

Pelatihan Pembuatan Pupuk Berbahan Eco-Enzyme Sebagai Upaya Mendukung Pertanian Terintegrasi

(Training on Making Eco-Enzyme Fertilizers to Support Integrated Agriculture)

Sri Indaryati¹, Eny Ivan's², Novita Novita³, Novia Ambar Sari⁴, Wintari Mandala⁵

Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, Lampung, Indonesia^{1,2,3,4,5}

sriindar2774@gmail.com¹, enyivans25@gmail.com², novitasp10@gmail.com³,

noviaambarsari04@gmail.com⁴, wintarimandala1@gmail.com⁵



Article History

Received on 07 April 2026

1st Revision on 23 April 2026

2nd Revision on 30 Mei 2026

3rd Revision on 31 Mei 2026

Accepted on 07 Juni 2026

Abstract

Purpose: This community service activity aims to improve the knowledge and skills of members of the Orchid Women Farmers Group (KWT) in Tegal Yoso Village in processing household organic waste into liquid organic fertilizer made from eco-enzymes to support the integrated farming system of the Garden-Cage-Pond pattern.

Research Methodology: The method used is Participatory Rural Appraisal (PRA) through the stages of problem identification, counseling, Focus Group Discussion (FGD), demonstration, practice of making eco-enzymes, and pre-test and post-test

Results: The results of the activity showed that the training was able to improve the knowledge and skills of participants in the manufacture and application of eco-enzyme fertilizers

Conclusions: The evaluation showed that 80% of participants were in the category of very understanding, 15% understood, and 5% understood enough after the training, while there were no more participants in the category of not understanding or not understanding.

Limitations: In addition to enhancing participant capacity, this activity produces a liquid organic fertilizer made from eco-enzymes ready for use in plant cultivation and encourages the productive use of organic waste.

Contributions: This program contributes to supporting environmentally friendly integrated agriculture, increasing the independence of farmer groups, and can be replicated in other communities with similar characteristics.

Keywords: *Eco-Enzyme, Liquid Organic Fertilizer, Organic Waste, Integrated Agriculture, Women Farmers' Groups (KWT)*

How to Cite: Indaryati, S., Ivan's, E., Novita, N., Sari, N. A., & Mandala, W. (2026). Pelatihan Pembuatan Pupuk Berbahan Eco-Enzyme Sebagai Upaya Mendukung Pertanian Terintegrasi. *Jurnal Nusantara Mengabdi*, 5(3), 1-13.

1. Pendahuluan

Sektor pertanian merupakan sektor strategis yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan, penyediaan bahan baku industri, serta peningkatan kesejahteraan masyarakat. Namun demikian, pembangunan pertanian di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, seperti menurunnya kualitas lahan, rendahnya kandungan bahan organik tanah, serta tingginya ketergantungan petani terhadap pupuk anorganik (Kelana, Manuhutu, & Paendong, 2024). Penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus tanpa diimbangi dengan penambahan bahan organik dapat menyebabkan penurunan kualitas sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga produktivitas

lahan cenderung menurun dalam jangka panjang ([Yuliani, Anwar, Fairuzzia, & Farhana, 2024](#)). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem budidaya pertanian perlu diarahkan pada pengelolaan lahan yang lebih berkelanjutan melalui pemanfaatan sumber daya lokal dan penggunaan pupuk organik sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Di sisi lain, aktivitas rumah tangga, pasar tradisional, dan kegiatan pertanian menghasilkan limbah organik dalam jumlah yang besar, namun sebagian besar masih belum dimanfaatkan secara optimal ([Huda et al., 2023](#)). Limbah organik yang tidak dikelola dengan baik berpotensi meningkatkan pencemaran lingkungan, menghasilkan emisi gas rumah kaca, serta menambah beban pengelolaan sampah. Padahal, limbah organik tersebut dapat diolah menjadi produk yang memiliki nilai tambah, salah satunya melalui pembuatan *eco-enzyme*, yaitu cairan hasil fermentasi limbah buah dan sayuran dengan gula dan air yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair, aktivator kompos, maupun penyubur tanaman ([Abu et al., 2024](#); [Agustina et al., 2024](#); [Idrus, Ramli, Mappe, Amandaria, & Jusnawati, 2023](#); [Manalu et al., 2024](#)). Pemanfaatan pupuk berbahan *eco-enzyme* sejalan dengan konsep pertanian terintegrasi yang menerapkan prinsip efisiensi sumber daya, ([Heltina, Waruwu, Amelia, & Yovi, 2025](#)) ekonomi sirkular (*circular economy*), dan *zero waste* melalui pemanfaatan limbah organik sebagai input produksi ([Biswas, Arkar, Ghosh, & Balo, 2024](#); [Kelana et al., 2024](#)).

Eco-enzyme dihasilkan dari fermentasi limbah buah dan sayuran dengan gula dan air, sehingga mampu mengubah limbah organik menjadi pupuk organik yang bermanfaat bagi budidaya tanaman ([Iswari & Astuti, 2024](#); [Maharani & Sudiarawan, 2025](#); [Sihite, 2024](#)). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *eco-enzyme* mengandung senyawa organik, unsur hara, dan mikroorganisme yang dapat meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki pertumbuhan tanaman, serta mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia ([Iswari & Astuti, 2024](#); [Nurfadilah, Surtikanti, & Nilawati, 2024](#); [Nurfadilah et al., 2024](#); [Tuapattinaya et al., 2024](#)). Aplikasi *eco-enzyme* pada berbagai komoditas pertanian mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, perkembangan akar, dan hasil panen. Efektivitas tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi aplikasi serta kombinasi dengan pupuk organik atau pupuk anorganik sehingga *eco-enzyme* berpotensi menjadi alternatif input pertanian yang lebih ramah lingkungan ([Dzikrika, Sitawati, Aini, & Damaiyanti, 2019](#)) ([Irmansyah, Simangunsong, Sebayang, Girsang, & Lubis, 2024](#)). *Eco-enzyme* merupakan salah satu inovasi yang mendukung konsep *circular economy* karena mampu mengubah limbah organik menjadi produk bernilai tambah yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk maupun pestisida organik. Pemanfaatan tersebut berkontribusi terhadap pengurangan pencemaran lingkungan, efisiensi penggunaan input pertanian, dan peningkatan produktivitas lahan secara berkelanjutan ([Hadijah et al., 2025](#)).

Dalam sistem pertanian terintegrasi, limbah organik dari rumah tangga, kebun, peternakan, maupun hasil panen dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku pupuk organik sehingga membentuk siklus pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien. *Eco-enzyme* menjadi salah satu inovasi yang mendukung integrasi antar subsistem pertanian melalui prinsip daur ulang nutrisi, pengurangan limbah, dan peningkatan produktivitas secara berkelanjutan ([Basuki, Tanzil, & Widjayanti, 2023](#); [Irmansyah et al., 2024](#)). Selain mengurangi volume limbah organik dan pencemaran lingkungan, pemanfaatan *eco-enzyme* juga mendukung penerapan pertanian terintegrasi yang lebih produktif, ramah lingkungan, adaptif terhadap perubahan iklim, dan berkelanjutan ([Bhagat et al., 2024](#); [Prodyanatasari et al., 2024](#)). Program pelatihan dan pendampingan terbukti mampu meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan partisipasi masyarakat dalam memanfaatkan limbah organik menjadi *eco-enzyme* maupun pupuk organik. Melalui kegiatan praktik langsung, peserta lebih mudah memahami proses fermentasi, teknik aplikasi, dan manfaat ekonomi maupun lingkungan sehingga mendorong keberlanjutan program di tingkat kelompok tani ([Huda et al., 2023](#); [Syafriah et al., 2024](#); [Zuhriawan, Umardiyah, & Pramudita, 2023](#)).

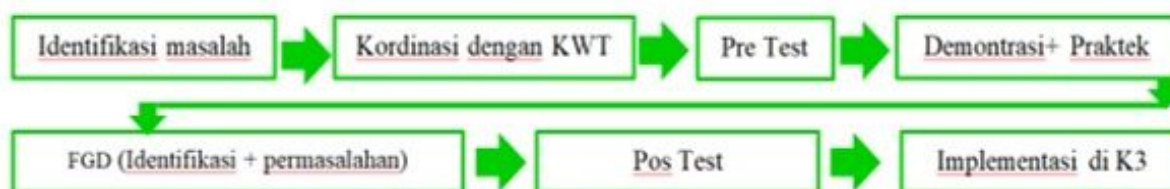
Pemberdayaan kelompok tani melalui pelatihan *eco-enzyme* tidak hanya meningkatkan kemampuan teknis petani dalam menghasilkan pupuk organik, tetapi juga memperkuat kelembagaan kelompok, meningkatkan kemandirian, serta mendorong penerapan pertanian berkelanjutan berbasis potensi lokal. Pendekatan partisipatif menjadi faktor penting dalam keberhasilan adopsi inovasi di masyarakat ([Basuki et al., 2023](#); [Rosalina et al., 2025](#)).

Kelompok Wanita Tani (KWT) Anggrek di Desa Tegal Yoso memiliki potensi untuk mengembangkan pertanian terintegrasi pola Kebun–Kandang–Kolam (K3) melalui budidaya sayuran organik dan pemanfaatan limbah organik rumah tangga yang tersedia di lingkungan sekitar. Namun, potensi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal karena anggota KWT Anggrek masih memiliki keterbatasan pengetahuan dan keterampilan dalam mengolah limbah organik menjadi pupuk berbahan *eco-enzyme*. Akibatnya, limbah organik yang dihasilkan masyarakat belum memberikan nilai tambah, sementara kebutuhan pupuk masih bergantung pada produk dari luar kelompok. Kondisi ini menghambat penerapan pertanian terintegrasi yang lebih efisien, mandiri, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini difokuskan pada pelatihan dan pendampingan pembuatan pupuk berbahan *eco-enzyme* untuk meningkatkan kapasitas anggota KWT Anggrek dalam memanfaatkan limbah organik sebagai pupuk yang ramah lingkungan. Melalui kegiatan ini diharapkan pengetahuan dan keterampilan anggota KWT meningkat sehingga mampu mendukung penerapan pertanian terintegrasi pola Kebun–Kandang–Kolam (K3) yang lebih berkelanjutan, adaptif terhadap perubahan iklim, dan memberikan nilai tambah bagi kelompok.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan adalah Participatory Rural Appraisal (PRA) dengan pendekatan partisipatif yang melibatkan peserta secara aktif pada setiap tahapan kegiatan ([Chambers, 1996](#)). Pelaksanaan kegiatan meliputi tiga tahap, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Tahap persiapan mencakup koordinasi dengan pemerintah desa dan KWT Anggrek, identifikasi kebutuhan mitra, serta penyediaan materi, alat, dan bahan pelatihan.

Tahap pelaksanaan diawali dengan pre-test, dilanjutkan penyuluhan, Focus Group Discussion (FGD), demonstrasi, dan praktik pembuatan pupuk berbahan *eco-enzyme* menggunakan limbah buah dan sayuran, gula merah (molase), dan air dengan perbandingan 3:1:10. Tahap evaluasi dilakukan melalui post-test, observasi keterampilan peserta, serta diskusi untuk menilai peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan komitmen peserta dalam menerapkan *eco-enzyme* pada sistem pertanian terintegrasi pola Kebun–Kandang–Kolam (K3). Diagram pelaksanaan kegiatan PKM sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Alur pelaksanaan PKM

Berdasarkan Gambar 1, pelaksanaan program diawali dengan identifikasi masalah untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi awal, kebutuhan, serta berbagai kendala yang dihadapi oleh Kelompok Wanita Tani (KWT). Tahap ini dilakukan melalui observasi lapangan dan pengumpulan informasi awal sehingga permasalahan yang menjadi prioritas dapat ditentukan secara tepat. Selanjutnya dilakukan koordinasi dengan KWT sebagai mitra program untuk menyepakati jadwal pelaksanaan, pembagian peran, serta mekanisme kegiatan. Koordinasi ini bertujuan membangun komitmen bersama agar seluruh rangkaian kegiatan dapat berjalan secara efektif dan sesuai dengan kebutuhan mitra. Sebelum kegiatan penyuluhan dan pelatihan dimulai, peserta diberikan *pre-test* untuk mengukur tingkat pengetahuan awal terkait materi yang akan disampaikan. Hasil *pre-test* menjadi dasar dalam mengevaluasi efektivitas proses pembelajaran selama program berlangsung.

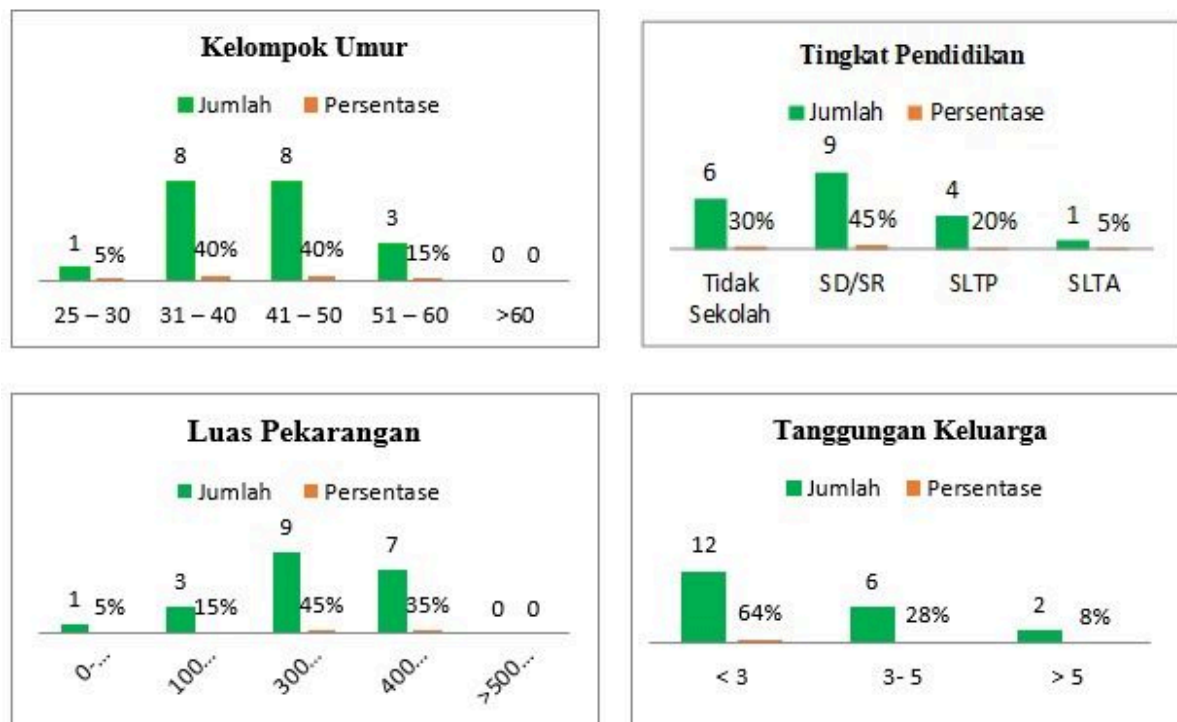
Tahap berikutnya adalah demonstrasi dan praktik, yaitu penyampaian materi secara langsung yang diikuti dengan praktik oleh peserta. Melalui metode ini, peserta tidak hanya memperoleh pemahaman secara teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan dalam menerapkan teknologi atau inovasi yang diperkenalkan. Setelah pelaksanaan demonstrasi dan praktik, dilakukan *Focus Group Discussion* (FGD) sebagai forum diskusi antara tim pelaksana dan anggota KWT. Kegiatan ini bertujuan

mengidentifikasi kembali permasalahan yang masih dihadapi, mengevaluasi hasil praktik, serta merumuskan solusi yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Masukan dari peserta menjadi bahan penyempurnaan sebelum teknologi diterapkan secara lebih luas. Untuk mengetahui peningkatan pemahaman peserta, selanjutnya dilakukan post-test menggunakan instrumen yang sama atau setara dengan *pre-test*. Perbandingan hasil pre-test dan post-test digunakan sebagai indikator keberhasilan kegiatan dalam meningkatkan pengetahuan dan pemahaman peserta. Tahap akhir adalah implementasi di K3 (Kebun-Kandang-Kolam) sebagai bentuk penerapan nyata hasil pelatihan. Pada tahap ini peserta mengaplikasikan teknologi atau inovasi yang telah dipelajari secara mandiri dengan pendampingan dari tim pelaksana. Implementasi ini diharapkan mampu meningkatkan keterampilan, produktivitas, serta mendorong keberlanjutan program di lingkungan KWT.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Kelompok Wanita Tani Anggrek

Karakteristik KWT anggrek diketahui kelompok umur terbanyak pada usia 41-50 tahun, tingkat pendidikan tertinggi pada Sekolah Dasar, luas pekarangan yg dimiliki anggota KWT terbanyak kisaran luas 300-400m² selanjutnya diketahui tanggungan keluarga KWT sebanyak 64% dengan jumlah tanggungan kurang dari 3 selengkapnya karakteristik responden tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Karakteristik anggota KWT anggrek

Berdasarkan Gambar 2, tingkat pendidikan anggota Kelompok Wanita Tani (KWT) didominasi oleh lulusan Sekolah Dasar (SD/SR) sebanyak 9 orang (45%). Selanjutnya, terdapat 6 orang (30%) yang tidak pernah menempuh pendidikan formal, 4 orang (20%) berpendidikan Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP), dan hanya 1 orang (5%) yang berpendidikan Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA). Komposisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki tingkat pendidikan formal yang relatif rendah. Rendahnya tingkat pendidikan formal dapat memengaruhi kemampuan petani dalam memahami informasi, mengakses inovasi, dan mengadopsi teknologi pertanian. Namun demikian, hambatan tersebut dapat diminimalkan melalui penyuluhan yang efektif, pelatihan berbasis praktik, serta pendampingan secara berkelanjutan. Meskipun demikian, rendahnya tingkat pendidikan formal tidak selalu menjadi hambatan utama dalam keberhasilan adopsi teknologi. Pengalaman bertani, keterlibatan dalam kelompok tani, intensitas mengikuti penyuluhan, serta pendampingan yang

berkelanjutan juga berkontribusi besar terhadap peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani. Temuan ini mengindikasikan bahwa program pemberdayaan masyarakat perlu dirancang menggunakan metode pembelajaran yang partisipatif dan mudah dipahami. Kombinasi penyuluhan, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan berkelanjutan akan lebih efektif dibandingkan penyampaian materi secara teoritis, terutama bagi kelompok sasaran dengan tingkat pendidikan formal yang relatif rendah.

Besar anggota Kelompok Wanita Tani (KWT) memiliki luas pekarangan sekitar 300–399 m², yaitu sebanyak 9 orang (45%). Selanjutnya, 7 orang (35%) memiliki pekarangan seluas 400–499 m², 3 orang (15%) memiliki pekarangan 100–299 m², dan hanya 1 orang (5%) yang memiliki pekarangan kurang dari 100 m². Tidak terdapat responden yang memiliki pekarangan lebih dari 500 m². Komposisi tersebut menunjukkan bahwa mayoritas anggota KWT memiliki lahan pekarangan yang cukup luas untuk dimanfaatkan sebagai media budidaya tanaman pangan, hortikultura, maupun tanaman obat keluarga. Pemanfaatan pekarangan secara optimal mampu meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga, memperbaiki kualitas gizi keluarga, serta memberikan tambahan pendapatan melalui produksi hasil pertanian skala rumah tangga. Selain itu, pekarangan dapat menjadi lokasi yang ideal untuk mengimplementasikan pupuk organik cair berbahan *eco-enzyme*, sehingga limbah organik rumah tangga dapat dimanfaatkan kembali sebagai input produksi dalam sistem pertanian yang lebih berkelanjutan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengembangan pekarangan berkontribusi terhadap ketahanan pangan, keberlanjutan lingkungan, dan peningkatan kesejahteraan rumah tangga petani (Issahaku, Kornher, Saiful Islam, & Abdul-Rahaman, 2023) (Issahaku et al., 2023).

Sebagian besar anggota Kelompok Wanita Tani (KWT) memiliki jumlah tanggungan keluarga kurang dari tiga orang, yaitu sebanyak 12 orang (64%). Selanjutnya, 6 orang (28%) memiliki tanggungan keluarga sebanyak 3–5 orang, sedangkan hanya 2 orang (8%) yang memiliki tanggungan lebih dari lima orang. Jumlah tanggungan keluarga merupakan salah satu karakteristik sosial ekonomi yang memengaruhi kemampuan rumah tangga dalam mengalokasikan tenaga kerja, pendapatan, serta sumber daya untuk kegiatan pertanian. Rumah tangga dengan jumlah anggota yang lebih besar memiliki kebutuhan konsumsi yang lebih tinggi, namun juga berpotensi memiliki ketersediaan tenaga kerja keluarga yang lebih banyak untuk mendukung kegiatan usaha tani. Oleh karena itu, jumlah tanggungan keluarga dapat memengaruhi keputusan rumah tangga dalam mengadopsi inovasi pertanian maupun mengoptimalkan pemanfaatan pekarangan. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Issahaku et al., 2023; Sukayat, Setiawan, Suharpaputra, & Kurnia, 2023) yang menunjukkan bahwa ukuran rumah tangga (*household size*) merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap penerapan praktik pertanian berkelanjutan dan partisipasi dalam pemanfaatan pekarangan.

3.2 Pelaksanaan Penelitian *Eco-enzyme* sebagai Pupuk Organik Cair (POC)

Table 1. Tahapan kegiatan dan luaran PKM di KWT angrek

Tahapan	Kegiatan	Luaran
Persiapan	Menyiapkan bahan dan alat	Bahan siap difermentasi
Pencampuran	Limbah organik, gula, dan air (3:1:10)	Campuran homogen
Fermentasi	Penyimpanan selama ±90 hari	Larutan <i>eco-enzyme</i> terbentuk
Penyaringan	Memisahkan larutan dan ampas	<i>Eco-enzyme</i> siap digunakan
Aplikasi	Pengenceran dan penggunaan pada tanaman	Pupuk organik siap diaplikasikan

Berdasarkan Table 1, proses pembuatan *eco-enzyme* dilaksanakan secara bertahap untuk memastikan proses fermentasi berlangsung optimal dan menghasilkan produk yang berkualitas. Tahap pertama adalah persiapan, yaitu menyiapkan seluruh bahan dan peralatan yang diperlukan. Bahan utama yang digunakan berupa limbah organik, gula merah/molase, dan air bersih, sedangkan peralatan meliputi wadah fermentasi, alat ukur, dan alat pengaduk. Pada tahap ini dihasilkan bahan dan peralatan yang siap digunakan dalam proses fermentasi. Tahap berikutnya adalah pencampuran, yaitu mengombinasikan limbah organik, gula, dan air dengan perbandingan 3:1:10. Seluruh bahan diaduk

hingga homogen sehingga gula larut sempurna dan seluruh bahan tercampur merata. Campuran homogen ini menjadi media yang mendukung aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi. Selanjutnya dilakukan fermentasi dengan menyimpan campuran dalam wadah tertutup selama ± 90 hari. Wadah dibuka secara berkala pada minggu-minggu awal untuk melepaskan gas hasil fermentasi sehingga tekanan di dalam wadah tetap stabil. Selama proses ini, mikroorganisme menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang bermanfaat sehingga terbentuk larutan *eco-enzyme* yang berwarna cokelat dengan aroma asam segar khas fermentasi. Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan penyaringan untuk memisahkan larutan *eco-enzyme* dari ampas organik. Larutan hasil penyaringan disimpan dalam wadah bersih dan siap digunakan, sedangkan ampas fermentasi masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos atau pembenah tanah sehingga tidak menghasilkan limbah. Tahap terakhir adalah aplikasi, yaitu melakukan pengenceran *eco-enzyme* sesuai kebutuhan sebelum diaplikasikan pada tanaman. Larutan yang telah diencerkan digunakan sebagai pupuk organik cair atau biostimulan untuk meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki pertumbuhan tanaman, serta mendukung budidaya pertanian yang ramah lingkungan. Dengan demikian, luaran akhir dari proses ini adalah pupuk organik berbasis *eco-enzyme* yang siap diaplikasikan pada tanaman.

Limbah organik rumah tangga, seperti sisa sayuran dan kulit buah, dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik berbahan *eco-enzyme* melalui proses fermentasi. Bahan organik dicacah, kemudian dicampurkan dengan gula merah atau molase dan air dengan perbandingan 3:1:10 (bahan organik:gula), selanjutnya difermentasi dalam wadah tertutup selama kurang lebih 90 hari hingga menghasilkan larutan berwarna cokelat dengan aroma asam segar yang menandakan proses fermentasi berlangsung dengan baik ([Rachman, Yanti, & Abdullah, 2025](#)). Larutan hasil fermentasi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair, aktivator kompos, maupun penyubur tanaman karena mengandung senyawa organik dan aktivitas enzim yang mendukung pertumbuhan tanaman serta pemanfaatan limbah organik secara berkelanjutan ([Gumilar et al., 2025](#); [Vitaliati, Dafiq, & Puspasari, 2024](#)) Selanjutnya diagram proses pembuatan ekoenzim sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir proses pembuatan eko-enzim untuk Pupuk Organik Cair (POC)

Berdasarkan Gambar 3, alur pembuatan pupuk organik cair berbahan dasar *eco-enzyme* dilakukan melalui enam tahapan utama yang saling berkesinambungan, mulai dari persiapan bahan hingga aplikasi pada tanaman. Tahap pertama adalah persiapan bahan, yaitu menyiapkan limbah organik seperti sisa buah dan sayuran, gula merah atau molase sebagai sumber karbon, serta air bersih. Pemilihan bahan yang berkualitas akan mendukung aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi sehingga menghasilkan *eco-enzyme* yang optimal. Tahap kedua adalah pencacahan, di mana limbah organik dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran, kemudian dipotong menjadi bagian-bagian kecil. Proses pencacahan bertujuan memperbesar luas permukaan bahan sehingga

mikroorganisme lebih mudah menguraikan bahan organik selama fermentasi berlangsung. Selanjutnya dilakukan pencampuran dengan menggunakan perbandingan 3 : 1 : 10, yaitu tiga bagian limbah organik, satu bagian gula merah atau molase, dan sepuluh bagian air. Seluruh bahan diaduk hingga homogen sebelum dimasukkan ke dalam wadah fermentasi yang bersih dan memiliki penutup rapat. Tahap berikutnya adalah fermentasi, yaitu menyimpan campuran dalam wadah tertutup selama kurang lebih 90 hari. Selama proses ini, mikroorganisme akan menguraikan bahan organik menjadi berbagai senyawa bermanfaat, seperti enzim, asam organik, serta nutrisi yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Pada awal fermentasi, tutup wadah dibuka secara berkala untuk mengeluarkan gas hasil aktivitas mikroba sehingga tekanan di dalam wadah tetap stabil. Setelah fermentasi selesai, dilakukan penyaringan untuk memisahkan larutan *eco-enzyme* dari ampas organik. Larutan hasil penyaringan merupakan produk utama yang siap dimanfaatkan, sedangkan ampasnya masih dapat digunakan sebagai bahan kompos atau pembenah tanah sehingga seluruh bahan dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa menghasilkan limbah. Tahap terakhir adalah hasil dan aplikasi. Sebelum digunakan, larutan *eco-enzyme* diencerkan dengan dosis 5–10 mL per 1 liter air. Larutan tersebut kemudian diaplikasikan melalui penyiraman pada media tanam atau penyemprotan pada daun tanaman. Penggunaan pupuk organik cair berbahan *eco-enzyme* secara rutin dapat membantu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, memperbaiki kesuburan tanah, meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman, serta mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia. Selain memberikan manfaat bagi tanaman, pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku *eco-enzyme* juga mendukung penerapan pertanian berkelanjutan melalui pengurangan limbah rumah tangga dan peningkatan nilai tambah limbah organik.

Kegiatan pengabdian diawali dengan penyuluhan mengenai konsep pertanian terintegrasi pola Kebun–Kandang–Kolam (K3), pemanfaatan limbah organik, serta pembuatan pupuk berbahan *eco-enzyme* sebagai alternatif pupuk organik yang ramah lingkungan. Penyuluhan berperan dalam meningkatkan pengetahuan dan membangun kesadaran masyarakat mengenai pengelolaan limbah organik secara berkelanjutan melalui pemanfaatan sumber daya lokal. Dan alternative pengelolaan sampah ([Maulida, Herwina, & Hamdan, 2023](#); [Widyaningsih, Aminudin, Kusuma, Muna, & Nafisa, 2024](#)) Selanjutnya, dilakukan diskusi interaktif (*Focus Group Discussion/FGD*) untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi anggota KWT Anggrek dalam pengelolaan limbah organik dan pemenuhan kebutuhan pupuk sehingga materi pelatihan dapat disesuaikan dengan kebutuhan mitra. Pendekatan partisipatif melalui diskusi terbukti mampu meningkatkan keterlibatan peserta dalam proses pembelajaran dan pengambilan keputusan. ([Fahriyah et al., 2023](#)). Tahap berikutnya adalah demonstrasi pembuatan pupuk berbahan *eco-enzyme* yang meliputi persiapan bahan, pencampuran limbah organik, gula merah (molase), dan air, proses fermentasi, hingga penyaringan hasil fermentasi. Demonstrasi dilanjutkan dengan praktik langsung secara berkelompok sehingga setiap peserta memperoleh pengalaman dalam menerapkan seluruh tahapan pembuatan *eco-enzyme* secara mandiri. Metode praktik terbukti efektif meningkatkan keterampilan masyarakat dalam mengolah limbah organik menjadi produk yang bernilai guna serta mendorong penerapan teknologi secara berkelanjutan ([Zuhriawan et al., 2023](#)). Dokumen proses pembuatan eko enzim untuk Pupuk organik Cair terdapat pada Gambar 4 berikut:



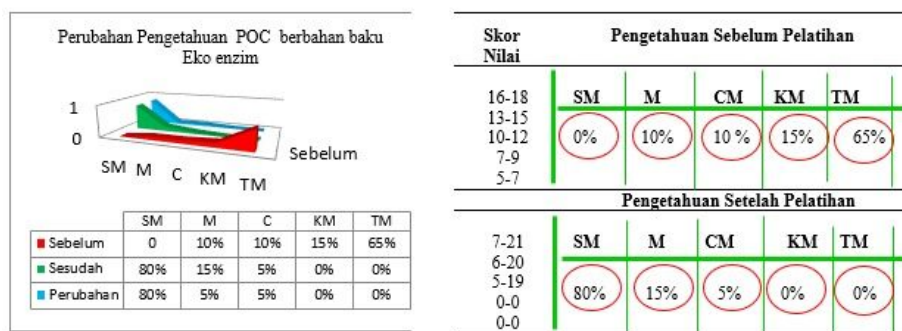
Gambar 4. Pelaksanaan kegiatan

Berdasarkan Gambar 4, terlihat rangkaian kegiatan pelatihan pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) yang dimulai dari proses pemanfaatan limbah organik rumah tangga sebagai bahan baku utama. Limbah berupa sisa sayuran, kulit buah, dan bahan organik lainnya dipilah dan dipersiapkan untuk proses fermentasi sehingga memiliki nilai tambah serta dapat mengurangi jumlah sampah organik yang dibuang ke lingkungan. Tahapan berikutnya menunjukkan proses fermentasi bahan organik menggunakan reaktor ember bertingkat yang menghasilkan cairan hasil fermentasi sebagai pupuk organik cair. Selama proses tersebut, peserta memperoleh penjelasan mengenai fungsi setiap komponen reaktor, teknik pencampuran bahan, serta tahapan fermentasi yang benar agar menghasilkan POC berkualitas. Kegiatan pelatihan dilaksanakan secara partisipatif melalui metode penyuluhan, demonstrasi, dan praktik langsung. Tim pelaksana memberikan pendampingan kepada peserta mulai dari persiapan bahan, proses pembuatan, hingga teknik pemanenan hasil fermentasi. Pendekatan ini memungkinkan peserta memahami setiap tahapan secara praktis sehingga keterampilan dalam memproduksi POC dapat meningkat. Setelah proses fermentasi selesai, dihasilkan pupuk organik cair yang kemudian dikemas dalam wadah berlabel sebagai produk siap digunakan maupun berpotensi dikembangkan sebagai produk bernilai ekonomi. Kegiatan diakhiri dengan sesi evaluasi dan dokumentasi bersama seluruh peserta sebagai bentuk komitmen dalam mengimplementasikan teknologi pengolahan limbah organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan dan memperkuat kapasitas kelompok masyarakat dalam pengelolaan sumber daya lokal.

Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan kepercayaan diri masyarakat dalam menerapkan teknologi *eco-enzyme* secara mandiri ([Lustiyati, Untari, Rosali, & Dewi, 2024](#)). Melalui kegiatan tersebut, peserta mampu memahami proses pembuatan, fermentasi, penyaringan, dan penggunaan pupuk berbahan *eco-enzyme*, sehingga memiliki kemampuan untuk memanfaatkan limbah organik sebagai pupuk alternatif yang mendukung penerapan pertanian terintegrasi pola Kebun–Kandang–Kolam (K3) ([Deananda & Rini, 2024](#); [Hariani, Rahman, Nur Kholifah, Gunawan, & Mulawarman, 2024](#)). Pemanfaatan pupuk berbahan *eco-enzyme* secara berkelanjutan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan input pertanian, memperbaiki kualitas tanah, serta mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia sintetis ([Surtikanti et al., 2024](#); [Tuapattinaya et al., 2024](#)).

3.3 Hasil Kegiatan pelatihan

Sebelum pelaksanaan penyuluhan, peserta diberikan pre-test untuk mengidentifikasi tingkat pengetahuan awal mengenai pengelolaan limbah organik dan pembuatan pupuk berbahan *eco-enzyme*, bahan baku pembuatannya, lama proses fermentasi, manfaat *eco-enzyme* bagi tanaman, serta teknik aplikasinya. Setelah seluruh rangkaian penyuluhan, demonstrasi, dan praktik selesai dilaksanakan, peserta kembali diberikan post-test menggunakan indikator yang sama untuk mengukur peningkatan pengetahuan setelah mengikuti pelatihan. Hasil *pre-test* dan *post-test* digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi efektivitas kegiatan sekaligus mengukur perubahan tingkat pemahaman peserta terhadap materi yang telah diberikan. Penggunaan evaluasi sebelum dan sesudah pelatihan merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam kegiatan pendidikan dan pengabdian kepada masyarakat untuk menilai capaian pembelajaran serta efektivitas proses *transfer* pengetahuan ([Arikunto, 2013](#)). Hasil evaluasi yang disajikan pada Gambar 5 menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta pada seluruh indikator, yang mengindikasikan bahwa metode penyuluhan, diskusi, demonstrasi, dan praktik langsung mampu meningkatkan kapasitas anggota KWT Anggrek dalam pembuatan dan pemanfaatan *eco-enzyme* sebagai pupuk organik.



Gambar 5. Hasil pre-test dan post-test

Berdasarkan Gambar 5, hasil evaluasi *pre-test* dan *post-test* menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan peserta setelah mengikuti penyuluhan dan praktik pembuatan pupuk berbahan *eco-enzyme*. Evaluasi dilakukan terhadap lima indikator, yaitu pemahaman mengenai pengertian *eco-enzyme*, bahan pembuatannya, lama proses fermentasi, manfaat bagi tanaman, serta teknik aplikasinya. Hasil *post-test* menunjukkan bahwa 80% peserta berada pada perubahan kategori sangat mengerti, 15% perubahan pada kategori mengerti, dan 5% pada kategori cukup mengerti, sedangkan tidak terdapat lagi peserta yang berada pada kategori kurang mengerti maupun tidak mengerti. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa metode penyuluhan yang dipadukan dengan diskusi, demonstrasi, dan praktik langsung efektif meningkatkan pengetahuan peserta dalam mengolah limbah organik menjadi produk yang bernilai guna. Hasil ini sejalan dengan kegiatan pengabdian yang dilakukan oleh (Widyaningsih, Aminudin, Kusuma, Muna, & Nafisa, 2024), yang melaporkan bahwa pelatihan *eco-enzyme* melalui metode diskusi, praktik, dan evaluasi *pre-test-post-test* mampu meningkatkan pengetahuan serta keterampilan masyarakat dalam memanfaatkan limbah organik menjadi produk yang bermanfaat. Sebelum pelatihan, sebagian besar peserta telah mengenal jenis limbah organik rumah tangga, namun masih memiliki pemahaman yang terbatas mengenai proses fermentasi, manfaat, dan teknik aplikasi *eco-enzyme* sebagai pupuk organik. Setelah mengikuti seluruh rangkaian kegiatan, peserta menunjukkan peningkatan pemahaman pada setiap indikator yang diukur. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang mengombinasikan penyampaian materi dengan praktik langsung lebih efektif dalam meningkatkan kompetensi peserta dibandingkan penyampaian teori saja. Temuan tersebut juga didukung oleh Syafrial, Uliyandri, Komalasari, Nopiyanto, Elya, and Dora (2024) dan Widyaningsih et al. (2024) yang menyatakan bahwa pelatihan pembuatan *eco-enzyme* memberikan pengalaman belajar yang aplikatif sehingga peserta mampu memahami proses fermentasi dan mempraktikkannya secara mandiri dalam pengelolaan limbah organik.

Peningkatan pengetahuan peserta merupakan salah satu indikator penting dalam keberhasilan kegiatan pemberdayaan masyarakat karena menjadi dasar bagi petani untuk memahami, menerima, dan menerapkan inovasi yang diperkenalkan. Dalam kegiatan ini, pelatihan pembuatan pupuk berbahan *eco-enzyme* dirancang untuk meningkatkan kapasitas anggota Kelompok Wanita Tani (KWT) Anggrek dalam mengelola limbah organik rumah tangga menjadi pupuk organik yang dapat dimanfaatkan pada sistem pertanian terintegrasi pola Kebun-Kandang-Kolam (K3). Penguatan kapasitas melalui penyuluhan dan pelatihan merupakan faktor penting dalam meningkatkan adopsi teknologi pertanian, terutama apabila proses pembelajaran dilakukan secara partisipatif, kontekstual, dan sesuai dengan kebutuhan petani. (Becerra-Encinales, Bernal-Hernandez, Beltrán-Giraldo, Cooman, Reyes, & Cruz, 2024). Hasil *post-test* menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta mengenai konsep dasar *eco-enzyme*, proses fermentasi, teknik pembuatan, hingga cara aplikasinya pada tanaman. Temuan ini mengindikasikan bahwa metode penyuluhan yang dikombinasikan dengan demonstrasi dan praktik lapangan mampu meningkatkan kompetensi peserta secara efektif. Pembelajaran berbasis praktik memberikan kesempatan kepada petani untuk memperoleh pengalaman langsung sehingga meningkatkan kepercayaan diri dalam mengadopsi teknologi baru serta mempercepat proses penerapannya pada kegiatan usaha tani. (Matisic, Dugan, & Bogunovic, 2024). Selain meningkatkan

pengetahuan, pelatihan juga mendorong perubahan perilaku peserta dalam memanfaatkan limbah organik rumah tangga. Limbah yang sebelumnya belum dimanfaatkan secara optimal mulai dipandang sebagai sumber daya yang dapat diolah menjadi pupuk organik sehingga memiliki nilai tambah bagi kegiatan budidaya. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pertanian berkelanjutan yang menekankan efisiensi penggunaan sumber daya, pengurangan limbah, dan pemeliharaan kualitas lingkungan melalui pemanfaatan bahan organik sebagai bagian dari pengelolaan tanah.

Berbagai kajian menunjukkan bahwa penggunaan bahan organik secara berkelanjutan berkontribusi terhadap perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga mendukung produktivitas pertanian dalam jangka panjang. Pelatihan pembuatan pupuk berbahan *eco-enzyme* juga meningkatkan keterampilan praktis peserta dalam mengolah limbah organik menjadi produk yang dapat dimanfaatkan secara mandiri. Kemampuan peserta dalam melaksanakan seluruh tahapan pembuatan, mulai dari persiapan bahan, pencampuran, fermentasi, hingga aplikasi pada tanaman, menunjukkan bahwa transfer teknologi telah berlangsung dengan baik. Peningkatan keterampilan tersebut menjadi modal penting dalam mendukung implementasi sistem pertanian terintegrasi pola Kebun–Kandang–Kolam (K3), yaitu sistem yang mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya lokal dan mendaur ulang hasil samping setiap komponen usaha tani sehingga tercipta sistem produksi yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan.

Komitmen peserta untuk menerapkan hasil pelatihan pada kebun pertanian terintegrasi menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian tidak hanya meningkatkan aspek pengetahuan (*knowledge*) dan keterampilan (*skills*), tetapi juga membentuk sikap positif (*attitude*) terhadap penerapan pertanian ramah lingkungan. Pemanfaatan pupuk organik yang diproduksi secara mandiri diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk dari luar kelompok, menekan biaya produksi, serta meningkatkan keberlanjutan sistem budidaya melalui pemanfaatan sumber daya lokal secara lebih efisien. Kondisi ini sejalan dengan konsep sistem agrifood berkelanjutan yang menekankan pentingnya efisiensi penggunaan sumber daya, pengelolaan limbah, serta integrasi aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan ([Castillo-Díaz, Belmonte-Ureña, López-Serrano, & Camacho-Ferre, 2024](#)).

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Pelatihan pembuatan pupuk berbahan *eco-enzyme* berhasil meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran anggota KWT Anggrek Desa Tegal Yoso dalam mengolah limbah organik rumah tangga menjadi pupuk organik yang bernilai guna. Melalui penyuluhan, diskusi, demonstrasi, dan praktik langsung, peserta mampu membuat serta mengaplikasikan pupuk berbahan *eco-enzyme* secara mandiri. Kegiatan ini mendukung penerapan pertanian terintegrasi pola Kebun–Kandang–Kolam (K3) melalui pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya lokal, sehingga berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap pupuk dari luar kelompok serta mewujudkan sistem pertanian yang lebih mandiri, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

4.2 Limitasi Penelitian

Keterbatasan kegiatan ini adalah belum dilakukannya evaluasi jangka panjang terhadap hasil fermentasi dan efektivitas pupuk berbahan *eco-enzyme* pada budidaya tanaman. Oleh karena itu, diperlukan pendampingan lanjutan untuk memantau kualitas produk serta keberlanjutan penerapannya dalam sistem pertanian terintegrasi pola Kebun–Kandang–Kolam (K3).

4.3 Saran dan Studi Lanjutan

Kegiatan pengabdian selanjutnya perlu diarahkan pada pendampingan penerapan pupuk berbahan *eco-enzyme* secara berkelanjutan. Penelitian berikutnya disarankan mengkaji kualitas pupuk, efektivitasnya terhadap pertumbuhan tanaman, serta manfaat ekonomi dalam mendukung pertanian terintegrasi pola Kebun–Kandang–Kolam (K3).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Lampung yang telah memberikan dukungan pendanaan sehingga kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Desa Tegal Yoso, Kelompok Wanita Tani (KWT) Anggrek, serta seluruh pihak yang telah berpartisipasi dan mendukung pelaksanaan kegiatan ini.

References

- Abu, N., Dwangga, M., Ibal, L., Yasin, A. F., Rahmatullah, A., Nurbiah, & UmarMarasabessy. (2024). Pengenalan dan pembuatan eco-enzyme di lingkungan Universitas Muhammadiyah Sorong sebagai alternatif pengurangan sampah organik. *Jurnal Pengabdian NASional*, 5(2), 538-545. <https://doi.org/10.35870/jpni.v5i2.890>
- Agustina, L., AStuti, R., Asngad, A., Suparti, Tyastuti, E. M., & Sari, S. K. (2024). Workshop on eco-enzyme production as the implementation of zero waste concept at SD Muhammadiyah PK Kottabarat Surakarta. Paper presented at Community Empowerment.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan* (2nd ed.).
- Basuki, B., Tanzil, A. I., & Widjayanti, F. N. (2023). Pembedayaan Poktan Harapan Desa Slateng melalui pengetahuan eco-enzim menuju pertanian berkelanjutan. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(3), 1827-1834. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v7i3.16990>
- Becerra-Encinales, J. F., Bernal-Hernandez, P., Beltrán-Giraldo, J. A., Cooman, A. P., Reyes, L. H., & Cruz, J. C. (2024). Agricultural extension for adopting technological practices in developing countries: A scoping review of barriers and dimensions. *Sustainability (Switzerland)*, 16(9), 1-20. <https://doi.org/10.3390/su16093555>
- Bhagat, R., Walia, S. S., Sharma, K., Singh, R., Singh, G., & Hossain, A. (2024). The integrated farming system is an environmentally friendly and cost-effective approach to the sustainability of agri-food systems in the modern era of the changing climate: A comprehensive review. *Food and Energy Security*, 13(1), 1-21. <https://doi.org/10.1002/fes3.534>
- Biswas, A., Arkar, S., Ghosh, K., & Balo, S. (2024). Integrated farming systems for sustainable agriculture. *Eco-Friendly Agro-Biological Techniques for Enhancing Crop Productivity*, 19–28. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6934-5_6
- Castillo-Díaz, F. J., Belmonte-Ureña, L. J., López-Serrano, M. J., & Camacho-Ferre, F. (2024). Quantifying sustainability in the agri-food system: A comprehensive methodological framework and expert consensus approach. *Agricultural and Food Economics*, 12(1), 12-20. <https://doi.org/10.1186/s40100-024-00314-w>
- Chambers, R. (1996). *PRA: Memahami Desa Secara Partisipatif*. PRA: Memahami Desa Secara Partisipatif.
- Deananda, E., & Rini, H. P. (2024). Pemberdayaan masyarakat melalui pembuatan eco enzyme di Desa Jarak Kabupaten Jombang. *Jurnal Padma*, 04(01), 222-228. <https://doi.org/10.66084/mpkm.v2i01.286>
- Dzikrika, F. N., Sitawati, Aini, N., & Damaiyanti, D. R. R. (2019). The effect of eco enzyme concentration and npk fertilizer dosage on the growth and yield of sweet potatoes (ipomoea batatas l.) at the urban farming planting system. *International Journal of Environment, Agriculture and Bioteknologi*, 8(6), 260-266. <https://doi.org/10.22161/ijeab>
- Fahriyah, Ardyati, T., Fajar, Y., Pertiwi, A. V., Aprilia, A., Isaskar, R., ... Bai, K. (2023). Pendampingan pengelolaan sampah organik dapur bersama ibu rumah tangga dan unit usaha TPST BUMDES menggunakan partisipatory rural appraisal. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 7(6), 1-12. <https://doi.org/10.31764/jmm.v7i6.19378>
- Gumilar, G. G., Kadarohman, A., Fakhrurozi, M. F., Nahadi, Supriyanti, F. M. T., & Munawaroh, H. S. H. (2025). Characterization and enzymatic evaluation of coenzyme derived from fruit and vegetable waste: An effort to achieve zero waste concept. *Baghdad Science Journal*, 22(4), 1175-1184. <https://doi.org/10.21123/bsj.2024.10707>

- Hadiah, F., Cundari, L., Afrah, B. D., Sari, T. I., Fitri, R. F., Gayatri, R., & Anggraini, D. (2025). Integrasi pembuatan eco-enzyme sebagai pestisida dan pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman di Desa Muara Penimbung Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Pengabdian Kolaborasi Dan Inovasi IPTEKS*, 3(3), 781-791. <https://doi.org/10.59407/jpki2.v3i3.2348>
- Hariani, N., Rahman, R., Nur Kholifah, A., Gunawan, M., & Mulawarman, U. (2024). Pelatihan pembuatan eco enzym kepada masyarakat RT 27 dan 35 Desa Muang Ilir, Samarinda. *JPM (Jurnal Pemberdayaan Masyarakat)*, 9(1), 23-21. <https://doi.org/10.21067/jpm.v9i1.9167>
- Heltina, D., Waruwu, D., Amelia, R., & Yovi, M. (2025). Pengembangan usaha pertanian masyarakat desa pekan tua dengan pemanfaatan limbah dapur melalui eco-enzyme. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 3(4), 1333-1338. <https://doi.org/10.59837/jpmba.v3i4.2377>
- Huda, M. F., Putri, R. T. H., Ayuni Eka Cahyati, D., Masruroh, S. N., Iksan, S. B. I., Rivan, Achmad, D., & Nasrullah, A. (2023). Pelatihan Pembuatan Pupuk Berbahan Eco-Enzyme sebagai Upaya Pengelolaan Sampah Rumah Tangga. *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 137-141. <https://doi.org/10.32764/abdimasper.v4i3.4467>
- Idrus, I. I., Ramli, M., Mappe, U. U., Amandaria, R., & Jusnawati. (2023). Pengolahan sampah organik rumah tangga menjadi eco-enzyme. <https://doi.org/10.31960/caradde.v6i2.2163>
- Irmansyah, T., Simangunsong, A. A., Sebayang, A., Girsang, S. S., & Lubis, D. S. (2024). Application of eco-enzyme solution as a multipurpose liquid fertilizer to enhance performance of sorghum varieties. *AgriTECH*, 44(3), 189-196. <https://doi.org/10.22146/agritech.86048>
- Issahaku, G., Kornher, L., Saiful Islam, A. H. M., & Abdul-Rahaman, A. (2023). Heterogeneous impacts of home-gardening on household food and nutrition security in Rwanda. *Food Security*, 15(3), 731-750. <https://doi.org/10.1007/s12571-023-01344-w>
- Iswari, Z., & Astuti, R. (2024). Potensi eco enzyme untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung (ipomoea reptans poir). *Agroteknika*, 7(3), 403-410. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i3.262>
- Kelana, G., Manuhutu, E. A., & Paendong, S. M. P. (2024). Ketahanan ekonomi melalui penerapan pertanian berkelanjutan dan pengelolaan limbah cair dan padat (pupuk eco enzyme) di Desa Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. *Edu Research Indonesian Institute For Corporate Learning And Studies (IICLS)*, 5(1), 70-80. <https://doi.org/10.59188/jcs.v3i1.601>
- Lustiyati, E. D., Untari, J., Rosali, W., & Dewi, D. (2024). Pelatihan daur ulang limbah organik dapur menjadi eco enzyme bagi ibu rumah tangga training on recycling kitchen organic waste into eco enzyme for housewives. *Jurnal Pengabdian Masyarakat JPPM*, 8(1), 9-16. <https://doi.org/10.30595/jppm.v8i1.13336>
- Maharani, N. P., & Sudiarawan, K. A. (2025). Pengaturan pemanfaatan eco enzyme dalam pengelolaan sampah organik. *Jurnal Media Akadenik*, 3(11), 1-18. <https://doi.org/10.62281/8ryckb55>
- Manalu, R. sahanaya, Tamba, L. O. B., Lubis, D., Barus, E., Erika, E., Pasaribu, A., ... Elfayetti, M. (2024). Pemanfaatan eco enzyme dari bahan sayuran dan buah buahan sebagai bahan pupuk organik. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*, 2(2), 56-64. <https://doi.org/10.59581/jtpip-widyakarya.v2i2.3685>
- Matisic, M., Dugan, I., & Bogunovic, I. (2024). Challenges in sustainable agriculture—the role of organic amendments. *Agriculture (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/agriculture14040643>
- Maulida, H., Herwina, W., & Hamdan, A. (2023). Pelatihan eco enzim sebagai alternatif pengolahan sampah. *Journal of Education ,Administration, Training and Religion*, 4(2), 85-93. <https://doi.org/10.38075/jen>
- Nurfadilah, F., Surtikanti, H. K., & Nilawati, T. S. (2024). Pertumbuhan tanaman bayam horengo (Spinacia orelacea L.) dengan pemberian nutrisi menggunakan ekoenzim. *Holistic: Journal of Tropical Agriculture Sciences*, 1(2), 114-125. <https://doi.org/10.61511/hjtas.v1i2.2024.333>

- Prodyanatasari, A., Jayanti, K. D., Purnadianti, M., Putri, M. P., Dan, & Wahyu, F. J. (2024). Pembuatan eco enzim berbasis komunitas langkah menuju lingkungan bersih dan berkelanjutan. *Darmabakti Cendikia*, 06(2), 193-201. <https://doi.org/10.20473/dc>
- Rachman, R. M., Yanti, S. A., & Abdullah, N. O. (2025). Innovative eco-enzyme from fruit and vegetable waste for pollution control. *Gema Lingkungan Kesehatan*, 23(1), 14-19. <https://doi.org/10.36568/gelinkes.v23i1.142>
- Rosalina, R., Hermayantiningsih, D., Priyadi, M., Decenly, D., Putri, A. A., & Sametri, N. W. S. (2025). Empowering Talian Kereng Village farmer groups through independent organic fertilizer production based on local resources for sustainable agriculture. *Community Empowerment*, 10(2), 320-329. <https://doi.org/10.31603/ce.12340>
- Sihite, I. F. (2024). Eco enzyme dengan kulit buah dan sayuran beserta manfaatnya untuk kehidupan manusia. *Ikraith-Teknologi*, 8(1), 48-53. <https://doi.org/10.37817/ikraith-teknologi.v8i1>
- Sukayat, Y., Setiawan, I., Suharfa Putra, U., & Kurnia, G. (2023). Determining factors for farmers to engage in sustainable agricultural practices: A case from Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 15(13), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su151310548>
- Syafriani, Uliyandri, M., Komalasari, D., Nopiyanto, Y. E., Elya, Y. novia, & Dora, A. D. (2024). Pemberdayaan santri melalui pelatihan pembuatan eco enzim dari limbah kulit buah dan sayur sebagai pupuk cair. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(4), 1476-1486. <https://doi.org/10.37339/jurpikat.v5i4.1917>
- Tuapattinaya, P. M. J., Tiven, J. G., Fretes, G. de, Madubun, G., Dan, & Lopulalan, G. (2024). Eco-enzyme : Liquide organic fertilizer on the growth of mustarin plants (brassica chinensis) as supporting literacy and numeration. *BIOMA : Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 41-51. <https://doi.org/10.26877/bioma.v13i2.1098>
- Vitaliati, T., Dafi, A. I., & Puspasari, D. (2024). Sosialisasi pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku pembuatan eco enzyme bagi masyarakat Di Wilayah Pedesaan. *Jurnal Aplikasi Iptek Untuk Masyarakat*, 13(1), 78-83. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v13i1.49916>
- Widyaningsih, B., Aminudin, S., Kusuma, A., Muna, N. El, & Nafisa, D. salsabila. (2024). Pelatihan pemanfaatan eco- enzyme dalam pemberdayaan masyarakat. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 30-34. <https://doi.org/10.32764/abdimasper.v5i1.4368>
- Yuliani, F., Anwar, K., Fairuzzia, F., & Farhana, M. (2024). Efektivitas nano guano dan eco-enzyme terhadap pertumbuhan jagung (Zea mays L) dan serapan fosfor di tanah inceptisol. <https://doi.org/10.30997/jp.v15i2.14775>
- Zuhriawan, M. Q., Umardiyah, F., & Pramudita, S. (2023). Pelatihan pembuatan pupuk eco-enzyme sebagai alternatif pengelolaan sampah organik rumah tangga di Desa Kedunglumpang Jombang. *Jumat*, 4(3), 157-162. <https://doi.org/10.32764/abdimasper.v4i3.4463>