

Optimalisasi Pengelolaan Limbah Organik melalui Inovasi Produksi Ecoenzym dalam Mendukung Pemberdayaan dan Kemandirian Ekologis Masyarakat

Nelva Ginting^{1,*}, Dompok Pasaribu², Reflianta Br Sinaga¹, Riska Elsa Sinaga¹, Jonathan Pasaribu¹, Selly Tampubolon¹

¹ Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Agribisnis, Universitas Mahkota Tricom Unggul, Medan, Indonesia

² Fakultas Ekonomi, Program Studi Akuntansi, Universitas Methodist Indonesia, Medan, Indonesia

Email: ^{1,*}nelva.meyriani@gmail.com, ²yoh02002@yahoo.com, ³reflianta@gmail.com, ⁴riskaelsa15@gmail.com,

⁵jonathannpsrb@gmail.com, ⁶selly.tampubolon@gmail.com

(* : coresponding author)

Abstrak—Permasalahan limbah organik rumah tangga di Kecamatan Kabanjahe Kabupaten Karo masih didominasi pola pengelolaan konvensional berupa kumpul-angkut-buang tanpa proses pemilahan dan pemanfaatan kembali. Kondisi ini berkontribusi terhadap peningkatan volume sampah, potensi pencemaran lingkungan, serta hilangnya peluang pemanfaatan limbah sebagai sumber daya bernilai guna. Limbah organik yang tidak terkelola juga menyebabkan hilangnya peluang nilai tambah ekonomi bagi masyarakat. Berdasarkan observasi awal, sebagian besar masyarakat belum memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam mengolah limbah organik secara mandiri. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan literasi lingkungan, keterampilan teknis, serta mendorong perubahan perilaku masyarakat dalam mengolah limbah organik menjadi ecoenzym melalui proses fermentasi sederhana. Mitra kegiatan adalah 20 orang yang terdiri atas ibu-ibu PKK dan Karang Taruna. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan edukatif dan partisipatif melalui tahapan persiapan, penyuluhan materi tentang konsep dan manfaat ecoenzym, pelatihan praktik langsung dengan komposisi 3:1:10 (limbah organik:gula:air), serta evaluasi menggunakan instrumen pre-test dan post-test dan observasi keterampilan praktik. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan rata-rata pemahaman peserta sebesar 35%, meningkatnya kemampuan peserta dalam memproduksi ecoenzym secara mandiri, serta terbentuknya kelompok “Ecoenzym Kabanjahe Hijau” sebagai bentuk keberlanjutan program. Kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap peningkatan kesadaran lingkungan, pengurangan limbah organik rumah tangga, serta membuka peluang pengembangan produk ramah lingkungan berbasis komunitas yang berorientasi pada prinsip keberlanjutan.

Kata Kunci: Ecoenzym; Pemberdayaan Masyarakat; Limbah Organik; Fermentasi; Keberlanjutan Lingkungan

Abstract—The issue of household organic waste in Kabanjahe District, Karo Regency, is still dominated by conventional management patterns in the form of collection, transport, and disposal without any sorting or reuse processes. This condition contributes to an increase in waste volume, potential environmental pollution, and the loss of opportunities to utilize waste as a valuable resource. Unmanaged organic waste also results in the loss of economic value-added opportunities for the community. Based on initial observations, community does not yet have the knowledge and skills to process organic waste independently. This community service activity aims to improve environmental literacy, technical skills, and encourage behavioral changes the community in processing organic waste into ecoenzymes through a simple fermentation process. The partners in this activity are 20 people consisting of PKK mothers and Karang Taruna youth organization members. The implementation method used an educational and participatory approach through the stages of preparation, information dissemination on the concept and benefits of ecoenzymes, hands-on training with a 3:1:10 composition (organic waste:sugar:water), and evaluation using pre-test and post-test instruments and observation of practical skills. The results of the activity showed an average increase in participants' understanding of 35%, an increase in participants' ability to produce ecoenzymes independently, and the formation of the “Ecoenzym Kabanjahe Hijau” group as a form of program sustainability. This activity had a positive impact on increasing environmental awareness, reducing household organic waste, and opening up opportunities for the development of community-based environmentally friendly products oriented towards the principles of sustainability.

Keywords: Ecoenzyme; Community Empowerment; Waste Management; Fermentation; Environmental Sustainability

1. PENDAHULUAN

Mitra kegiatan dalam program Pengabdian kepada Masyarakat ini adalah Kelompok PKK dan Karang Taruna Desa Ketaren Kecamatan Kabanjahe Kabupaten Karo yang memiliki modal sosial kuat melalui jaringan perempuan dan pemuda, kondisi yang menurut berbagai studi menjadi faktor penting keberhasilan program pengelolaan sampah berbasis komunitas (Indah Sari et al., 2021) Aktivitas ekonomi warga didominasi oleh budidaya serta perdagangan sayuran dan buah hortikultura sehingga timbulan limbah organik berupa sisa sayur, kulit buah, dan bahan pangan lain terjadi setiap hari dalam jumlah besar (Prodyanatasari et al., 2024)S ejumlah kegiatan pengabdian dan pelatihan ecoenzym telah dilaksanakan di berbagai daerah dengan pendekatan penyuluhan, demonstrasi, dan praktik langsung. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengelola limbah organik serta penurunan volume sampah yang dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (Nufus et al., 2025).

Program lain menekankan pelibatan ibu rumah tangga dalam pembentukan kelompok pengelola sampah berbasis lingkungan (Trisna Puspita Sari & Ida Nyoman Basmantra, 2023) Selain itu, beberapa studi melaporkan bahwa ecoenzym yang dihasilkan masyarakat dimanfaatkan sebagai pupuk cair untuk meningkatkan

pertumbuhan tanaman sayuran (Nasihin, Nurdin, Kosasih, Mulyanto, et al., 2022) Namun demikian, sebagian besar kegiatan tersebut masih berorientasi pada transfer pengetahuan dan keterampilan teknis jangka pendek. Aspek penguatan kelembagaan kelompok, sistem produksi berkelanjutan, manajemen mutu, serta pengembangan potensi nilai tambah ekonomi belum menjadi fokus utama. Dampaknya, produksi ecoenzym sering kali tidak berlanjut setelah kegiatan selesai karena belum adanya struktur organisasi, pembagian peran, maupun strategi pemanfaatan hasil produksi secara kolektif. Dengan demikian, terdapat *gap* antara pelatihan teknis dan model pemberdayaan yang berkelanjutan.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kegiatan ini dirancang dengan pendekatan yang lebih komprehensif, yaitu tidak hanya memberikan pelatihan pembuatan ecoenzym, tetapi juga mengintegrasikan penguatan kelembagaan lokal, pendampingan manajemen sederhana, serta eksplorasi peluang usaha berbasis produk ramah lingkungan. Pendekatan ini menekankan optimalisasi pemanfaatan limbah organik sebagai sumber daya produktif dalam kerangka ekonomi sirkular, sehingga diharapkan mampu menciptakan dampak lingkungan dan ekonomi yang berkelanjutan.

Jika tidak dikelola dengan baik, limbah organik rumah tangga dan limbah pasar dapat meningkatkan kadar BOD, COD, dan TSS pada air lindi serta menurunkan kualitas lingkungan sekitar permukiman (Muharram & Sahani, 2025). Penelitian lain menunjukkan bahwa air limbah domestik yang mengandung bahan organik tinggi berkontribusi terhadap pencemaran badan air dan memicu masalah kesehatan masyarakat (Viareco et al., 2025). Di tengah persoalan tersebut, ecoenzym muncul sebagai salah satu inovasi berbasis fermentasi limbah organik yang mampu menurunkan beban pencemar pada air limbah industri pangan maupun limbah rumah tangga sehingga layak dipertimbangkan sebagai teknologi sederhana untuk masyarakat desa (Arshy Prodyanatasari et al., 2024).

Pelatihan ecoenzym di berbagai daerah telah terbukti meningkatkan pengetahuan dan keterampilan warga dalam mengelola sampah organik sekaligus mengurangi volume sampah yang dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (Nufus et al., 2025). Kegiatan pengabdian yang menggabungkan penyuluhan, demonstrasi, dan praktik langsung juga dilaporkan efektif membentuk kelompok pengelola sampah dan memperkuat jejaring sosial warga, terutama ketika melibatkan ibu rumah tangga dan pemuda sebagai aktor utama (Saraswati & Witoyo, 2024). Di sisi lain, pemanfaatan ecoenzym sebagai pupuk organik cair terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sayuran sehingga mengurangi ketergantungan petani pada pupuk kimia dan mendukung praktik agrikultur berkelanjutan (Nasihin, Nurdin, Kosasih, Mulyanti, et al., 2022).

Konsep pengolahan limbah organik menjadi produk bernilai tambah sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular yang menekankan pemanfaatan kembali sumber daya dalam suatu sistem produksi konsumsi (Samadikun et al., 2023). Limbah organik yang muncul berasal dari beberapa sumber. Pertama, limbah rumah tangga yang berupa sisa masakan, kulit buah, dan sayuran yang tidak termanfaatkan. Kedua, limbah dari pedagang sayur dan buah di sekitar permukiman. Ketiga, limbah dari aktivitas pengolahan hasil pertanian skala kecil. Selama ini limbah tersebut sebagian besar dibuang begitu saja ke tempat sampah umum kemudian diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir tanpa pengolahan. Kondisi ini menimbulkan bau tidak sedap, memicu munculnya lalat, serta berpotensi mencemari air permukaan pada musim hujan (Sari & Basmantra, 2023).

Masalah pada Mitra berdasarkan hasil survei lapangan dan diskusi bersama perangkat desa, PKK, dan Karang Taruna menunjukkan bahwa masyarakat Desa Ketaren masih memiliki keterbatasan pengetahuan mengenai ecoenzym dan pengelolaan limbah organik. Sampah organik dan anorganik masih tercampur di tingkat rumah tangga sehingga menimbulkan bau dan menurunkan kualitas lingkungan. Selain itu, belum terdapat kelompok khusus yang fokus pada pengelolaan limbah, sehingga upaya yang dilakukan masih sporadis. Potensi nilai tambah ekonomi dari limbah organik seperti pupuk cair atau ecoenzym juga belum dimanfaatkan karena keterbatasan informasi dan pendampingan teknis. Kondisi ini menunjukkan perlunya program pelatihan yang sistematis dan partisipatif. Solusi yang dirancang berbasis pemberdayaan masyarakat melalui peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan penguatan kelembagaan lokal. Kegiatan diawali dengan sosialisasi konsep ecoenzym dan ekonomi sirkular untuk membangun kesadaran bahwa limbah organik dapat diolah menjadi produk bernilai guna. Selanjutnya dilakukan pelatihan praktik pembuatan ecoenzym dengan komposisi 3:1:10 (limbah:gula:air) disertai simulasi pemanfaatannya sebagai pupuk cair dan pembersih alami. Untuk menjamin keberlanjutan, dibentuk kelompok ecoenzym yang melibatkan PKK dan Karang Taruna serta diberikan pendampingan manajemen sederhana terkait mutu produk dan peluang usaha. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan dampak lingkungan dan ekonomi secara berkelanjutan bagi masyarakat Desa Ketaren.

Tujuan kegiatan ini adalah mewujudkan masyarakat yang mampu mengelola limbah organik secara mandiri melalui pembuatan ecoenzym sehingga tercipta lingkungan yang lebih bersih dan terbuka peluang usaha rumah tangga berkelanjutan. Secara khusus, kegiatan ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat, mendorong terbentuknya kelompok pengelola limbah, serta menumbuhkan motivasi wirausaha berbasis produk ramah lingkungan. Manfaat kegiatan ini diharapkan berupa peningkatan literasi lingkungan, keterampilan produksi ecoenzym, peluang tambahan pendapatan, serta penguatan kemitraan antara perguruan tinggi dan masyarakat dalam pengembangan desa binaan berkelanjutan. Pengelolaan limbah organik rumah

tangga menjadi salah satu persoalan lingkungan yang terus meningkat di berbagai daerah, termasuk di Kecamatan Kabanjahe, Kabupaten Karo. Secara geografis, Kecamatan Kabanjahe merupakan wilayah dataran tinggi dengan ketinggian rata-rata ± 1.200 meter di atas permukaan laut dan suhu berkisar $16\text{--}24^{\circ}\text{C}$. Wilayah ini dikenal sebagai sentra hortikultura di Kabupaten Karo dengan komoditas utama sayuran dan buah-buahan. Aktivitas perdagangan hasil pertanian dan konsumsi rumah tangga hortikultura secara langsung berkontribusi terhadap tingginya produksi limbah organik berupa sisa sayuran dan kulit buah.

Berdasarkan data profil desa dan observasi lapangan tahun 2025, rata-rata setiap rumah tangga di wilayah mitra menghasilkan sekitar 0,5–0,8 kg limbah organik per hari. Dengan jumlah ± 120 rumah tangga pada lingkungan sasaran, diperkirakan timbunan limbah organik mencapai 60–96 kg per hari. Namun demikian, lebih dari 80% rumah tangga belum melakukan pemilahan sampah antara organik dan anorganik. Sistem pengelolaan yang diterapkan masih bersifat konvensional yaitu kumpul-angkut-buang ke tempat penampungan sementara sebelum dibawa ke tempat pembuangan akhir. Kondisi ini menyebabkan peningkatan volume sampah, potensi pencemaran bau, serta emisi gas hasil pembusukan.

Secara sosial, masyarakat mitra didominasi oleh keluarga petani dan pedagang kecil dengan tingkat pendidikan rata-rata sekolah menengah pertama hingga sekolah menengah atas. Kelompok ibu-ibu PKK dan Karang Taruna memiliki struktur organisasi aktif, namun kegiatan yang berorientasi pada pengelolaan lingkungan masih terbatas pada kerja bakti rutin. Survei awal terhadap 20 calon peserta menunjukkan bahwa hanya 15% yang mengetahui konsep fermentasi limbah organik, dan kurang dari 10% yang pernah memanfaatkan limbah dapur sebagai produk bernilai guna. Dari sisi ekonomi, sebagian besar rumah tangga memiliki pendapatan berkisar Rp2.000.000–Rp3.500.000 per bulan dengan ketergantungan pada sektor pertanian dan perdagangan. Fluktuasi harga komoditas hortikultura menyebabkan pendapatan yang tidak stabil. Oleh karena itu, diperlukan alternatif kegiatan produktif berbasis rumah tangga yang berbiaya rendah dan mudah diterapkan.

Secara lingkungan, tingginya ketersediaan limbah kulit buah dan sayuran menjadi potensi yang belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah organik tersebut sebenarnya dapat diolah melalui proses fermentasi menjadi ecoenzym, yaitu cairan hasil fermentasi yang memiliki manfaat sebagai pupuk cair organik, pembersih alami, dan aktivator kompos. Proses pembuatannya relatif sederhana dengan perbandingan bahan 3:1:10 (limbah organik:gula:air) dan tidak memerlukan teknologi kompleks. Potensi ketersediaan bahan baku yang melimpah, biaya produksi rendah, serta kemudahan proses menjadi dasar pemilihan ecoenzym sebagai fokus kegiatan pengabdian.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Langkah-langkah Tahapan Pelaksanaan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan pada tanggal 19 Desember 2025 pukul 08.00–15.00 waktu setempat di area terbuka beratap yang berada di lingkungan Desa Ketaren. Lokasi dipilih dengan mempertimbangkan aspek sirkulasi udara, kapasitas ruang untuk kegiatan kelompok, serta kemudahan akses dalam membawa bahan dan peralatan praktik. Metode pelaksanaan dirancang secara partisipatif dan bertahap agar membentuk alur kegiatan yang sistematis, mulai dari persiapan hingga tindak lanjut awal. Secara umum, tahapan pelaksanaan kegiatan terdiri atas empat tahap utama, yaitu tahap persiapan, tahap sosialisasi dan penyuluhan, tahap pelatihan praktik pembuatan ecoenzym, serta tahap tindak lanjut kelembagaan. Keempat tahap tersebut saling berkaitan dan membentuk satu kesatuan proses pemberdayaan masyarakat berbasis praktik langsung. Rangkaian tahapan pelaksanaan tersebut dirangkum pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Gambar 1 memperlihatkan alur pelaksanaan kegiatan yang dimulai dari tahap persiapan, dilanjutkan dengan sosialisasi dan penyuluhan, praktik pembuatan ecoenzym, serta tindak lanjut kelembagaan. Alur ini

menegaskan bahwa kegiatan tidak berhenti pada pelatihan teknis, tetapi diarahkan menuju keberlanjutan program di tingkat masyarakat.

2.2 Tahap Persiapan

Tahap persiapan diawali dengan koordinasi internal tim pelaksana yang terdiri atas dosen dan mahasiswa untuk menentukan pembagian tugas, penyusunan jadwal rinci kegiatan, serta penyiapan perangkat administrasi. Pada tahap ini disusun materi penyuluhan, modul pelatihan singkat, lembar pre-test dan post-test, serta daftar hadir peserta. Selanjutnya dilakukan survei awal ke lokasi untuk mengidentifikasi kondisi pengelolaan limbah organik rumah tangga dan menentukan titik pelaksanaan kegiatan. Survei ini juga bertujuan memetakan potensi ketersediaan bahan baku limbah organik yang dapat digunakan dalam praktik. Koordinasi eksternal dilakukan bersama Kepala Desa, Ketua PKK, dan Ketua Karang Taruna untuk menyepakati waktu pelaksanaan, jumlah peserta, serta pembagian peran selama kegiatan berlangsung. Pada tahap ini juga disepakati bahwa peserta diminta membawa limbah kulit buah atau sisa sayuran dari rumah masing-masing sebagai bentuk partisipasi aktif. Tim pelaksana menyiapkan bahan dan peralatan praktik berupa limbah organik tambahan, gula merah atau gula pasir sebagai sumber karbon, air bersih, drum plastik atau jerigen tertutup, timbangan, pisau, talenan, wadah pencampur, serta label penanda tanggal produksi. Seluruh perlengkapan disiapkan sebelum hari pelaksanaan untuk memastikan kelancaran kegiatan.

2.3 Tahap Sosialisasi dan Penyuluhan

Tahap sosialisasi dilaksanakan pada awal kegiatan setelah proses registrasi peserta. Kegiatan dibuka secara resmi oleh perwakilan pemerintah desa dan ketua tim pelaksana. Selanjutnya dilakukan penyampaian materi mengenai konsep dasar ecoenzym, prinsip fermentasi limbah organik, komposisi bahan dengan perbandingan 3:1:10 (limbah organik:gula:air), serta manfaat ekologis dan ekonomis dari produk yang dihasilkan. Materi disampaikan secara interaktif menggunakan media presentasi sederhana dan contoh visual. Peserta diberikan pemahaman mengenai hubungan antara limbah organik dan pencemaran lingkungan, serta peluang pemanfaatan limbah menjadi produk bernilai guna dalam kerangka ekonomi sirkular. Sesi ini juga memuat diskusi singkat untuk menggali pemahaman awal peserta sebelum memasuki tahap praktik.

2.4 Tahap Pelatihan Praktik Pembuatan Ecoenzym

Tahap inti kegiatan adalah praktik langsung pembuatan ecoenzym. Peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil agar setiap individu dapat terlibat aktif. Setiap kelompok didampingi oleh satu fasilitator yang memberikan arahan teknis. Praktik dimulai dengan pemotongan limbah organik menjadi ukuran kecil untuk mempercepat proses fermentasi. Bahan kemudian ditimbang sesuai komposisi yang telah ditentukan. Gula dilarutkan dalam air bersih sebelum dicampurkan dengan potongan limbah organik di dalam wadah. Campuran diaduk hingga merata, kemudian dimasukkan ke dalam drum atau jerigen dengan menyisakan ruang udara di bagian atas untuk mengantisipasi pembentukan gas selama fermentasi. Setiap wadah diberi label yang mencantumkan nama kelompok dan tanggal pembuatan guna memudahkan pemantauan proses fermentasi yang berlangsung selama kurang lebih tiga bulan. Pada tahap ini juga dijelaskan prosedur perawatan, seperti membuka tutup wadah secara berkala untuk mengeluarkan gas dan menyimpan wadah di tempat teduh.

2.5 Tahap Tindak Lanjut Awal

Sebagai bagian akhir kegiatan, dilakukan fasilitasi pembentukan kelompok pengelola ecoenzym yang melibatkan unsur PKK dan Karang Taruna. Tahap ini bertujuan memastikan keberlanjutan praktik setelah kegiatan selesai. Disepakati mekanisme komunikasi, pembagian peran sederhana, serta rencana pertemuan lanjutan untuk memantau proses fermentasi dan pemanfaatan hasil produksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penyelesaian Persoalan Mitra

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Ketaren secara substantif ditujukan untuk menjawab persoalan utama mitra, yaitu rendahnya pengetahuan dan keterampilan dalam pengelolaan limbah organik rumah tangga serta belum adanya sistem kelembagaan yang mendukung praktik pengolahan limbah secara berkelanjutan. Sebelum kegiatan dilaksanakan, sebagian besar peserta belum memahami prinsip fermentasi limbah organik maupun komposisi pembuatan ecoenzym. Limbah dapur umumnya dibuang dalam kondisi tercampur dengan sampah anorganik. Setelah pendampingan, peserta mampu menjelaskan kembali komposisi 3:1:10 (limbah:gula:air), tahapan fermentasi, serta manfaat ecoenzym sebagai pupuk cair dan pembersih alami. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Sulastri et al., 2025) yang menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik langsung meningkatkan pemahaman konseptual dan perubahan sikap masyarakat terhadap pengelolaan limbah organik.

Dari sisi teknis, seluruh kelompok peserta berhasil memproduksi campuran ecoenzym dalam wadah tertutup sesuai standar prosedur. Peserta mampu melakukan pemotongan bahan, penimbangan gula, pencampuran, serta pelabelan tanggal produksi secara mandiri. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa transfer keterampilan praktis berjalan efektif melalui metode *learning by doing*, sebagaimana juga dikemukakan oleh (Marmi et al., 2022) bahwa pembelajaran berbasis pengalaman lebih efektif dibandingkan pendekatan teoritis semata.

Selain aspek pengetahuan dan keterampilan, perubahan signifikan juga terlihat pada aspek perilaku. Beberapa hari setelah pelatihan, sebagian peserta mulai menerapkan pemilahan sampah organik di rumah masing-masing. Perubahan ini menunjukkan adanya pergeseran paradigma dari pola konsumtif menuju pola pengelolaan berbasis prinsip ekonomi sirkular, sebagaimana dijelaskan dalam literatur bahwa transformasi perilaku merupakan indikator penting keberhasilan program pemberdayaan lingkungan (Hamdani et al., 2025). Setelah kegiatan dilaksanakan melalui tahapan sosialisasi, pelatihan praktik, dan pembentukan kelompok pengelola, diperoleh sejumlah hasil yang menunjukkan adanya penyelesaian awal terhadap persoalan mitra. Pertama, terjadi peningkatan kapasitas kognitif masyarakat yang ditunjukkan melalui hasil evaluasi pre-test dan post-test. Rata-rata skor pemahaman peserta meningkat sebesar 35% setelah mengikuti pelatihan. Peserta yang sebelumnya belum memahami konsep fermentasi limbah organik, komposisi bahan 3:1:10, serta manfaat ecoenzym, setelah pelatihan mampu menjelaskan kembali prinsip dasar pembuatan dan penggunaannya (Wulandari et al., 2024).

Kedua, dari sisi keterampilan teknis, seluruh kelompok peserta berhasil memproduksi campuran ecoenzym secara mandiri sesuai prosedur yang ditetapkan. Peserta mampu melakukan pemotongan bahan, penimbangan gula, pencampuran, pengisian wadah, hingga pelabelan tanpa ketergantungan penuh pada fasilitator di akhir sesi. Ketiga, dari aspek perilaku lingkungan, mulai terlihat perubahan pola pengelolaan limbah di tingkat rumah tangga. Beberapa peserta menyatakan telah menyediakan wadah terpisah untuk limbah organik di rumah masing-masing sebagai langkah awal produksi ecoenzym lanjutan. Meskipun masih dalam tahap awal, perubahan ini merupakan indikator penting bahwa kegiatan tidak berhenti pada peningkatan pengetahuan, tetapi mulai memengaruhi praktik sehari-hari.

Dengan demikian, hasil kegiatan menunjukkan bahwa persoalan utama mitra, yaitu keterbatasan pengetahuan, keterampilan, dan sistem pengelolaan limbah, telah mulai teratasi melalui pendekatan edukatif-partisipatif yang diterapkan.

3.2 Partisipasi Mitra dalam Pelaksanaan Kegiatan

Partisipasi mitra menjadi salah satu faktor kunci keberhasilan kegiatan ini. Keterlibatan masyarakat tidak hanya terjadi pada saat pelaksanaan, tetapi sudah dimulai sejak tahap persiapan. Peserta berkontribusi dengan membawa limbah kulit buah dan sisa sayuran dari rumah masing-masing sebagai bahan praktik. Pola partisipasi ini menunjukkan adanya rasa memiliki terhadap program serta kesediaan untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Selama kegiatan berlangsung, partisipasi terlihat dari keaktifan peserta dalam diskusi, tanya jawab, dan praktik kelompok. Pada sesi penyuluhan, peserta aktif mengajukan pertanyaan terkait jenis limbah yang dapat digunakan, lama fermentasi, potensi kegagalan proses, serta cara pemanfaatan produk. Interaksi dua arah ini menunjukkan bahwa kegiatan mampu menjawab kebutuhan informasi yang sebelumnya belum terpenuhi.

Pada sesi praktik, dinamika partisipasi terlihat lebih nyata. Pembagian peran dalam kelompok berlangsung secara spontan dan kolaboratif. Ada peserta yang memotong bahan, menimbang gula, mencampur larutan, hingga mencatat komposisi bahan. Proses ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga memperkuat kerja sama antaranggota. Keterlibatan unsur PKK dan Karang Taruna secara bersamaan juga memperluas basis sosial program sehingga potensi keberlanjutan menjadi lebih besar. Keaktifan unsur PKK dan Karang Taruna juga memperlihatkan adanya potensi modal sosial yang kuat. Penelitian (Winoto et al., 2025) menegaskan bahwa keberhasilan pengelolaan sampah berbasis komunitas sangat ditentukan oleh dukungan kelembagaan lokal dan partisipasi aktif masyarakat. Dalam konteks ini, keterlibatan kelompok perempuan dan pemuda menjadi faktor strategis dalam menjaga kesinambungan program. Dari sisi dukungan kelembagaan, pemerintah desa memberikan fasilitasi tempat dan dukungan moral terhadap pembentukan kelompok pengelola. Partisipasi multi-aktor ini menunjukkan bahwa program tidak berjalan secara individual, tetapi berbasis pada kolaborasi komunitas (Ramaja & Selviana, 2025).

Subjek kegiatan pengabdian adalah masyarakat yang tergabung dalam PKK dan Karang Taruna serta unsur perangkat desa yang hadir sebagai peserta dan pendukung kegiatan. Kelompok sasaran dipilih karena memiliki modal sosial yang kuat, yaitu jaringan perempuan dan pemuda yang aktif dalam kegiatan sosial, sehingga berpotensi menjadi penggerak perubahan perilaku pengelolaan limbah organik berbasis komunitas. Pada pelaksanaan kegiatan, jumlah peserta tercatat sekitar dua puluh orang yang mengikuti rangkaian kegiatan dari registrasi, penyuluhan, praktik, sampai evaluasi. Komposisi peserta terdiri dari ibu-ibu PKK, pemuda Karang Taruna, serta beberapa perangkat desa, sehingga proses belajar dan rencana tindak lanjut dapat ditopang oleh struktur sosial yang sudah berjalan di desa.

Keterlibatan peserta juga tampak sejak tahap persiapan karena peserta membawa limbah kulit buah dari rumah masing masing sesuai kesepakatan, sehingga peserta tidak hanya hadir pasif. Subjek kegiatan pengabdian adalah masyarakat yang tergabung dalam PKK dan Karang Taruna serta unsur perangkat desa yang hadir sebagai peserta dan pendukung kegiatan. Kelompok sasaran dipilih karena memiliki modal sosial yang kuat, yaitu jaringan perempuan dan pemuda yang aktif dalam kegiatan sosial, sehingga berpotensi menjadi penggerak perubahan perilaku pengelolaan limbah organik berbasis komunitas. Pada pelaksanaan kegiatan, jumlah peserta tercatat sekitar dua puluh orang yang mengikuti rangkaian kegiatan dari registrasi, penyuluhan, praktik, sampai evaluasi. Komposisi peserta terdiri dari ibu PKK, pemuda Karang Taruna, serta beberapa perangkat desa, sehingga proses belajar dan rencana tindak lanjut dapat ditopang oleh struktur sosial yang sudah berjalan di desa. Keterlibatan peserta juga tampak sejak tahap persiapan karena peserta membawa limbah kulit buah dari rumah masing masing sesuai kesepakatan, sehingga peserta tidak hanya hadir pasif namun ikut menyediakan bahan baku praktik.



Gambar 2. Proses Pemilahan dan Pencacahan Limbah Organik

Gambar 2 menunjukkan tahapan awal pembuatan ecoenzym, yaitu proses pemilahan limbah organik seperti kulit buah dan sayuran yang masih segar dari sampah anorganik. Setelah dipilah, bahan organik dicacah menjadi ukuran lebih kecil untuk mempercepat proses fermentasi. Tahapan ini penting karena menentukan kualitas hasil fermentasi serta meminimalkan risiko pembusukan yang tidak sempurna.

3.3 Jenis Luaran yang Dihasilkan

Kegiatan pengabdian ini menghasilkan beberapa jenis luaran, baik yang bersifat fisik maupun nonfisik. Luaran fisik berupa:

- Produk awal ecoenzym hasil praktik kelompok yang sedang dalam proses fermentasi.
- Modul pelatihan dan materi sosialisasi yang dapat digunakan kembali oleh masyarakat.
- Terbentuknya kelompok pengelola “Ecoenzym Kabanjahe Hijau” sebagai wadah koordinasi.

Luaran nonfisik meliputi:

- Peningkatan pengetahuan dan literasi lingkungan masyarakat.
- Peningkatan keterampilan teknis pembuatan ecoenzym.
- Perubahan sikap terhadap limbah organik sebagai sumber daya bernilai guna.

Selain itu, kegiatan ini juga menghasilkan luaran sosial berupa penguatan jejaring antara perguruan tinggi dan masyarakat desa. Hubungan kemitraan ini membuka peluang pendampingan lanjutan dan pengembangan program berbasis ekonomi sirkular di masa depan.



Gambar 3. Produk Ecoenzym Hasil Praktik

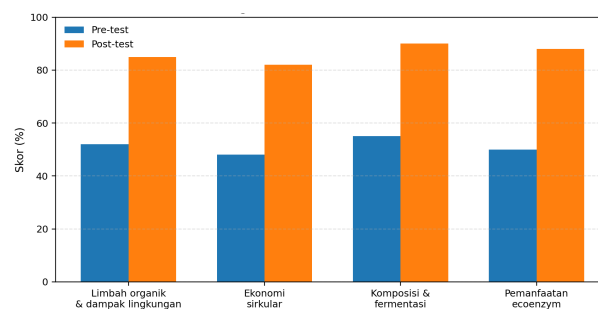
Gambar 3 menampilkan hasil ecoenzym yang telah melalui proses fermentasi sesuai prosedur pelatihan. Cairan berwarna coklat dengan aroma asam segar menunjukkan fermentasi berlangsung dengan baik. Produk ini kemudian disaring dan siap dimanfaatkan sebagai pupuk cair organik maupun cairan pembersih alami. Tampilan produk pada gambar menjadi bukti keberhasilan praktik sekaligus meningkatkan kepercayaan diri peserta dalam memproduksi ecoenzym secara mandiri. Tingkat kesulitan produksi tergolong rendah karena tidak memerlukan teknologi khusus, tetapi keberlanjutan sangat bergantung pada motivasi kolektif dan manajemen kelompok.

Peluang pengembangan ke depan cukup terbuka, terutama jika dikombinasikan dengan pengemasan sederhana dan pemasaran berbasis komunitas, mengingat tren peningkatan permintaan produk ramah lingkungan. Model pemberdayaan berbasis ekonomi sirkular seperti ini juga sejalan dengan arah kebijakan pengelolaan sampah nasional yang menekankan pengurangan dari sumbernya (Gumilar et al., 2023).

3.4 Dampak Sebelum dan Sesudah Pendampingan

Untuk melihat dampak kegiatan secara lebih terukur, dilakukan perbandingan kondisi sebelum dan sesudah pendampingan berdasarkan tiga indikator utama: tingkat pemahaman, praktik pemilahan limbah, dan kesiapan produksi ecoenzym. Sebelum pendampingan, rata-rata pemahaman peserta berada pada kategori rendah, dengan hanya sebagian kecil yang mengetahui konsep fermentasi limbah. Setelah pendampingan, skor pemahaman meningkat 35%, menunjukkan efektivitas metode partisipatif.

Dari sisi praktik pemilahan limbah, sebelum kegiatan lebih dari 80% peserta belum melakukan pemisahan sampah organik. Setelah kegiatan, sekitar 60% peserta menyatakan mulai memisahkan limbah organik di rumah sebagai bahan produksi lanjutan. Dalam aspek kesiapan produksi, sebelum pelatihan tidak terdapat kelompok khusus pengelola limbah. Setelah kegiatan, terbentuk kelompok dengan struktur sederhana dan rencana pertemuan rutin.



Gambar 4. Perbandingan Skor Pre-test dan Post-test Peserta

Gambar 4 menunjukkan adanya kenaikan skor pada seluruh indikator pemahaman peserta setelah kegiatan pelatihan. Peningkatan paling tinggi terlihat pada indikator pemanfaatan ecoenzym, sedangkan indikator ekonomi sirkular juga mengalami kenaikan yang nyata. Visualisasi ini menegaskan bahwa metode sosialisasi yang dipadukan dengan praktik langsung efektif dalam memperkuat pengetahuan konseptual dan keterampilan peserta. Rekapitulasi rinci skor pre-test dan post-test tiap indikator disajikan pada Tabel 1.

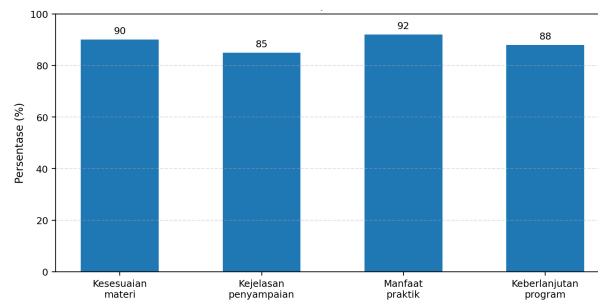
Tabel 1. Perbandingan Skor Pre-Test dan Post-Test Peserta

No	Indikator Pemahaman	Rata-rata Skor Pre-Test (%)	Rata-rata Skor Post-Test (%)	Peningkatan (%)
1	Konsep limbah organik dan dampak lingkungan	52	85	33
2	Prinsip ekonomi sirkular	48	82	34
3	Komposisi dan proses fermentasi ecoenzym	55	90	35
4	Pemanfaatan ecoenzym (pupuk & pembersih alami)	50	88	38
	Rata-rata Keseluruhan	51,25	86,25	35

Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh indikator pemahaman peserta mengalami peningkatan yang signifikan setelah pelaksanaan kegiatan pelatihan. Rata-rata skor pre-test sebesar 51,25% meningkat menjadi 86,25% pada post-test, dengan rata-rata kenaikan sebesar 35%. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator pemanfaatan ecoenzym sebagai pupuk cair dan pembersih alami (38%), yang menunjukkan bahwa peserta lebih mudah memahami materi yang disertai praktik langsung dan contoh aplikatif. Sementara itu, indikator konsep ekonomi sirkular yang pada awalnya memiliki skor terendah (48%) mengalami peningkatan menjadi 82%, mengindikasikan adanya perubahan pola pikir peserta terhadap limbah organik, dari yang sebelumnya dianggap sebagai sampah menjadi sumber daya yang bernilai ekonomi. Peningkatan pada aspek komposisi dan proses fermentasi (35%) juga menunjukkan bahwa metode demonstrasi dan praktik langsung efektif dalam meningkatkan keterampilan teknis peserta.

Secara keseluruhan, data ini menegaskan bahwa pendekatan edukasi partisipatif yang diterapkan dalam kegiatan pengabdian mampu meningkatkan pengetahuan dan kesiapan masyarakat dalam mengelola limbah organik secara mandiri dan berkelanjutan. Untuk melengkapi evaluasi hasil kegiatan, Gambar 5 menyajikan grafik

kepuasan mitra terhadap empat aspek utama pelaksanaan program, yaitu kesesuaian materi, kejelasan penyampaian, manfaat praktik, dan keberlanjutan program.



Gambar 5. Grafik Kepuasa Mitra

Gambar 5 menunjukkan bahwa tingkat kepuasan mitra berada pada kategori tinggi pada seluruh aspek penilaian. Aspek manfaat praktik memperoleh nilai tertinggi, diikuti oleh kesesuaian materi, keberlanjutan program, dan kejelasan penyampaian. Temuan ini memperlihatkan bahwa kegiatan dinilai relevan dengan kebutuhan mitra, mudah dipahami, bermanfaat secara langsung, serta memiliki peluang untuk dilanjutkan pada tingkat rumah tangga maupun kelompok.

3.5 Implikasi dan Tindak Lanjut

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa pendekatan pemberdayaan berbasis praktik memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Implikasi jangka pendek adalah meningkatnya kesadaran lingkungan dan berkurangnya penumpukan limbah organik di sekitar rumah. Implikasi jangka menengah berupa peluang pengembangan produk rumah tangga berbasis ecoenzym seperti pupuk cair organik dan cairan pembersih alami. Untuk keberlanjutan, diperlukan pendampingan lanjutan dalam aspek manajemen produksi, pengemasan, serta pemasaran sederhana. Pemerintah desa dapat mengintegrasikan kegiatan ini dalam program lingkungan desa atau Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) sebagai unit usaha berbasis pengelolaan limbah.

Secara konseptual, kegiatan ini menunjukkan bahwa pengelolaan limbah organik melalui ecoenzym tidak hanya berdampak pada aspek teknis lingkungan, tetapi juga berpotensi memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga dan membangun budaya pengelolaan sumber daya berbasis prinsip ekonomi sirkular. Dengan dukungan kelembagaan dan konsistensi partisipasi masyarakat, model ini dapat direplikasi di lingkungan lain dengan karakteristik sosial serupa.

Dari sisi perubahan sosial, kegiatan ini mendorong praktik pemilahan sampah di tingkat rumah tangga. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa intervensi edukasi berbasis komunitas mampu meningkatkan kesadaran dan perilaku pengelolaan limbah secara signifikan (Aqilah & Putri, 2026). Pembentukan kelompok “Ecoenzym Kabanjahe Hijau” menjadi indikator penguatan kelembagaan lokal, yang menurut berbagai penelitian merupakan faktor kunci keberlanjutan program lingkungan berbasis Masyarakat (Budi Prabowo et al., 2024). Keunggulan luaran kegiatan ini terletak pada kesesuaian dengan kondisi masyarakat Desa Ketaren yang memiliki ketersediaan bahan baku limbah organik melimpah serta kebutuhan pupuk organik untuk pertanian rumah tangga. Ecoenzym memiliki manfaat multifungsi, baik sebagai pupuk cair maupun pembersih alami. Namun demikian, kelemahan utama terletak pada waktu fermentasi yang relatif lama (± 90 hari) dan perlunya konsistensi pemantauan proses (Juariah et al., 2025).

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Ketaren menunjukkan bahwa pelatihan pembuatan ecoenzym dapat menjadi strategi yang efektif untuk menjawab persoalan limbah organik rumah tangga sekaligus memperkuat kapasitas masyarakat. Melalui pendekatan edukatif-partisipatif, peserta tidak hanya memperoleh pengetahuan baru mengenai konsep ecoenzym, prinsip ekonomi sirkular, serta dampak limbah organik terhadap lingkungan, tetapi juga memperoleh pengalaman praktik langsung mulai dari pemilahan bahan, pencacahan, penimbangan, pencampuran, hingga pelabelan wadah fermentasi. Hasil evaluasi memperlihatkan adanya peningkatan skor pre-test dan post-test pada seluruh indikator pemahaman, yang menegaskan bahwa metode pelatihan yang diterapkan relevan dan mudah diterima oleh mitra. Di samping peningkatan aspek kognitif, kegiatan ini juga mendorong perubahan perilaku awal, terutama dalam kebiasaan memilah limbah organik di tingkat rumah tangga dan kesiapan memanfaatkan limbah sebagai produk bernilai guna. Terbentuknya kelompok “Ecoenzym Kabanjahe Hijau” menjadi luaran penting karena menunjukkan adanya penguatan kelembagaan lokal sebagai fondasi keberlanjutan program. Secara lebih luas, kegiatan ini memberikan manfaat ganda, yakni mengurangi potensi pencemaran lingkungan, memperkuat literasi ekologis masyarakat, dan membuka peluang

pengembangan produk ramah lingkungan berbasis komunitas. Walaupun demikian, keberlanjutan program tetap memerlukan pendampingan lanjutan, terutama pada aspek monitoring fermentasi, pengemasan produk, pencatatan hasil, dan pengembangan pemasaran sederhana. Dengan dukungan pemerintah desa, kelompok PKK, Karang Taruna, dan perguruan tinggi, model pemberdayaan ini berpotensi direplikasi pada wilayah lain dengan karakteristik sosial yang serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Aqilah, F. L., & Putri, D. P. E. (2026). Inovasi Pengelolaan Sampah Organik Rumah Tangga Melalui Fermentasi Eco-Enzyme Untuk Pembuatan Pupuk Organik Cair. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka*, 4(3 SE-Articles), 3309–3317. <https://doi.org/10.58266/jpmb.v4i3.989>
- Arshy Prodyanatasari, Krisnita Dwi Jayanti, Mely Purnadianti, Mardiana Prasetyani Putri, & Jerhi Wahyu Fernanda. (2024). Community-Based Eco-Enzymes Production: A Step Toward A Clean And Sustainable Environment: Pembuatan Eco-Enzim Berbasis Komunitas: Langkah Menuju Lingkungan Bersih Dan Berkelanjutan. *Darmabakti Cendekia: Journal of Community Service and Engagements*, 6(2 SE-Articles), 193–201. <https://doi.org/10.20473/dc.V6.I2.2024.193-201>
- Budi Prabowo, Khusnul Mubarak, Alvin Adrian Wibisono, Riko Ferdinand Abdillah, Aldy Syahputra, & Naufal Kensadiharja. (2024). Pemanfaatan Eco Enzyme sebagai Upaya Pereduksi Limbah Organik di Desa Sumpat, Kota Sidoarjo. *Cakrawala: Jurnal Pengabdian Masyarakat Global*, 3(3 SE-Articles), 199–206. <https://doi.org/10.30640/cakrawala.v3i3.3124>
- Gumilar, G. G., Kadarohman, A., & Nahadi, N. (2023). Ecoenzyme Production, Characteristics and Applications: A Review. *Jurnal Kartika Kimia*, 6(1), 45–59. <https://doi.org/10.26874/jkk.v6i1.186>
- Hamdani, R., Ash Shidiqie, J. S., Priyadi, U., Dinurriahman, U., & Adli, A. I. H. (2025). Optimization of Organic Waste Management with a Circular Economy Approach : The Case of Food Recycling in Bantul Regency, Indonesia. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 6(2 SE-Articles), 278–287. <https://doi.org/10.33394/jpu.v6i2.14238>
- Indah Sari, V., Susi, N., & Rizal, M. (2021). Pelatihan Pemanfaatan Sampah Organik Sebagai Bahan Eco-Enzym Untuk Pembuatan Pupuk Cair, Desinfektan Dan Hand Sanitizer . *COMSEP: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(3 SE-), 323–330. <https://doi.org/10.54951/comsep.v2i3.164>
- Juariah, S., Sidoretno, W., Siagian, D., Endrini, S., & Fathi, M. (2025). Transforming Organic Waste into Ecoenzymes for Palm Oil Fertilizer: Transformasi Limbah Organik Menjadi Ekoenzim untuk Pupuk Kelapa Sawit. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 9(6 SE-Articles), 1932–1937. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v9i6.29327>
- Marmi, Sunaryo, & Chamidah, D. (2022). Pelatihan Pengelolaan Limbah Organik Menjadi Ecoenzym Pada Warga Desa Kalipecabean Candi Sidoarjo Dalam Upaya Mewujudkan Masyarakat Eco-Comunnity. *J-Abdi (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 2(6), 5239–5246. <https://doi.org/https://doi.org/10.53625/jabdi.v2i6.3873>
- Muharram, F., & Sahani, W. (2025). Pemanfaatan Eco Enzyme Untuk Mendegradasi Kadar BOD Dan COD Pada Air Limbah Industri Tahu. 25(1), 153–161. <https://doi.org/https://doi.org/10.32382/sulo.v25i1>
- Nasihin, I., Nurdin, Kosasih, D., Mulyanti, A., & Maryam, S. (2022). Pelatihan Peningkatan Kapasitas Pembuatan Eco-Empowerment : *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 05(01), 1–4.
- Nasihin, I., Nurdin, N., Kosasih, D., Mulyanto, A., & Maryam, S. (2022). Pelatihan Peningkatan Kapasitas Pembuatan Eco-Enzym sebagai Alternatif Pemutus Rantai Sampah Organik Rumah Tangga. *Empowerment : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(01 SE-Articles), 1–4. <https://doi.org/10.25134/empowerment.v5i01.5037>
- Nufus, T. H., Saidatuningtyas, I., Arnanda, R., Ardhan, D. T., Khoirunnisa, R., & Garjati, V. N. (2025). Development and Application of Eco Enzyme for Household Organic Waste Management in Kampung Lio Area, Depok. *Wikrama Parahita : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 9(1 SE-Articles), 75–80. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v9i1.9601>
- Prodyanatasari, A., Raka, D., Diasandy, S., Azizah, L. N., & Ayu, L. E. (2024). Room of Civil Society Development Zero Waste-Based Organic and Non-Organic Waste Sorting Education. 3(3), 100–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.59110/rcsd.347>
- Ramaja, S., & Selviana. (2025). The Effect of Ecoenzyme Manufacturing Practices on Improving Students ' Knowledge and Attitudes Towards Organic Waste Management at the Raudlatul Firdaus Islamic Boarding School. *Jurnal Eduhealth*, 16(03), 1574–1583. <https://doi.org/10.54209/eduhealth.v16i03>
- Samadikun, B. P., Puspazikita, Y. M., Hardyanti, N., Pratama, F. S., & Safitri, R. P. (2023). Organic Solid Waste Management by Producing Eco- Enzymes from Fruit Skin in Permata Tembalang. *Jurnal Presipitasi*, 20(1), 21–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/vol%25viss%25ipp537-551>
- Saraswati, A. R., & Witoyo, J. E. (2024). Eco Enzyme sebagai Solusi Inovatif dalam Pengelolaan Pascapanen Hortikultura: Tinjauan Agribisnis dan Teknologi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 31(2 SE-Articles), 72–78. <https://doi.org/10.55259/jiip.v31i2.35>
- Sari, T. P., & Basmantra, I. N. (2023). Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga Menjadi Eco Enzyme Dalam Upaya Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Desa Rejasa Utilization of Household Organic Waste to Become Eco Enzyme in Efforts to Empower the Economy of the Rejasa Village Community. *Vivabio Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 5, 78–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.35799/vivabio.v5i2.46516>
- Sulastri, Atmono, Tetanika, D., Citra, D., Saputra, M., & Jesika, N. (2025). Penerapan Edukasi Ecoenzym Sebagai Upaya Pengelolaan Sampah Orgaik Berbasis Masyarakat di Pekon Kalisari, Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(6), 242–248. <https://doi.org/https://doi.org/10.61722/japm.v3i6.7054>
- Trisna Puspita Sari, & Ida Nyoman Basmantra. (2023). Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga Menjadi Eco Enzyme Dalam Upaya Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Desa Rejasa. *Vivabio: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 5(2 SE-Articles), 78–84. <https://doi.org/10.35799/vivabio.v5i2.46516>
- Viareco, H., Yanova, S., Jalius, J., Naswir, M., Dewi, N. S., Mutmainnah, E., Ziadah, B. S., Khatamsi, M., Putri, P. A., Zahra, K. L., Wahyuni, D. S., Meduripa, H. F., & Iskandar, J. (2025). Analysis of the Effect of Wastewater Quality on the Effectiveness of Eco-Enzyme. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 9(1 SE-Articles), 41–52.

<https://doi.org/10.23969/jcbeem.v9i1.20142>

Winoto, S., Novita, A. A., Muluk, M. R. K., & Radian, O. (2025). Community-Based Waste Management Model in Villages : Turning Organic Waste into Ecological Enzymes. *Spirit Public: Jurnal Administrasi Publik*, 20(2), 191–207. <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/sp.v20i2.108652>

Wulandari, P., Rejeki, A., Akbar, A., & Nurina, S. (2024). Upaya Pelestarian Lingkungan melalui Pengolahan Sampah Organik Skala Rumah Tangga di Kelurahan Karang Mekar Cimahi. *SeTIA Mengabdi-Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 45–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.31113/setiamengabdi.v5i2.60>