

Optimalisasi Limbah Organik Menjadi Ecoenzyme Sebagai Bahan Pembuatan Deterjen Ramah Lingkungan

Nina Hartati^{1*}, Melantina Oktriyanti², Erika Dwi Oktaviani³, Uci Armanda⁴, Rani Safitri⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Kimia, D-III Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Email: ^{1*}nina.hartati@polsri.ac.id, ²erika.dwi.oktaviani@polsri.ac.id, ³melantina.oktriyanti@polsri.ac.id

*Email Corresponding Author: nina.hartati@polsri.ac.id

Abstrak

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilatarbelakangi oleh belum optimalnya pemanfaatan limbah organik dan tingginya ketergantungan terhadap deterjen komersial di lingkungan Pesantren Al-Ma'arif. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan santri dalam mengolah limbah organik menjadi ecoenzyme serta memanfaatkannya sebagai bahan pendukung dalam pembuatan deterjen cair ramah lingkungan berbasis Methyl Ester Sulfonate (MES). Metode pelaksanaan meliputi sosialisasi, penyuluhan, workshop, demonstrasi, praktik pembuatan, pendampingan, dan evaluasi melalui pre-test dan post-test. Evaluasi pengetahuan dilakukan terhadap 10 peserta menggunakan 10 butir pertanyaan. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan persentase jawaban benar dari 31% pada pre-test menjadi 84% pada post-test, atau meningkat sebesar 53 poin persentase. Seluruh butir pertanyaan mengalami peningkatan. Selain peningkatan pengetahuan, kegiatan menghasilkan modul pelatihan dan SOP sebagai panduan pembuatan ecoenzyme dan deterjen cair yang dapat digunakan secara berkelanjutan oleh mitra. Kegiatan ini menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktik dapat mendukung peningkatan kapasitas santri dalam pemanfaatan limbah organik dan penerapan teknologi ramah lingkungan.

Kata Kunci: ecoenzyme; deterjen ramah lingkungan; MES; limbah organik; santri.

Abstract

This Community Service Program was motivated by the suboptimal utilization of organic waste and the high dependence on commercial detergents at Al-Ma'arif Islamic Boarding School. This program aimed to improve students' knowledge and skills in converting organic waste into ecoenzyme and utilizing it as a supporting ingredient in the production of environmentally friendly liquid detergent based on Methyl Ester Sulfonate (MES). The activities consisted of socialization, counseling, workshops, demonstrations, hands-on practice, mentoring, and evaluation using pre-tests and post-tests. Knowledge evaluation was conducted among 10 participants using 10 questions. The results showed an increase in the percentage of correct answers from 31% in the pre-test to 84% in the post-test, representing an improvement of 53 percentage points. All questions showed an increase in the number of correct responses. In addition to improving participants' knowledge, the program produced a training module and standard operating procedures (SOPs) as practical guidelines for ecoenzyme and liquid detergent production that can be applied sustainably by the partner. These results indicate that practice-based training can support the improvement of students' capacity in organic waste utilization and the application of environmentally friendly technology.

Keywords: ecoenzyme; environmentally friendly detergent; MES; organic waste; students

1. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah organik rumah tangga hingga saat ini masih menjadi isu lingkungan yang belum tertangani secara optimal di berbagai wilayah Indonesia. Data nasional menunjukkan bahwa komposisi sampah terbesar berasal dari limbah organik berupa sisa makanan, kulit buah, dan sayuran yang apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan pencemaran lingkungan, bau tidak sedap, serta menjadi sumber penyakit [1]. Kondisi tersebut juga terjadi di lingkungan pondok pesantren yang memiliki aktivitas konsumsi pangan harian dalam jumlah besar. Lingkungan pesantren dengan jumlah penghuni yang banyak berpotensi menghasilkan limbah organik dapur dalam volume tinggi setiap hari, terutama dari aktivitas dapur umum dan konsumsi santri. Pondok Pesantren Al Ma'arif merupakan lembaga pendidikan berbasis keagamaan yang memiliki jumlah santri sebanyak 155 orang dengan

aktivitas asrama dan dapur terpusat. Berdasarkan observasi awal, limbah organik dapur berupa kulit buah, sisa sayuran, dan sisa makanan masih dibuang secara konvensional tanpa proses pengolahan lanjutan. Berdasarkan hasil observasi awal, limbah organik yang dihasilkan diperkirakan mencapai 3–5 kg/hari. Kondisi ini menyebabkan penumpukan sampah organik yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan dan menurunkan kualitas sanitasi pesantren. Selain persoalan limbah, kebutuhan bahan pembersih di lingkungan pesantren juga cukup tinggi, khususnya deterjen untuk mencuci pakaian santri, perlengkapan asrama, dan fasilitas umum. Berdasarkan wawancara awal dengan pengelola pesantren, konsumsi deterjen diperkirakan mencapai 8–10 kg per bulan. Ketergantungan pada produk komersial ini menimbulkan pengeluaran rutin yang cukup signifikan bagi operasional pesantren, selain itu penggunaan deterjen sintesis untuk kebutuhan kebersihan asrama dan dapur masih cukup tinggi sehingga berpotensi meningkatkan limbah fosfat dan surfaktan yang mencemari lingkungan perairan (Tuhumuri et.al, 2024).

Pesantren memiliki potensi besar sebagai pusat edukasi dan pemberdayaan masyarakat berbasis lingkungan. Karakteristik kehidupan kolektif santri memungkinkan penerapan budaya pengelolaan limbah secara berkelanjutan melalui pendekatan edukatif dan praktik langsung. Salah satu inovasi yang berkembang dalam pengelolaan limbah organik adalah pemanfaatan ecoenzyme, yaitu cairan hasil fermentasi limbah organik dapur dengan gula dan air yang memiliki sifat multifungsi sebagai pembersih alami, disinfektan, pupuk cair, hingga bahan tambahan deterjen ramah lingkungan (Purba et.al, 2024). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ecoenzyme mampu dimanfaatkan sebagai bahan pembersih rumah tangga sekaligus membantu mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah organik (Wantania et.al, 2025). Ecoenzyme juga memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar limbah cair domestik dan limbah laundry melalui aktivitas biologis selama proses fermentasi (Nasrullah et.al, 2025). Pemanfaatan ecoenzyme sebagai bahan dasar deterjen alami menjadi alternatif yang relevan karena mampu mengurangi ketergantungan terhadap deterjen sintesis berbahan kimia tinggi. Dalam kegiatan ini, ecoenzyme akan dikombinasikan dengan Methyl Ester Sulfonate (MES), yaitu surfaktan anionik berbasis minyak nabati yang lebih mudah terurai secara biologis dibandingkan surfaktan berbasis petroleum. Penggunaan MES dinilai lebih ramah lingkungan dan memiliki daya cuci yang baik sehingga sesuai dikembangkan menjadi produk deterjen alami berbasis limbah organik (Juliadi et.al, 2025). Integrasi ecoenzyme dan MES diharapkan dapat menghasilkan produk deterjen yang ekonomis, aman digunakan, dan berpotensi menjadi produk kewirausahaan pesantren.

2. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan dilakukan dalam empat tahapan, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur pengabdian kepada masyarakat

1. Sosialisasi

Tahap awal kegiatan diawali dengan sosialisasi program kepada pimpinan pesantren, pengurus, dan kelompok santri yang akan menjadi peserta utama. Kegiatan ini bertujuan membangun kesamaan persepsi, menjelaskan tujuan program, menyepakati bentuk partisipasi mitra, serta mengidentifikasi kondisi eksisting dan kebutuhan nyata di lapangan. Metode yang digunakan meliputi observasi langsung, wawancara semi-terstruktur, diskusi kelompok terarah (FGD), dan survei awal. Pada tahap ini, tim pengusul melakukan pemetaan potensi dan permasalahan mitra, meliputi volume limbah organik yang dihasilkan, pola konsumsi deterjen, tingkat pengetahuan santri terkait pengelolaan limbah, serta kesiapan sarana pendukung kegiatan. Data awal yang diperoleh kemudian digunakan sebagai baseline untuk menentukan indikator keberhasilan program.

2. Tahap Pelatihan Teknis

Tahap kedua adalah pelatihan teknis pengolahan limbah organik menjadi ecoenzyme. Materi pelatihan mencakup konsep pengelolaan limbah berbasis circular economy, prinsip fermentasi organik, pemilahan bahan baku, formulasi komposisi fermentasi, proses inkubasi, serta pemanenan produk. Bahan baku yang digunakan berasal dari limbah dapur pesantren, seperti kulit buah, sisa sayuran, gula merah/molase, dan air bersih. Proses fermentasi dilakukan menggunakan wadah plastik tertutup dengan perbandingan bahan standar 1:3:10 (gula:limbah organik:air). Produk ecoenzyme akan difermentasi selama periode tertentu, sedangkan hasil awal digunakan sebagai media pembelajaran formulasi produk. Metode pelatihan dilakukan melalui ceramah interaktif, demonstrasi langsung,

3. Tahap Penerapan Teknologi Formulasi Deterjen Ramah Lingkungan

Tahap ketiga merupakan inti kegiatan, yaitu penerapan teknologi formulasi deterjen cair berbasis ecoenzyme dan Methyl Ester Sulfonate (MES). Pada tahap ini peserta diberikan pelatihan mengenai prinsip dasar surfaktan, fungsi bahan tambahan, teknik pencampuran, homogenisasi, dan pengujian mutu produk sederhana. Formula yang digunakan disesuaikan dengan skala pelatihan dan anggaran program, dengan komposisi utama meliputi MES sebagai surfaktan utama, ecoenzyme sebagai bahan aktif alami, pengental, pengatur pH, dan fragrance sesuai kebutuhan. Proses formulasi dilakukan menggunakan peralatan sederhana seperti gelas ukur, timbangan digital, pH meter portable, wadah pencampur, dan stirrer manual. Setelah proses formulasi, dilakukan pengujian kualitas produk meliputi: pengukuran pH produk, pengamatan homogenitas, kestabilan busa.

4. Tahap Pendampingan dan Evaluasi

Setelah produk berhasil dibuat, tahap selanjutnya adalah evaluasi program. Evaluasi dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Evaluasi kuantitatif dilakukan melalui pre-test dan post-test, pengukuran parameter produk, serta pengukuran efisiensi biaya operasional. Evaluasi kualitatif dilakukan melalui wawancara kepuasan peserta dan observasi keterlibatan peserta. Indikator keberhasilan meliputi: peningkatan pemahaman peserta minimal 60%, minimal 15 peserta mengikuti kegiatan hingga selesai, produk memenuhi rentang pH aman (6–9)

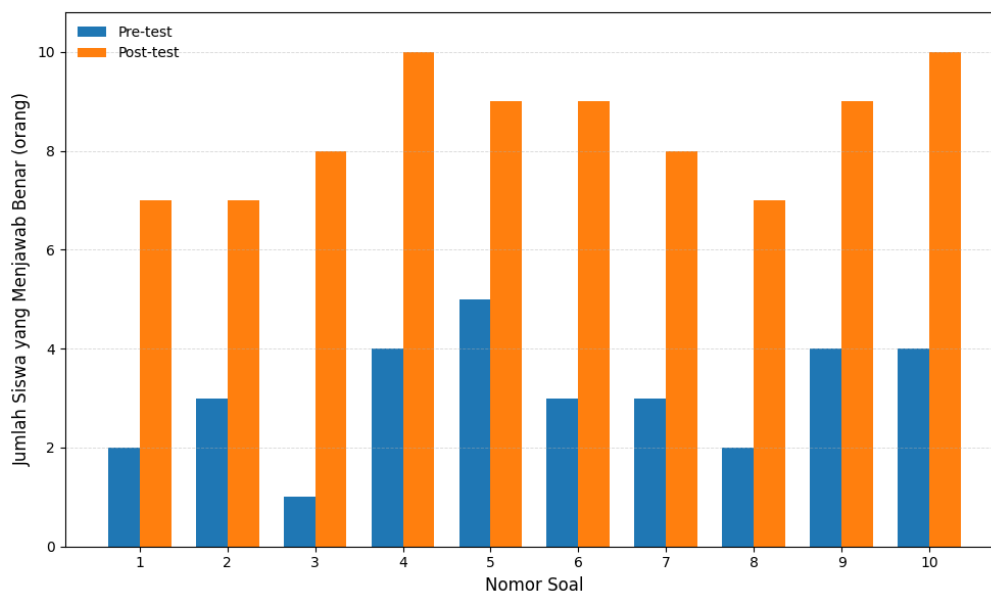
3. HASIL PEMBAHASAN

3.1 Peningkatan Pengetahuan dan Pemahaman Santri

Tahap awal kegiatan dilakukan melalui sosialisasi mengenai permasalahan limbah organik, konsep ecoenzyme, prinsip pemanfaatan limbah, serta peluang pengembangan produk ramah lingkungan. Sosialisasi dilakukan secara interaktif sehingga peserta tidak hanya memperoleh informasi secara teoritis, tetapi juga memperoleh gambaran mengenai penerapan teknologi tersebut dalam lingkungan pesantren. Peningkatan pengetahuan peserta dievaluasi menggunakan instrumen pre-test dan post-test. Perbandingan kedua hasil tersebut digunakan untuk mengetahui perubahan pemahaman peserta setelah memperoleh sosialisasi dan praktik. Instrumen evaluasi terdiri atas 10 pertanyaan yang berkaitan dengan pengertian dan pemanfaatan ecoenzyme, bahan baku, prinsip 3R, Methyl Ester Sulfonate (MES), serta penerapannya dalam formulasi deterjen. Instrumen tersebut dirancang untuk mengukur pengetahuan peserta sebelum memperoleh materi dan setelah mengikuti rangkaian kegiatan pelatihan.



Gambar 2. Sosialisasi Kegiatan di Pesantren



Gambar 3. Hasil Sebaran Pre-test dan Post-test

Berdasarkan hasil evaluasi, jumlah jawaban benar pada pre-test adalah 31 jawaban dari 100 kemungkinan jawaban benar, atau sebesar 31%. Setelah peserta mengikuti kegiatan, jumlah jawaban benar pada post-test meningkat menjadi 84 jawaban atau 84%. Dengan demikian, terjadi peningkatan sebesar 53 poin persentase. Jika dihitung berdasarkan peningkatan relatif terhadap kondisi awal, peningkatan tersebut mencapai sekitar 170,97%. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa peserta memperoleh pemahaman yang lebih baik setelah mengikuti kegiatan. Pada kondisi awal, jumlah peserta yang mampu menjawab benar pada setiap butir soal hanya berkisar 1–5 orang.

Setelah pelatihan, jumlah peserta yang menjawab benar meningkat menjadi 7–10 orang pada seluruh butir soal. Peningkatan terbesar terjadi pada soal nomor 3, yaitu dari 1 peserta menjadi 8 peserta atau bertambah 7 peserta. Soal nomor 4 dan 10 bahkan dapat dijawab benar oleh seluruh peserta pada post-test. Peningkatan hasil post-test juga memperlihatkan bahwa materi yang diberikan telah mampu menjelaskan konsep dasar teknologi yang diterapkan. Peserta diarahkan untuk memahami bahwa ecoenzyme merupakan hasil fermentasi bahan organik dengan sumber gula dan air, sedangkan dalam formulasi deterjen yang dikembangkan, ecoenzyme ditempatkan sebagai bahan aktif pendukung, sementara MES berfungsi sebagai surfaktan utama.

Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa penyampaian materi yang dikombinasikan dengan sosialisasi, demonstrasi, praktik, dan pendampingan dapat membantu peserta memahami konsep serta tahapan pembuatan ecoenzyme dan deterjen ramah lingkungan. Penggunaan pre-test dan post-test juga relevan digunakan sebagai instrumen evaluasi kegiatan pengabdian untuk melihat perubahan pengetahuan peserta sebelum dan setelah diberikan intervensi pelatihan. Sejumlah kegiatan pengabdian sebelumnya menggunakan pendekatan serupa dan melaporkan adanya peningkatan pengetahuan peserta setelah pemberian materi dan pelatihan (Djama & Marsaoly, 2023)

Peningkatan pengetahuan pada kegiatan ini juga penting karena pengolahan limbah organik menjadi ecoenzyme tidak hanya berkaitan dengan proses fermentasi, tetapi juga dengan pemahaman peserta mengenai pemilahan bahan baku, komposisi bahan, proses fermentasi, karakteristik produk, serta pemanfaatannya. Kajian mengenai ecoenzyme menunjukkan bahwa produk tersebut dihasilkan melalui fermentasi limbah organik, terutama limbah buah dan sayuran, dengan sumber karbon dan air, sehingga proses tersebut dapat menjadi salah satu pendekatan pemanfaatan limbah organik menjadi produk bernilai tambah (Gumilar et al., 2023).

3.2 Peningkatan Keterampilan Pembuatan Ecoenzyme

Kegiatan ini memperkenalkan pemanfaatan limbah organik yang berasal dari lingkungan pesantren sebagai bahan baku pembuatan ecoenzyme. Pendekatan tersebut sejalan dengan konsep pengelolaan limbah berbasis pemanfaatan kembali, yaitu mengubah bahan yang sebelumnya dianggap sebagai limbah menjadi produk yang memiliki nilai guna. Secara ilmiah, ecoenzyme atau *garbage enzyme* merupakan produk hasil fermentasi limbah organik dengan sumber karbon dan air. Bahan baku yang umum digunakan antara lain kulit buah dan sisa sayuran, sedangkan gula merah atau molase dapat digunakan sebagai sumber karbon selama proses fermentasi. Kajian sistematis menunjukkan bahwa ecoenzyme berpotensi menjadi salah satu pendekatan untuk mengubah limbah organik menjadi produk bernilai tambah serta telah diteliti untuk berbagai aplikasi lingkungan (Pasalari et.al, 2024). Formula yang digunakan dalam kegiatan ini mengacu pada perbandingan 1:3:10 untuk gula : limbah organik : air. Perbandingan tersebut juga dilaporkan dalam kajian mengenai produksi dan karakteristik ecoenzyme. Gumilar et al. menjelaskan bahwa ecoenzyme dapat diproduksi melalui fermentasi limbah buah atau sayuran, gula, dan air dengan rasio 1:3:10.



Gambar 4. Proses Pembuatan Ecoenzyme

3.3 Transfer Teknologi Formulasi Deterjen Berbasis Ecoenzyme dan MES

Tahap selanjutnya merupakan penerapan teknologi formulasi deterjen cair ramah lingkungan. Ecoenzyme yang dihasilkan digunakan sebagai salah satu komponen dalam formulasi dengan MES sebagai surfaktan utama. Peserta diberikan pemahaman mengenai fungsi masing-masing bahan, teknik penimbangan, pencampuran, homogenisasi, pengukuran pH, serta pengujian sederhana terhadap produk. Penggunaan MES dalam formulasi memberikan fungsi utama sebagai surfaktan, sedangkan ecoenzyme dimanfaatkan sebagai komponen berbasis hasil pengolahan limbah organik. Penggunaan modul menjadi penting karena proses transfer teknologi dalam kegiatan PkM tidak hanya ditujukan untuk meningkatkan pengetahuan peserta pada saat pelaksanaan kegiatan, tetapi juga untuk menyediakan bahan rujukan yang dapat digunakan kembali setelah kegiatan berakhir. Pendekatan pelatihan yang mengombinasikan penyampaian materi dengan praktik dan pendampingan juga telah digunakan dalam berbagai

program pengabdian untuk meningkatkan kompetensi peserta (Vardani et.al, 2026). Dalam konteks ecoenzyme, keberadaan modul juga dapat membantu menjaga konsistensi proses produksi. Hal ini penting karena karakteristik ecoenzyme dapat dipengaruhi oleh bahan baku dan kondisi fermentasi. Kajian terbaru mengenai ecoenzyme menekankan bahwa standardisasi proses dan validasi ilmiah masih menjadi salah satu tantangan dalam pengembangan ecoenzyme secara lebih luas.



Gambar 5. Modul Pembuatan Ecoenzyme dan Deterjen Alami

Praktik formulasi dilakukan secara berkelompok agar setiap peserta memperoleh kesempatan untuk terlibat dalam proses produksi. Pendekatan ini juga mendorong kemampuan bekerja sama dan pembagian tugas dalam kelompok. Peningkatan hasil evaluasi pengetahuan tersebut didukung oleh penggunaan modul pelatihan sebagai media transfer pengetahuan dan teknologi kepada peserta. Modul disusun secara sistematis mulai dari pengelolaan limbah organik, pembuatan ecoenzyme, prinsip deterjen dan MES, formulasi deterjen, keselamatan kerja, praktik pembuatan, pengujian mutu sederhana, pengemasan, hingga aspek kewirausahaan.

Pada materi formulasi deterjen, peserta diperkenalkan dengan fungsi masing-masing komponen, yaitu MES sebagai surfaktan utama, ecoenzyme sebagai bahan aktif pendukung, pengental untuk mengatur karakter alir, pengatur pH untuk menyesuaikan pH produk, fragrance untuk memberikan aroma, dan air sebagai medium formulasi. Penerapan SOP diperlukan untuk mengurangi variasi proses antarproduksi dan memudahkan peserta dalam mengulangi proses secara mandiri. Hal ini menjadi semakin penting karena hasil ecoenzyme dapat dipengaruhi oleh jenis bahan organik, sumber karbon, kondisi fermentasi, serta lama fermentasi. Literatur menunjukkan bahwa variasi bahan dan kondisi proses dapat menyebabkan perbedaan karakteristik dan kinerja ecoenzyme (Agustin & Widyaningrum, 2026)



Gambar 6. a Proses Formulasi Deterjen dari Ecoenzyme dan MES; b. SOP Pembuatan Ecoenzyme

3.4 Karakteristik dan Mutu Deterjen yang Dihasilkan

Evaluasi produk dilakukan melalui beberapa parameter sederhana, yaitu pH, homogenitas, kestabilan busa, dan performa pencucian. Parameter tersebut dipilih karena dapat dilakukan menggunakan peralatan sederhana yang tersedia di tingkat mitra. Berdasarkan hasil evaluasi diperoleh karakteristik produk seperti berikut.

Tabel 1 Karakteristik deterjen yang dihasilkan

Parameter	Karakteristik / Kriteria Produk	Metode Pengamatan / Pengujian
Bentuk	Cair dan mudah dituang	Pengamatan visual
Warna	Warna cenderung kuning kecokelatan	Pengamatan visual
Aroma	Aroma khas hasil fermentasi	Pengamatan langsung
Homogenitas	Campuran homogen	Pengamatan visual setelah produk didiamkan
pH	7,1	Pengukuran menggunakan pH meter
Busa	Menghasilkan busa yang banyak dan relatif stabil selama pengujian	Uji pembentukan dan kestabilan busa sederhana

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat mengenai pembuatan ecoenzyme dan deterjen cair ramah lingkungan berbasis MES, dapat disimpulkan bahwa kegiatan pelatihan, praktik, penggunaan modul, dan penerapan SOP mampu mendukung peningkatan pengetahuan peserta mengenai pemanfaatan limbah organik menjadi produk yang bernilai guna. Hal ini ditunjukkan oleh hasil evaluasi pre-test dan post-test, yaitu persentase jawaban benar meningkat dari 31% pada pre-test menjadi 84% pada post-test, atau mengalami peningkatan sebesar 53 poin persentase. Seluruh butir soal mengalami peningkatan jumlah peserta yang menjawab benar. Penggunaan modul pelatihan dan SOP pembuatan ecoenzyme serta deterjen cair memberikan panduan yang sistematis bagi peserta mulai dari pemilahan limbah organik, proses fermentasi ecoenzyme, penyiapan bahan, formulasi deterjen, pengukuran pH, pengujian homogenitas dan busa, hingga pengemasan produk. Dengan adanya panduan tersebut, proses transfer pengetahuan dan teknologi menjadi lebih terstruktur serta dapat digunakan kembali oleh mitra setelah kegiatan selesai. Secara keseluruhan, kegiatan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah organik melalui teknologi sederhana seperti ecoenzyme dapat menjadi salah satu alternatif kegiatan produktif di lingkungan pesantren. Keberadaan modul dan SOP juga dapat menjadi dasar untuk keberlanjutan kegiatan produksi, peningkatan keterampilan santri, serta pengembangan kelompok antri produktif.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan pengabdian ini didanai oleh DIPA Polsri dengan nomor kontrak No. 6800/PL6.2.1/PG/2026 tanggal 30 Juni 2026 dengan Nomor SK Polsri No. 6633/PL6.4.2/SK/2026 tanggal 25 Juni 2026.

6. REFERENSI

- Agustin, R. dan Widyaningrum, D. From organic waste to eco-enzyme: a systematic review of raw materials, antibacterial activity, and applications. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1580 012021. DOI 10.1088/1755-1315/1580/1/012021
- Djama, N.T., Marsaoly, S. Assistance for Youth Counselors in Efforts to Improve the Implementation of PIK-R. *International Journal of Community Service Learning*. 2023, 7,4. <https://doi.org/10.23887/ijcsl.v7i4.70925>
- Gumilar, G.G., Kadarohman, A., Nahadi, N. Ecoenzyme Production, Characteristics and Applications: A Review. *Jurnal Kartika Kimia*. 6, 1, 2023. <https://doi.org/10.26874/jkk.v6i1.186>
- Juliadi E, Salamah U, Moestin, Natalael R. Pembuatan Eco Enzyme sebagai Upaya Pengolahan Sampah Organik Menjadi Detergent yang Berguna Bagi Masyarakat. *J Naval Dedication*. 2025;1(1):43-58.
- Nasrullah, Junaidi, Nirwana. Efektivitas Eco Enzyme Sebagai Biokatalisator Pada Proses Anaerob Untuk Menurunkan Parameter Fosfat Limbah Laundry. *Teewan Journal Solutions*. 2025.
- Pasalari, H., Moosavi, A., Kermani, M., Sharifi, R. A systematic review on garbage enzymes and their applications in environmental processes. *PubMed*. 1:277:116369. doi: 10.1016/j.ecoenv.2024.116369.
- Purba R, Manalu GS, Patimah S, Pardi H. Utilization of Organic Waste into Environmentally Friendly Household Cleaning Agents: Ecoenzyme. *J Perkotaan*. 2024;16(1):22-31.
- Tuhumury NC, Tuahatu J, Manuputty GD. Effect of Ecoenzyme on Water Quality Parameters in Some Rivers Disembogued at Ambon Bay. *J Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 2024;14(4):824-833. 3.

Vardani, E.N., Astutik, I. Strengthening Teachers' Teaching Capacity through SQ3R Reading Strategy Training: A Community Service Initiative at Muhammadiyah 4 Kalisat Vocational School, Jember. ABDIMAS UMTAS : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat. 9, 1, 2026. <https://doi.org/10.35568/abdimas.v9i1.7640>

Wantania JZ, Roring VIY, Rahardiyan D, Moko EM, Rawung LD. Pemanfaatan Limbah Organik Rumah Tangga Menjadi Cairan Multiguna Eco Enzyme. Vivabio J Pengabdian Multidisiplin. 2025;7(2).