa melakukan praktik langsung pembuatan eco enzyme. Peserta tidak hanya mengamati, tetapi juga terlibat aktif dalam proses pembuatan. Metode *learning by doing* ini sangat efektif dalam pelatihan keterampilan teknis karena memungkinkan peserta memperoleh pengalaman langsung. Demonstrasi pelatihan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Pemaparan Materi Tentang Pembuatan Eco Enzym dan Insektisida

Sesi diskusi dan tanya jawab memberikan ruang bagi peserta untuk mengklarifikasi konsep yang belum dipahami dan berbagi pengalaman terkait permasalahan hama tanaman yang mereka hadapi. Sesi ini juga menjadi momentum untuk membahas adaptasi teknik pembuatan

insektisida organik sesuai dengan kondisi lokal dan jenis tanaman yang dibudidayakan peserta. Kegiatan ditutup dengan posttest dan pengisian kuesioner evaluasi untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta serta mendapatkan *feedback* tentang pelaksanaan kegiatan. Dokumentasi peserta mengerjakan soal posttest dan mengisi kuesioner ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Demonstrasi Pelatihan Pembuatan Eco Enzym dan Praktik Langsung oleh Peserta



Gambar 4. Peserta mengerjakan soal posttest dan mengisi kuesioner

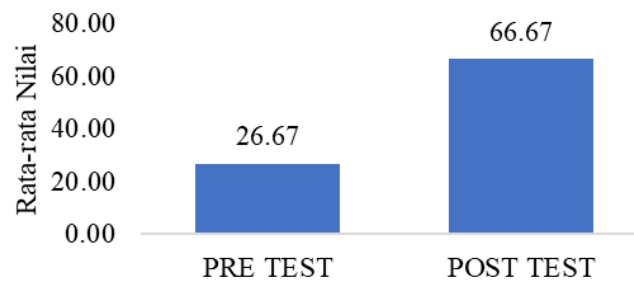
Selesai kegiatan pelatihan, dilanjutkan dengan tanda tangan berita acara pelaksanaan kegiatan oleh perwakilan mitra. Setelah itu, dilakukan dokumentasi akhir berupa foto bersama untuk seluruh tim pengabdian dan peserta dari mitra seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Dokumentasi di Akhir Kegiatan

Hasil Evaluasi Pengetahuan Peserta

Hasil evaluasi pretest-posttest menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pengetahuan peserta tentang pembuatan insektisida organik berbahan dasar eco enzyme. Rata-rata nilai untuk skala 0-100 pada pretest sebesar 26,67 meningkat menjadi 66,67 pada posttest, yang menunjukkan peningkatan sebesar 40 poin atau 150% dari nilai awal. Hal ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Rata-rata Nilai Pretest dan Posttest Peserta Pelatihan (skala 0-100)

Peningkatan nilai yang substansial ini mengindikasikan bahwa metode pelatihan yang diterapkan sangat efektif dalam mentransfer pengetahuan kepada peserta. Nilai pretest yang relatif rendah menunjukkan bahwa sebelum pelatihan, pengetahuan peserta tentang eco enzyme dan insektisida organik masih terbatas. Hal ini memvalidasi relevansi dan kebutuhan akan program pelatihan ini.

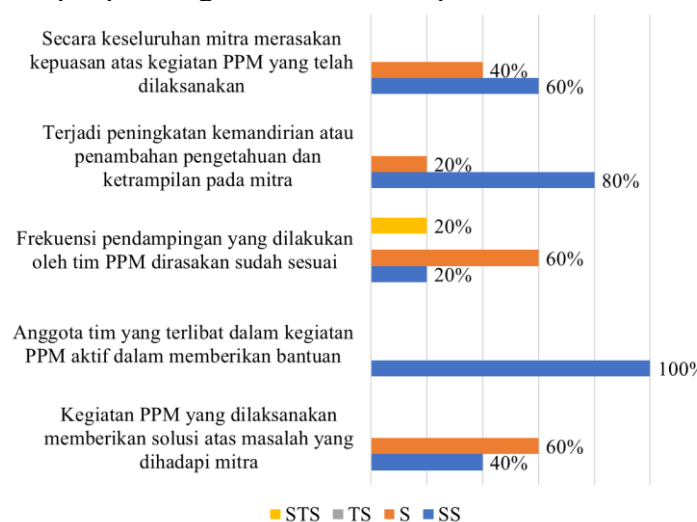
Pendekatan yang menggabungkan teori dengan demonstrasi dan praktik langsung terbukti dapat meningkatkan retensi materi dan kemampuan aplikatif peserta. Meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa pelatihan dengan komponen praktik langsung memiliki effect size 0.75-0.90, yang dikategorikan sebagai dampak tinggi terhadap pembelajaran (Burch et al., 2019). Nilai posttest yang mencapai 66,67 dari skala maksimal menunjukkan bahwa peserta telah memiliki pemahaman yang cukup baik untuk dapat mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh dalam praktik budidaya mereka. Hal ini memberikan indikasi positif terhadap keberlanjutan program dan kemampuan peserta untuk mengimplementasikan teknologi yang telah dipelajari.

Hasil Evaluasi Kepuasan Peserta

Analisis kuesioner kepuasan menunjukkan respon yang positif dari peserta terhadap pelaksanaan kegiatan. Sebanyak 60% responden menyatakan sangat setuju dan 40% setuju bahwa kegiatan pengabdian secara keseluruhan memberikan manfaat. Hasil kuesioner disajikan dalam bentuk diagram batang seperti pada Gambar 7.

Pada aspek peningkatan kemandirian dan keterampilan, 80% menyatakan sangat setuju dan 20% setuju. Aspek yang mendapat apresiasi tertinggi adalah keaktifan tim pengabdian dalam memberikan bantuan, dimana seluruh responden (100%) menyatakan sangat setuju. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan yang digunakan tim berhasil menciptakan lingkungan pembelajaran yang kondusif dan supportif bagi peserta. Penelitian menunjukkan bahwa dukungan fasilitator yang aktif merupakan faktor kunci dalam keberhasilan program pelatihan komunitas (Junaidi et al., 2022).

Namun demikian, terdapat aspek yang perlu perbaikan yaitu frekuensi pendampingan, dimana 20% responden menilai sangat tidak setuju (STS). Hal ini menjadi catatan penting untuk perbaikan program di masa mendatang, khususnya dalam hal kontinuitas pendampingan pasca pelatihan. Secara keseluruhan, 84% responden memberikan penilaian positif (S atau SS) terhadap kegiatan yang dilaksanakan. Meskipun terdapat 16% responden yang memberikan penilaian negatif (STS), tidak adanya responden yang menyatakan tidak setuju menunjukkan bahwa kegiatan ini tetap dipandang bermanfaat oleh peserta.



Gambar 7. Hasil Kuesioner Kepuasan Mitra pada Pelatihan Pembuatan Eco Enzym untuk Insektisida

Implikasi Program terhadap Penguatan UMKM

Program pelatihan ini memberikan kontribusi signifikan terhadap penguatan kapasitas UMKM pertanian dalam beberapa aspek:

1. peningkatan pengetahuan dan keterampilan teknis dalam pembuatan insektisida organik memberikan alternatif solusi yang ekonomis untuk pengendalian hama. Hal ini dapat mengurangi ketergantungan petani terhadap pestisida sintetis yang harganya mahal.
2. pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku eco enzyme membuka peluang diversifikasi usaha bagi petani untuk mengembangkan produksi insektisida organik sebagai sumber pendapatan tambahan. Transformasi limbah organik menjadi produk bernilai ekonomi seperti eco enzyme dapat menciptakan model bisnis baru yang *sustainable* dan *profitable*.
3. program ini berkontribusi terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 2 (Zero Hunger), SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*), dan SDG 15 (*Life on Land*) melalui promosi praktik pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Farooq, 2023).

Implikasi ini tercermin juga dari jawaban peserta pada pertanyaan terbuka di lembar kuesioner. Contoh kutipan jawaban peserta disajikan pada Gambar 8.

Jawablah secara singkat dan jelas.

1. Pendapat tentang kegiatan PPM yang dilaksanakan
 sangat membantu pertanian di desa
2. Kontribusi yang diberikan oleh mitra pada kegiatan PPM
 untuk meningkatkan pertanian di desa.
3. Saran atas kegiatan PPM
 teruskan

Gambar 8. Contoh Jawaban Peserta pada Lembar Kuesioner Kepuasan Mitra pada Kegiatan Pengabdian Pembuatan Eco Enzym untuk Insektisida

Tantangan dan Solusi

Beberapa tantangan yang diidentifikasi selama pelaksanaan program antara lain:

1. Variasi tingkat pendidikan peserta yang mempengaruhi kecepatan penyerapan materi. Heterogenitas latar belakang pendidikan peserta (dari lulusan SD hingga SMA) memerlukan strategi komunikasi yang adaptif dan penggunaan bahasa yang sederhana namun tetap akurat secara teknis.
2. Keterbatasan waktu fermentasi yang memerlukan kesabaran dalam proses produksi eco enzyme. Proses fermentasi eco enzyme memerlukan waktu minimal 3 bulan untuk menghasilkan produk optimal, yang dapat menjadi hambatan bagi petani yang terbiasa dengan pestisida sintetis yang siap pakai.
3. Kebutuhan pendampingan berkelanjutan untuk memastikan keberlanjutan implementasi teknologi. Transisi dari pestisida sintetis ke biopestisida memerlukan periode adaptasi dan monitoring yang intensif.

Solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan tersebut meliputi:

1. Pengembangan modul pelatihan dengan pendekatan multi-level sesuai karakteristik peserta, menggunakan berbagai media pembelajaran (visual, audio, *hands-on*) untuk mengakomodasi berbagai gaya belajar. Solusi ini disajikan dalam bentuk lembar *flyer* yang berisi materi tertulis dan tautan video pembuatan eco enzym seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Flyer Materi Pembuatan Eco Enzym dan Pembuatan Insektisida dari Eco Enzym

2. Penyediaan starter eco enzyme untuk mempercepat proses fermentasi awal dan memberikan contoh produk jadi yang dapat dijadikan referensi kualitas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Starter Eco Enzym dan Contoh Produk Insektisida yang Sudah Jadi

KESIMPULAN

Program pengabdian ini telah berhasil mencapai tujuan yang ditetapkan. Peningkatan pengetahuan peserta sebesar 150% yang diukur dari nilai rata-rata pretest 26,67 menjadi 66,67 nilai posttest, serta tingkat kepuasan 84% peserta terhadap kegiatan Pengabdian menunjukkan efektivitas program dalam mentransfer teknologi ramah lingkungan kepada UMKM pertanian. Metode pelatihan yang menggabungkan sosialisasi, demonstrasi, dan praktik langsung terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas peserta. Program ini memberikan solusi alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk pengendalian hama, sekaligus mendukung pengembangan pertanian berkelanjutan. Kontribusi program terhadap pencapaian SDGs dan peningkatan daya saing produk pertanian menjadi nilai tambah yang signifikan.

PENGHARGAAN

Tim pengabdian mengucapkan terima kasih kepada UPA P3M atas dukungan pendanaan melalui DIPA Nomor SP DIPA-139.03.2.693474/2025. Apresiasi disampaikan kepada LPPNU Tani Sejahtera sebagai mitra kegiatan serta seluruh peserta atas partisipasi aktifnya. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada para reviewer atas masukan konstruktif yang mendukung penyempurnaan artikel ini hingga dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, S. R., & Rianti, W. (2023). Inisiasi Pembuatan Formulasi Pestisida Nabati Menggunakan Dry Solar Chamber Untuk Mengendalikan Hama Dan Penyakit Ramah Lingkungan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(6), 5582. <https://doi.org/10.31764/jmm.v7i6.17816>
- Amalia Azis, Z. (2022). Pelaksanaan Pembelajaran Andragogi di Pondok Pesantren Al-Muayyad Windan Makamhaji Kartasura Sukoharjo Tahun 2019. *Rayah Al-Islam*, 6(2), 210–235. <https://doi.org/10.37274/rais.v6i2.615>
- Anoop Gurunathan A. (2025). Evaluating the efficacy of employee training and development using Kirkpatrick's four-level training model: A quantitative approach. *Journal of Management Research and Analysis*, 12(1), 44–52. <https://doi.org/10.18231/j.jmra.2025.009>
- Ayilara, M. S., Adeleke, B. S., Akinola, S. A., Fayose, C. A., Adeyemi, U. T., Gbadegesin, L. A., Omole, R. K., Johnson, R. M., Uthman, Q. O., & Babalola, O. O. (2023). Biopesticides as a promising alternative to synthetic pesticides: A case for microbial pesticides,

- phytopesticides, and nanobiopesticides. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1040901>
- Burch, G. F., Giambatista, R., Batchelor, J. H., Burch, J. J., Hoover, J. D., & Heller, N. A. (2019). A Meta-Analysis of the Relationship Between Experiential Learning and Learning Outcomes. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 17(3), 239–273. <https://doi.org/10.1111/dsji.12188>
- Cavalier, H., Trasande, L., & Porta, M. (2023). Exposures to pesticides and risk of cancer: Evaluation of recent epidemiological evidence in humans and paths forward. *International Journal of Cancer*, 152(5), 879–912. <https://doi.org/10.1002/ijc.34300>
- Daraban, G. M., Hlihor, R.-M., & Suteu, D. (2023). Pesticides vs. Biopesticides: From Pest Management to Toxicity and Impacts on the Environment and Human Health. *Toxics*, 11(12), 983. <https://doi.org/10.3390/toxics11120983>
- Farooq, M. (2023). Conservation agriculture and sustainable development goals. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 60(03), 291–298. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/23.170>
- Hoppmann, N. A., Manassa, E. H., Kleining, L., & Ehlers, J. P. (2025). The effectiveness of further education and training programs for plastic and aesthetic surgeons: an evaluation according to Kirkpatrick levels 1–3. *BMC Medical Education*, 25(1), 636. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07213-8>
- Junaidi, G., Sidu, D., & Arimbawa, P. (2022). Peran Fasilitator Dalam Pemberdayaan Kelompok Tani Peserta Program Reads Di Desa Trimulya Kecamatan Onembute Kabupaten Kolaka Timur. *Jurnal Ilmiah Inovasi Dan Komunikasi Pembangunan Pertanian*, 1(4), 69. <https://doi.org/10.56189/jiikpp.v1i4.31519>
- Kahn, L. G., Philippat, C., Nakayama, S. F., Slama, R., & Trasande, L. (2020). Endocrine-disrupting chemicals: implications for human health. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 8(8), 703–718. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(20\)30129-7](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(20)30129-7)
- Kumar, M., Sarma, D. K., Shubham, S., Kumawat, M., Verma, V., Prakash, A., & Tiwari, R. (2020). Environmental Endocrine-Disrupting Chemical Exposure: Role in Non-Communicable Diseases. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.553850>
- Liang, J., Xiao, F., Ojo, J., Chao, W. H., Ahmad, B., Alam, A., Abbas, S., Abdelhafez, M. M., Rahman, N., Khan, K. A., Ghramh, H. A., Ali, J., & Chen, R. (2025). Insect Resistance to Insecticides: Causes, Mechanisms, and Exploring Potential Solutions. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 118(2). <https://doi.org/10.1002/arch.70045>
- Masiulionis, V. E., & Samuels, R. I. (2025). Investigating the Biology of Leaf-Cutting Ants to Support the Development of Alternative Methods for the Control and Management of These Agricultural Pests. *Agriculture*, 15(6), 642. <https://doi.org/10.3390/agriculture15060642>
- Ningsih, W., Naryono, E., Moentamaria, D., Takwanto, A., & Rahman Hakim, A. (2024). Penyuluhan Pengendalian Mutu Produk Susu Terfermentasi Skala Home Industry pada

- Pondok Pesantren Raudhatul Madinah-Batu. In *Society: Jurnal Pengabdian Masyarakat* (Vol. 3, Issue 2). Maret. <https://edumediastudies.com/index.php/society>
- Ningsih, W., Rulianah, S., Fajarwati, A. N., Maryanty, Y., & Sudarminto, H. P. (2025). Pelatihan Pembuatan Yogurt dan Penyuluhan Pengendalian Mutu Yogurt melalui Implementasi Sistem Manajemen Mutu di UMKM Lingkungan 'Aisyiyah Kota Malang. *J-Dinamika : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 10(2), 281–287. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v10i2.5881>
- Nurlatifah, I., Agustine, D., & Puspasari, E. (2022). Production and Characterization of Eco-Enzyme from Fruit Peel Waste. *Proceedings of the 1st International Conference on Social, Science, and Technology, ICSST 2021, 25 November 2021, Tangerang, Indonesia*. <https://doi.org/10.4108/eai.25-11-2021.2318816>
- Rukmini, P., & Astuti Herawati, D. (2023). Eco-enzyme from Organic Waste (Fruit and Rhizome Waste) Fermentation. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 4(1), 23–29. <https://doi.org/10.31001/jkireka.v4i1.62>
- Sinambela, B. R. (2024). Dampak Penggunaan Pestisida Dalam Kegiatan Pertanian Terhadap Lingkungan Hidup Dan Kesehatan. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 8(1), 76–85. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v8i1.478>
- Soyel, Sk. A., Ruidas, S., Roy, P., Mondal, S., Bhattacharyya, S., & Hazra, D. (2022). Biopesticides as Eco-friendly Substitutes to Synthetic Pesticides: An Insight of Present Status and Future Prospects with Improved Bio-effectiveness, Self-lives, and Climate Resilience. *International Journal of Environmental Sustainability and Protection*, 2(2), 1–12. <https://doi.org/10.35745/ijesp2022v02.02.0001>
- Supriyanto, S., Nurhidayanti, N., & Fadillah Pratama, H. (2021). Dampak Cemaran Residu Klorpirifos Terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan pada Lahan Pertanian. *Jurnal Tekno Insentif*, 15(1), 30–40. <https://doi.org/10.36787/jti.v15i1.395>
- Susanti, B. T., Rochaddi, B., Suryono, C. A., & Irwani, I. (2020). Kontaminasi pestisida organofosfat dan logam berat pada airtanah di Wilayah Pantai Utara Jawa Tengah dan Jawa Timur. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 341–348. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i3.9398>
- Viona Setiawan, J., Retno Rosariastuti, M., & Sri Budiastuti, Mt. (2025). Characterization of Bioactive Compounds from Eco-enzyme Produced from Organic Waste. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1489(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1489/1/012003>