

Pelatihan Perbanyak Mikroorganismes pada Kelompok Tani di Distrik Semangga Kabupaten Merauke

Abdullah Sarijan¹, Untari², Edy H.P Melmambessy³, David Oscar
Simatupang⁴, Adrianus Adrianus⁵, Mega Ayu Yusuf⁶, Anwar⁷, Ade
Kurniawan⁸, Jefri Sembiring⁹, Mani Yusuf¹⁰, Hasianna Darmawati Samosir¹¹

Program Studi Ilmu Pertanian^{1,2,3,4,5,6,9,11}, Program Studi Agroteknologi^{7,8,10}
Universitas Musamus

e-mail: abdsarijan@unmus.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kelompok tani di Distrik Semangga, Kabupaten Merauke dalam perbanyak mikroorganismes sebagai agen hayati pertanian. Program ini dilatarbelakangi oleh tingginya ketergantungan petani terhadap pupuk dan pestisida kimia yang berdampak pada penurunan kualitas tanah dan lingkungan. Metode yang digunakan meliputi perbanyak mikroorganismes di laboratorium, ceramah interaktif, simulasi perbanyak, serta diskusi dan refleksi kelompok. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman petani mengenai fungsi dan manfaat mikroorganismes seperti *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp., serta kemampuan melakukan perbanyak secara mandiri. Penerapan teknologi ini berpotensi mengurangi penggunaan input kimia, menekan biaya produksi, dan meningkatkan kesuburan tanah secara berkelanjutan. Kegiatan ini penting sebagai model pemberdayaan petani berbasis teknologi hayati ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Mikroorganismes, Agen Hayati, Pelatihan, Pertanian Berkelanjutan.*

Abstract

This community service activity aimed to improve the knowledge and skills of farmer groups in Semangga District, Merauke Regency in propagating microorganisms as biological agents in agriculture. The program was motivated by farmers' high dependence on chemical fertilizers and pesticides, which negatively affect soil quality and the environment. The methods included laboratory-based microorganism propagation, interactive lectures, simulation practices, and group discussions and reflections. The results indicated increased farmers' understanding of the roles and benefits of microorganisms such as *Trichoderma* sp. and *Bacillus* sp., as well as their ability to propagate them independently. The application of this technology has the potential to reduce chemical inputs, lower production costs, and improve soil fertility sustainably. This activity is important as a model for empowering farmers through environmentally friendly biological technology.

Kata Kunci: *Microorganisms, Biological Agents, Training, Farmer Groups, Sustainable Agriculture.*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan mikroorganisme untuk meningkatkan kesuburan tanah dan kesehatan tanaman adalah salah satu cara pertanian modern menuju sistem pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan (Basoka et al., 2025). Mikroorganisme secara alami berperan atas siklus hara, dekomposisi bahan organik, dan pengendalian hama dan penyakit tanaman (Sianipar et al., 2024). Penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang berlebihan dalam beberapa dekade terakhir telah menyebabkan kerusakan tanah, pencemaran lingkungan, dan penurunan keanekaragaman mikroba tanah. Pada pengendalian hama pertanian saat ini, insektisida adalah bagian penting dari petani. Tujuan penggunaan insektisida adalah untuk mengurangi populasi serangga yang berpotensi merusak tanaman dan mengurangi hasil panen. Namun, penggunaan insektisida yang berlebihan dan tidak bijaksana telah menimbulkan banyak efek negatif terhadap lingkungan, kesehatan manusia, dan keseimbangan ekosistem pertanian (Anwar et al., 2022; Sembiring, 2021). Pada awalnya, insektisida kimia dianggap sebagai solusi efektif untuk menghadapi serangan hama maupun penyakit. Penggunaan bahan kimia yang berlebihan menyebabkan masalah baru, seperti resistensi hama, kematian musuh alami, dan pencemaran tanah dan air (Sembiring et al., 2020). Oleh karena itu, penting untuk memahami efek penggunaan insektisida yang berlebihan agar kita dapat membuat strategi pengendalian hama yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Pertanian modern menghadapi banyak tantangan, termasuk kualitas tanah yang menurun, ketergantungan terhadap input kimia, dan kerusakan lingkungan akibat praktik budidaya tanaman yang tidak berkelanjutan. Salah satu pendekatan baru yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan adalah penggunaan mikroorganisme sebagai agen hayati dalam sistem pertanian. Agen hayati dapat berupa mikroba, predator, parasitoid, dan entomopatogen yang berfungsi untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman tanpa membahayakan lingkungan dan manusia. Mikroorganisme, makhluk hidup berukuran kecil yang terdiri dari bakteri, jamur, dan alga, berperan atas berbagai proses biokimia yang terjadi di tanah. Dalam pertanian, mikroorganisme berfungsi sebagai dekomposer dan juga sebagai biokontrol dan meningkatkan kesuburan tanah (Yusuf, 2024).

Bakteri dan jamur yang bermanfaat dapat meningkatkan produktivitas dan kesehatan tanaman serta memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara, dan menghentikan pertumbuhan patogen yang menyebabkan penyakit tanaman (Anwar et al., 2025) (Sembiring et al., 2024). Penggunaan mikroorganisme ini dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida dan pupuk kimia dan membantu mengembalikan kesuburan tanah secara alami dan berkelanjutan (Sembiring et al., 2020). Tujuan utama dari program pengabdian masyarakat dengan tema "Penggunaan Mikroorganisme sebagai Agen Hayati dalam Sistem Pertanian" adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan kemampuan petani tentang cara menggunakan teknologi hayati untuk mewujudkan sistem pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif, yaitu melibatkan petani dan penyuluh pertanian secara langsung dalam proses perbanyakan mikroorganisme. Metode yang digunakan meliputi beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Perbanyakan mikroba di laboratorium. Perbanyakan mikroba (*Trichoderma* sp dan *Bacillus* sp) dilakukan di Laboratorium Agroteknologi Universitas Musamus (UNMUS) sebagai tahap awal penyediaan agen hayati. Mikroorganisme diperbanyak menggunakan media dan kondisi lingkungan yang terkontrol guna menjaga kualitas dan kemurniannya, sehingga diperoleh inokulan yang siap diaplikasikan pada lahan pertanian.
2. Ceramah interaktif. Ceramah disampaikan secara interaktif untuk menjelaskan peran mikroorganisme dalam meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman, meliputi bakteri penambat nitrogen, mikroba pelarut fosfat, serta mikroorganisme dekomposer. Kegiatan ini dilengkapi dengan sesi tanya jawab dan diskusi untuk memperkuat pemahaman peserta, serta mendorong penerapan teknologi hayati di lapangan.
3. Simulasi perbanyakan mikroorganisme. Peserta diberikan simulasi tahapan perbanyakan mikroorganisme yang mencakup penyiapan media, proses inokulasi, inkubasi, serta pemantauan pertumbuhan mikroba. Simulasi ini bertujuan meningkatkan pemahaman peserta terhadap prinsip kerja steril dan faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme sebelum dilakukan praktik langsung di lapangan.
4. Penyimpanan dan pengemasan. Setelah proses perbanyakan selesai, mikroorganisme yang telah diperbanyak disimpan dan dikemas sesuai dengan prosedur sederhana yang mudah diterapkan oleh petani. Penyimpanan dilakukan pada kondisi yang sesuai untuk mempertahankan viabilitas mikroba, sedangkan pengemasan menggunakan wadah yang bersih dan tertutup rapat. Tahap ini bertujuan memperpanjang daya simpan inokulan serta memudahkan distribusi dan aplikasi di lahan pertanian.
5. Diskusi dan refleksi kelompok. Diskusi dan refleksi kelompok dilakukan untuk menggali pengalaman peserta, mengidentifikasi manfaat dan kendala dalam pemanfaatan mikroorganisme, serta merumuskan strategi penerapan yang lebih efektif pada lahan pertanian. Kegiatan ini juga bertujuan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kolaboratif di antara peserta.

Secara keseluruhan, metode yang diterapkan mencakup pendekatan pendidikan masyarakat, difusi ilmu pengetahuan dan teknologi, serta pelatihan yang diarahkan untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan

kemandirian petani dalam memanfaatkan mikroorganisme sebagai teknologi pertanian ramah lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan pada kelompok tani di Distrik Semangga, Kabupaten Merauke. Pelaksanaan kegiatan dirancang secara bertahap sesuai metode yang telah ditetapkan, meliputi perbanyakan mikroorganisme di laboratorium, ceramah interaktif, simulasi perbanyakan mikroorganisme, penyimpanan dan pengemasan, serta diskusi dan refleksi kelompok. Setiap tahapan memberikan kontribusi yang saling melengkapi dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani mengenai pemanfaatan mikroorganisme sebagai teknologi pertanian ramah lingkungan.

1. Perbanyakan di laboratorium

Perbanyakan mikroorganisme dilakukan di Laboratorium Agroteknologi Universitas Musamus sebagai tahap awal penyediaan agen hayati. Mikroorganisme diperbanyak menggunakan media dan kondisi lingkungan yang terkontrol, sehingga pertumbuhan mikroba berlangsung optimal dan relatif bebas dari kontaminasi. Hasil perbanyakan menunjukkan bahwa mikroorganisme mampu berkembang dengan baik dan menghasilkan inokulan yang layak digunakan sebagai agen hayati. Menurut Mustaniroh et al., (2024) yang menyatakan bahwa perbanyakan mikroorganisme pada lingkungan terkontrol mampu meningkatkan viabilitas dan efektivitas mikroba sebagai pupuk hayati (Sarijan et al., 2023). Selain itu, menurut Purwani & Sucahyono (2020), kualitas inokulan sangat dipengaruhi oleh ketepatan media tumbuh dan teknik inokulasi yang digunakan selama proses produksi.



Gambar 1. Perbanyakan mikroorganise di laboratorium

Tahap perbanyakan di laboratorium berfungsi sebagai model pembelajaran bagi peserta mengenai pentingnya prosedur kerja steril dan pengendalian faktor lingkungan, seperti suhu dan kelembapan, dalam menjaga kualitas mikroorganisme. Peserta memahami bahwa keberhasilan perbanyakan sangat dipengaruhi oleh ketepatan media, teknik inokulasi, serta kondisi inkubasi. Hal ini sejalan dengan laporan Atmanto et al., (2022) yang menyatakan bahwa faktor lingkungan dan nutrisi media merupakan penentu utama keberhasilan pertumbuhan mikroorganisme dalam kultur buatan.

2. Ceramah interaktif

Ceramah interaktif difokuskan pada penyampaian konsep dasar mikrobiologi pertanian dan peran mikroorganisme dalam meningkatkan kesuburan tanah serta produktivitas tanaman. Materi mencakup fungsi bakteri penambat nitrogen, mikroba pelarut fosfat, dan mikroorganisme dekomposer dalam mendukung ketersediaan unsur hara dan memperbaiki sifat tanah. Selama sesi ceramah, peserta menunjukkan antusiasme tinggi dengan mengajukan pertanyaan terkait kondisi lahan mereka dan kemungkinan penerapan mikroorganisme pada tanaman padi dan sayuran.



Gambar 2. Ceramah interaktif terkait perbanyakan dan manfaat mikroorganisme (*Tricoderma* sp dan *Bacillus* sp) bagi tanaman.

Hasil dari ceramah interaktif menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konseptual peserta mengenai hubungan antara mikroorganisme, tanah, dan tanaman. Peserta mulai menyadari bahwa kesuburan tanah tidak hanya ditentukan oleh pupuk kimia, tetapi juga oleh aktivitas biologis mikroorganisme. Ceramah interaktif juga berperan dalam mengubah cara pandang peserta terhadap pengelolaan lahan, dari yang semula berorientasi pada input kimia menjadi lebih terbuka terhadap pendekatan biologis dan ramah lingkungan. Pemanfaatan mikroba tanah, seperti bakteri dan jamur antagonis, berkontribusi nyata terhadap peningkatan kesehatan tanah dan efisiensi pemupukan (Anwar et al., 2025; Gofar et al., 2025).

3. Simulasi perbanyakan mikroorganisme

Tahap simulasi memberikan kesempatan kepada peserta untuk mempraktikkan tahapan perbanyakan mikroorganisme secara sederhana dan terkontrol. Simulasi meliputi penyiapan media, proses inokulasi, inkubasi, serta pemantauan pertumbuhan mikroba. Peserta dilibatkan secara langsung pada setiap tahapan sehingga mampu memahami prosedur perbanyakan mikroorganisme secara runtut dan aplikatif sesuai dengan prinsip dasar kultur mikroba (Prasetyo et al., 2026; Utami et al., 2025)



Gambar 3. Demonstrasi perbanyak mikroorganisme

Hasil simulasi menunjukkan bahwa peserta mampu mengikuti langkah-langkah dasar perbanyak mikroorganisme dengan baik. Peserta memahami pentingnya kebersihan alat, teknik inokulasi yang benar, serta pengamatan pertumbuhan mikroba selama masa inkubasi. Simulasi ini berperan sebagai penghubung antara teori yang diperoleh melalui ceramah dengan praktik lapangan. Melalui pengalaman langsung, peserta memperoleh keterampilan awal yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk perbanyak mikroorganisme secara mandiri dalam skala sederhana. Menurut Wulandhari, (2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis praktik meningkatkan pemahaman prosedural dan kesiapan petani dalam mengadopsi teknologi hayati di tingkat lapangan.

4. Penyimpanan dan pengemasan mikroorganisme

Setelah proses simulasi perbanyak, kegiatan dilanjutkan dengan tahap penyimpanan dan pengemasan produk mikroorganisme. Tahap ini bertujuan menjaga kualitas, viabilitas, dan stabilitas mikroorganisme sebelum diaplikasikan di lapangan. Peserta diperkenalkan pada prinsip dasar pengemasan yang meliputi penggunaan wadah yang bersih dan tertutup rapat, perlindungan dari paparan cahaya langsung, serta pengaturan kondisi suhu dan kelembapan yang disesuaikan dengan karakteristik mikroorganisme (Indraswati, 2023; Prasetyo et al., 2026)

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta memahami pentingnya pengemasan dalam mencegah kontaminasi oleh mikroorganisme lain serta menekan penurunan daya hidup mikroorganisme selama masa penyimpanan. Peserta juga memperoleh pemahaman bahwa jenis mikroorganisme memengaruhi daya simpan produk. Beberapa mikroorganisme memerlukan kondisi penyimpanan yang relatif stabil, sedangkan mikroorganisme lain memiliki ketahanan lebih tinggi terhadap perubahan lingkungan. Pemahaman ini sejalan dengan temuan Kurniawan, (2018) yang melaporkan bahwa stabilitas mikroba sangat dipengaruhi oleh teknik formulasi dan sistem pengemasan yang digunakan.



Gambar 4. Demonstrasi pengemasan dan penyimpanan mikroorganismen di lapangan

Tahap penyimpanan dan pengemasan memperkuat pemahaman peserta mengenai pentingnya manajemen mutu produk mikroorganismen. Produk yang dikemas dan disimpan dengan baik diharapkan tetap memiliki aktivitas biologis yang optimal saat diaplikasikan, sehingga manfaatnya bagi tanaman dan tanah dapat diperoleh secara maksimal. Hal ini sesuai dengan laporan Mustaniroh et al., (2024) yang menyatakan bahwa penanganan pascaperbanyakan yang tepat berperan penting dalam menjaga efektivitas mikroorganismen sebagai agen hayati di lapangan.

5. Diskusi dan refleksi kelompok

Diskusi dan refleksi kelompok menjadi tahapan penting dalam mengevaluasi keseluruhan proses pembelajaran. Pada sesi ini, peserta berbagi pengalaman, pandangan, serta kendala yang berpotensi muncul dalam penerapan mikroorganismen di lahan pertanian. Peserta mengidentifikasi berbagai manfaat mikroorganismen, antara lain dalam meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki ketersediaan unsur hara, serta membantu pengendalian organisme pengganggu tanaman secara alami. Proses diskusi berlangsung aktif dan menunjukkan keterlibatan peserta dalam mengaitkan materi pelatihan dengan kondisi lahan yang kelompok tani kelola (Sawitri et al., 2024; Utari & Wibawa, 2025)



Gambar 5. Sesi diskusi dan refleksi dengan kelompok tani

Hasil refleksi bersama menunjukkan adanya perubahan persepsi peserta terhadap sistem pertanian yang selama ini diterapkan. Sebelum kegiatan, sebagian besar peserta masih mengandalkan pupuk dan pestisida kimia sebagai sarana

utama untuk meningkatkan produksi tanaman. Setelah mengikuti seluruh rangkaian kegiatan, peserta mulai memahami bahwa mikroorganisme dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pendukung yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Diskusi juga menghasilkan rumusan strategi penerapan mikroorganisme di lahan masing-masing, baik melalui penggunaan inokulan hasil perbanyakan mandiri maupun melalui kerja sama kelompok tani dalam produksi dan pemanfaatan bersama. Menurut (Fuadi et al., 2025; Ramadayanti et al., 2025) menyatakan bahwa kegiatan reflektif dan partisipatif mampu meningkatkan kesiapan petani dalam mengadopsi teknologi hayati di tingkat lapangan.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan metode perbanyakan di laboratorium, ceramah interaktif, simulasi, penyimpanan dan pengemasan, serta diskusi dan refleksi kelompok saling melengkapi dalam meningkatkan kapasitas petani. Perbanyakan di laboratorium memberikan contoh nyata tentang proses produksi agen hayati, ceramah interaktif memperkuat pemahaman konseptual, simulasi meningkatkan keterampilan teknis dasar, penyimpanan dan pengemasan menekankan aspek mutu produk, sedangkan diskusi-refleksi mendorong internalisasi pengetahuan serta perencanaan penerapan di lapangan.

SIMPULAN

Kegiatan pelatihan perbanyakan mikroorganisme pada kelompok tani di Distrik Semangga, Kabupaten Merauke, berjalan dengan baik dan mendapat respons positif dari peserta. Melalui tahapan perbanyakan di laboratorium, ceramah interaktif, simulasi perbanyakan, serta penyimpanan dan pengemasan, peserta memperoleh pengetahuan dan keterampilan dasar dalam memproduksi dan memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen hayati. Diskusi dan refleksi kelompok menunjukkan adanya peningkatan pemahaman dan perubahan persepsi peserta terhadap pengelolaan lahan, dari yang semula bergantung pada input kimia menuju pendekatan yang lebih ramah lingkungan. Kegiatan ini memperkuat potensi pemanfaatan mikroorganisme sebagai teknologi pendukung pertanian berkelanjutan dan mendorong kemandirian petani dalam pengelolaan sumber daya hayati di tingkat lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, A., Khaeruni, A., Satrah, V. N., Endrawati, T., Yusuf, M., & Malesi, W. O. A. W. (2025). Sinergitas Pupuk Hayati Biofresh Plus Dan Dosis Pupuk Anorganik NPK Dalam Meningkatkan Produktivitas Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) Di Tanah Ultisol. *VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 20(2), 56–64.
- Anwar, A., Yusuf, M., Rupang, M. S., & Malesi, W. O. A. W. (2022). Bimbingan Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu pada Petani Kubis di Kampung Sota. *Prima Abdika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 178–183.
- Atmanto, Y. K. A. A., Asri, L. A., & Kadir, N. A. (2022). Media pertumbuhan kuman. *Jurnal Medika Hutama*, 4(01 Oktober), 3069–3075.
- Basoka, S. W., Johan, E. A., & Baihaqi, B. (2025). Review Artikel: Mikroba, Tanaman

- dan Teknologi sebagai Integrasi Bioteknologi Mikrobial dalam Pertanian Modern. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(1), 1520–1526.
- Fuadi, A., Nurlaela, S., & Aziza, E. N. (2025). Pemberdayaan petani berbasis Participatory Action Research (PAR) Untuk Meningkatkan Adopsi Budidaya Bawang Merah Di Desa Tambakrejo. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 13(1), 53–65.
- Gofar, N., Nur, T. P., & Sari, S. A. (2025). Mengenal teknologi pupuk hayati. *Deepublish*.2025
- Indraswati, D. (2023). Mikrobiologi Lingkungan: Buku Ajar. *Prodi Sanitasi Program D III Kampus Magetan*.2023
- Jefri Sembiring. (2021). Pengaruh Dosis Arang Sekam Dan Pupuk Kandang Terhadap Kepadatan Populasi Dan Intensitas Serangan *Spodoptera exigua* Pada Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 6(1).
- Kurniawan, A. (2018). Produksi MOL (Mikroorganisme lokal) dengan pemanfaatan bahan-bahan organik yang ada di sekitar. *Jurnal Hexagro*, 2(2), 292614.
- Mani Yusuf. (2024). Aplikasi Pupuk Organik Untuk Mengoptimalkan Pertumbuhan Tanaman Sawi Di Lahan Marginal Bermikoriza Insitu. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(2), 384–392.
- Mustaniroh, S. A., Sunyoto, N. M. S., Yulianingsih, R., Zahro, F. A., Andriani, R. D., & Kirana, W. C. (2024). Diseminasi Teknologi Produksi Agens Hayati sebagai Solusi Alternatif dalam Produktivitas Buah Naga: Indonesia. *Jurnal Abdimas Madani Dan Lestari (JAMALI)*, 127–138.
- Prasetyo, A., Nuryanneti, I., Judijanto, L., Mukasyaf, A. A., Wijaya, Y. I. F., & Elisabeth, P. (2026). Dasar-Dasar Bioteknologi. *PT. Sonpedia Publishing Indonesia*.
- Purwani, J., & Sucahyono, D. (2020). Viabilitas Rhizobium dalam Formula Bahan Pembawa dan Cara Inokulasi dalam Teknik Produksi Massal Pupuk Hayati. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 5(2), 99–108.
- Ramadayanti, W., Oktavianty, A., Hikmatunnisa, A. N., Maryan, A. D., & Heryadi, D. Y. (2025). Menakar Kesiapan Petani Muda di Kota Tasikmalaya dalam Mengadopsi Teknologi Pertanian. *Tumbuhan: Publikasi Ilmu Sosiologi Pertanian Dan Ilmu Kehutanan*, 2(2), 55–65.
- Sarijan, A., Ekowati, N. Y., Widijastuti, R., Yusuf, M., Anwar, A., Djaja, I., Sembiring, J., Kusumah, R., & Limbongan, A. A. (2023). Pelatihan Perbanyak Mikroorganisme Sebagai Inokulum Pembuatan Pupuk Organik Bagi Petani Di Kampung Isano Mbias Distrik Tanah Miring Kabupaten Merauke. *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 3(4), 292–300.
- Sawitri, B., Romadi, U., & Warnaen, A. (2024). Model pembelajaran petani menuju ketahanan pangan ramah lingkungan. *Tohar Media*. 2024
- Sembiring, J., Pongkendek, J. J., Kusumah, R., & Mendes, J. (2024). Aplikasi Bakteri *Bacillus Thuringiensis* Dan Petrogenol Pada Tanaman Buah Di Kampung Sukamaju Distrik Malind Kabupaten Merauke Papua Selatan. *Journal Of Human And Education (JAHE)* 4 (5), 835-842 4(5), 835–842.
- Sembiring, J., Susanti, D. S., Prasetya, A., Agroteknologi, J., Pertanian, F., &

- Musamus, U. (2020). Penyuluhan Dan Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Serta Pestisida Nabati Untuk Menunjang Keamanan Pangan Di Kampung Nasem. *Jurnal Dinamika Pengabdian Vol. 5 No. 2 Mei 2020*, 114–126.
- Sianipar, E. M., Artionang, S. P., & Sihombing, P. (2024). Peranan bahan organik untuk mitigasi kesehatan tanah dalam pertanian modern. *Jurnal METHODAGRO*, 10(1), 43–54.
- Utami, M., Dewi, A. S., Naufal, W., Pulungan, A. S., & Situmorang, N. (2025). Penerapan Aspek Bioetik Kultur Jaringan Terhadap Permasalahan Kontaminasi Mikroorganisme Di Salah Satu Laboratorium Kultur Jaringan Kota Medan. *Jurnal Agro Indragiri*, 10(2), 46–52.
- Utari, N. K. S., & Wibawa, M. S. (2025). Analisis Tahapan Intruksional Dan Faktor-Faktor Motivasi Penyuluhan Sistem Pertanian Organik Pada Kelompok Tani Kedisan Mandiri Kecamatan Tegallalang, Kabupaten Gianyar: Analisis Tahapan Intruksional Dan Faktor-Faktor Motivasi Penyuluhan Sistem Pertanian Organik Pada Kelompok Tani Kedisan Mandiri Kecamatan Tegallalang, Kabupaten Gianyar. *Journal Science Innovation and Technology (SINTECH)*, 5(2), 27–35.
- Wulandhari, D. K. C. (2025). Peningkatan Adopsi Petani Terhadap Penerapan Agen Hayati *Beauveria Bassiana* Pada Tanaman Padi Di Desa Balesono Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung. Polbangtan Malang.