Copyright © 2026 pada penulis
***Madaniya*, Vol. 7, No. 4, November 2026**

Biokonversi Limbah Organik Rumah Tangga menjadi *Eco-Enzyme* melalui Pelatihan dan Pendampingan pada Kader Aisyiyah Ranting Lompo, Desa Salaka

Hartati [1], Rachmawaty [2], Besse Khalidatunnisa [3]*, Musawira [4], Dewi Sartika Amboupe [5], Rizky Fahrani Amalia [6], Nasywa Awaliyah [7]

[1–7] Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar

* bkhalidatunnisa@unm.ac.id

Abstrak

Timbulan sampah organik rumah tangga yang belum terkelola secara optimal di tingkat permukiman sering kali memicu pencemaran lingkungan, bau tidak sedap, serta peningkatan beban tempat pemrosesan akhir sampah. Mitra memiliki pengetahuan yang terbatas pemilahan sampah serta teknologi pengolahan limbah organik yang murah dan hemat lahan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberdayakan kader Aisyiyah Ranting Lompo dalam mengubah limbah organik rumah tangga menjadi *eco-enzyme* melalui biokonversi sebagai upaya mengurangi sampah dari sumbernya dan mendukung pelestarian lingkungan. Metode pelaksanaan kegiatan dirancang secara partisipatif melalui lima tahapan sistematis, meliputi yaitu survei dan koordinasi, pemaparan materi, praktik dan demonstrasi pembuatan *eco-enzyme*, pendampingan selama fermentasi 90 hari, serta evaluasi kepuasan peserta. Kegiatan ini melibatkan total 26 orang peserta dari Kader Aisyiyah Ranting Lompo, Desa Salaka yang dibagi ke dalam lima kelompok kerja beranggotakan masing-masing lima orang. Seluruh kader (100%) mengikuti pemaparan materi dan praktik, 21 dari 26 kader (81%) berhasil membuat *eco-enzyme* hingga akhir pendampingan, dan skor kepuasan rata-rata mencapai 3,36 pada skala 1-4 (kategori baik). Mitra memperoleh manfaat berupa cairan pembersih alami berbiaya rendah, kebiasaan memilah sampah dapur yang lebih tertib, dan kesiapan menularkan keterampilan kepada anggota serta warga sekitar. Pelatihan yang disertai pendampingan sepanjang masa fermentasi menjadikan kader penggerak pengolahan limbah organik di tingkat rumah tangga dan dapat direplikasi pada masyarakat Desa Salaka.

Kata Kunci: *eco-enzyme, biokonversi, limbah organik rumah tangga, kader Aisyiyah, pelatihan*

Pendahuluan

Peningkatan jumlah populasi secara linear berbanding lurus dengan volume sampah rumah tangga yang dihasilkan. Data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2026 menunjukkan bahwa rumah tangga merupakan sumber sampah terbesar, yaitu 50,78%, sedangkan sisa makanan menjadi jenis sampah dengan komposisi terbesar, yaitu 39,87%. Berdasarkan data SIPSN Kementerian Lingkungan Hidup saat ini, Kabupaten Takalar yang merupakan wilayah

sasaran menunjukkan sebanyak 159 tpd timbulan sampah dan 65% belum terkelola secara optimal, masih mencampurkan sampah organik basah dengan sampah anorganik sebelum dibuang atau dibakar di pekarangan dan pembuangan akhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Kondisi ini tidak hanya mempercepat penumpukan volume sampah, tetapi juga memicu berbagai masalah lingkungan serius, mulai menimbulkan bau menyengat, menjadi vektor penyebaran penyakit, pencemaran air lindi serta menghasilkan gas metana yang berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca, penyebab pemanasan global

Keterbatasan lahan di area pemukiman padat menjadi hambatan utama dalam menerapkan metode pengomposan konvensional. Selain kendala teknis, mitra sasaran juga memiliki pemahaman yang terbatas mengenai pemisahan sampah organik dan anorganik serta masih kurangnya literasi teknis mengenai teknologi pengolahan limbah organik skala rumah tangga yang praktis, murah, dan tidak membutuhkan lahan luas. Sebagian besar warga menganggap pengolahan sampah organik memerlukan instalasi komposter berukuran besar atau peralatan khusus yang mahal. Akibatnya, sisa potongan sayur dan kulit buah yang sebenarnya memiliki potensi biokonversi tinggi hanya berakhir menjadi limbah yang membebani lingkungan. Masyarakat belum menyadari bahwa limbah organik memiliki potensi ekonomi dan manfaat lingkungan yang besar jika dikelola dengan inovasi yang tepat, salah satunya melalui produksi *eco-enzyme*.

Biokonversi adalah perubahan bahan organik oleh mikroorganisme menjadi produk yang bernilai guna. Salah satu bentuknya adalah *eco-enzyme*, yaitu cairan hasil fermentasi limbah organik berupa kulit buah dan sisa sayur dengan gula merah atau molase dan air (Gumilar dkk., 2024). Bahan dan peralatannya murah serta mudah diperoleh sehingga praktis diterapkan di rumah tangga (Novianti & Muliarta, 2021). *Eco-enzyme* dari kulit pepaya, buah naga, dan jeruk dilaporkan memiliki daya antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* serta menurunkan padatan tersuspensi limbah cair sebesar 65-88% (Suliestyah dkk., 2022). Kajian terbaru juga memperlihatkan potensi *eco-enzyme* dari limbah buah sebagai disinfektan antibakteri dan pupuk organik cair (Bhernama, 2026), termasuk pemanfaatan limbah jeruk (Benny dkk., 2023). Dengan demikian, teknologi fermentasi *eco-enzyme* dipilih untuk diimplementasikan dalam kegiatan pengabdian ini, karena proses dan peralatannya relatif sederhana, ramah lingkungan, menggunakan bahan baku murah yang mudah diperoleh, serta praktis diterapkan oleh masyarakat di tingkat rumah tangga tanpa memerlukan peralatan khusus maupun lahan yang luas. Gambar 1 berikut menunjukkan secara skematis tahapan proses teknologi *eco-enzyme*.



***Gambar 1**. Tahapan pembuatan eco-enzyme*

Berdasarkan analisis situasi dan permasalahan yang dihadapi mitra, solusi yang ditawarkan dalam program pengabdian ini berfokus pada penerapan teknologi fermentasi tepat guna melalui produksi *eco-enzyme*. Solusi ini disusun secara sistematis mulai dari pemberian edukasi mengenai pemilahan sampah organik sisa dapur hingga praktik teknis pembuatan cairan multiguna. Kegiatan ini yang bertujuan meningkatkan pengetahuan serta keterampilan praktis Kader Aisyiyah Ranting Lompo dalam mengonversi limbah organik rumah tangga menjadi *eco-enzyme* guna mengurangi sampah dari sumbernya dan mendukung pelestarian lingkungan. Melalui program ini, diharapkan tersedia produk pembersih alami berbiaya rendah untuk kebutuhan rumah tangga, berkurangnya volume sampah organik tercampur yang dibuang ke lingkungan, serta terbentuknya kader lingkungan yang mampu mendiseminasikan praktik pemilahan dan pengolahan sampah kepada seluruh anggota maupun warga sekitar.

Metode Pelaksanaan

Tempat dan Waktu Pelaksanaan

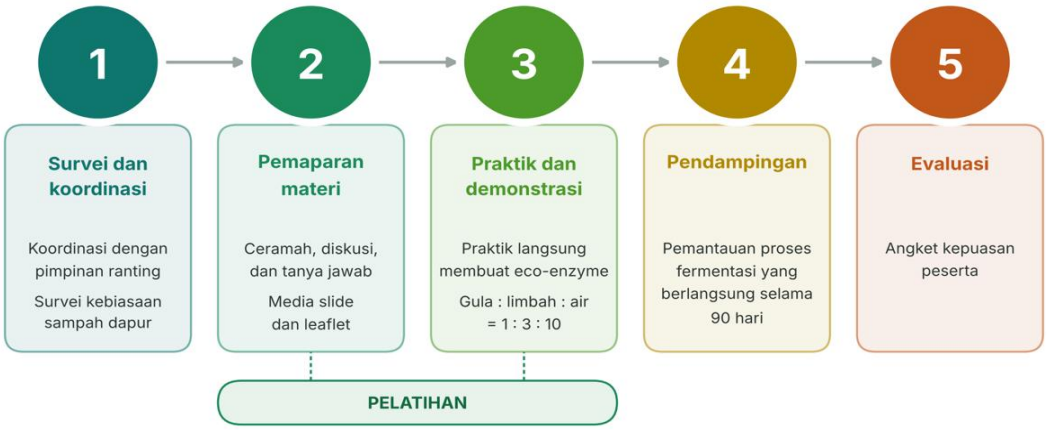
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Salaka, Kecamatan Kecamatan Pattallassang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan pada tanggal 9 Agustus 2026, yang dilanjutkan dengan masa pendampingan pemantauan fermentasi selama tiga bulan. Lokasi mitra berjarak sekitar 35 km dari kampus perguruan tinggi tim pengabdi (FMIPA Universitas Negeri Makassar) dengan akses transportasi yang memadai.

Khalayak Sasaran

Mitra pada kegiatan ini adalah 26 orang Anggota/ Kader Aisyiyah Ranting Lompo, Desa Salaka. Penentuan mitra dilakukan secara purposif melalui koordinasi dengan pimpinan ranting, dengan kriteria: (1) kader aktif yang terdaftar di ranting, (2) menghasilkan sampah dapur secara rutin di rumah, dan (3) bersedia mengikuti seluruh tahapan kegiatan, termasuk pendampingan, serta bersedia membagikan keterampilan kepada anggota lain dan warga sekitar.

Metode Pengabdian

Kegiatan dilaksanakan melalui lima tahap yang berurutan (Gambar 2). Tahap kedua dan ketiga merupakan inti pelatihan, yaitu memadukan pemaparan materi teknis dan praktik langsung. Pendekatan yang digunakan adalah pemberdayaan partisipatif, yaitu peserta terlibat langsung dalam menggali masalah, mempraktikkan keterampilan, dan memantau hasilnya. Metode ini dilakukan untuk memastikan bahwa masyarakat mitra tidak hanya memahami konsep pengelolaan limbah organik, tetapi juga mampu mempraktikkan secara mandiri teknologi sederhana yang diperkenalkan melalui program ini. Pelaksanaan kegiatan PkM digambarkan pada alur kegiatan berikut (Gambar 2).



***Gambar 2**. Alur Kegiatan PkM*

1. *Survei dan koordinasi*

Tim berkoordinasi dengan pimpinan ranting, lalu melakukan wawancara dan pengisian kuesioner awal untuk memetakan kebiasaan membuang sampah, jenis sampah dapur, dan tingkat pengetahuan tentang *eco-enzyme*, serta menyepakati jadwal kegiatan.

2. *Pemaparan materi*

Materi mencakup jenis dan dampak sampah rumah tangga, pemilahan sampah organik, prinsip biokonversi, serta manfaat dan cara pemanfaatan *eco-enzyme*. Metode yang digunakan adalah ceramah, diskusi, dan tanya jawab dengan media *slide power point* dan *leaflet*.



***Gambar 3**. Pemaparan materi*

3. *Praktik dan demonstrasi*

Sebanyak 26 orang peserta yang dibagi ke dalam 5 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 5-6 orang mempraktikkan pembuatan *eco-enzyme* menggunakan gula merah, kulit buah dan sisa sayur segar, serta air bersih dengan perbandingan 1:3:10 berdasarkan berat dan volume. Bahan dimasukkan ke wadah plastik (galon kran 12 liter) bertutup rapat yang disisakan ruang kosong sekitar seperlima bagian untuk gas hasil fermentasi. Wadah diberi label tanggal dan disimpan di tempat teduh. Tutup dibuka sesaat setiap hari selama minggu pertama untuk melepas gas. Bahan yang digunakan hanya sampah sayuran dan buah.



***Gambar 4**. Praktik pembuatan eco-enzyme*

4. *Pendampingan*

Tim pengabdi melakukan pendampingan selama periode fermentasi 90 hari untuk memeriksa aroma, kenampakan, dan kondisi wadah serta membantu mengatasi masalah yang muncul. Kader juga diminta mencatat perkembangan wadahnya.

Indikator Keberhasilan

Keberhasilan program diukur berdasarkan tiga indikator utama, yaitu: (a) tingkat kehadiran dan partisipasi aktif peserta selama rangkaian pemaparan materi dan praktik yang tercatat melalui daftar hadir; (b) peserta mampu memproduksi *eco-enzyme* yang berhasil pada akhir pemantauan selama proses fermentasi berlangsung, ditandai aroma asam khas fermentasi, tidak berjamur hitam, dan tidak berbau busuk ; serta (c) tingkat kepuasan peserta terhadap kegiatan berdasarkan angket kepuasan mencapai skor rata-rata ≥3,0 pada skala 1-4 atau kategori sangat setuju. Penerapan metode ini sebagai indikator keberhasilan kegiatan dan diharapkan dapat memberikan informasi yang valid dan relevan sebagai dasar peningkatan kualitas pelaksanaan program selanjutnya.

Metode Evaluasi

Evaluasi kegiatan yang dilakukan pada akhir pelaksanaan program. Evaluasi dilakukan melalui diskusi bersama peserta kegiatan untuk mengetahui tingkat pemahaman masyarakat terhadap materi yang diberikan serta kesiapan masyarakat dalam menerapkan teknologi *eco-enzyme* secara mandiri. Seluruh rangkaian kegiatan dilakukan

secara kualitatif dan kuantitatif. Evaluasi kuantitatif diukur melalui kuesioner evaluasi pasca kegiatan menggunakan skala Likert 1-4 untuk menilai secara komprehensif efektivitas dan mengukur persepsi peserta selama pelaksanaan program ini. Penilaian mencakup aspek keterjangkauan materi, metode, serta manfaat kegiatan. Metode ini dilakukan sebagai penilaian terhadap tingkat partisipasi masyarakat selama kegiatan berlangsung serta respons masyarakat terhadap teknologi yang diperkenalkan.

Hasil dan Pembahasan

Seluruh tahapan kegiatan terlaksana sesuai rencana. Kehadiran peserta pada pemaparan materi dan praktik mencapai 26 orang (100%). Pengukuran terkait pelaksanaan kegiatan pelatihan ini menunjukkan bahwa mayoritas peserta pelatihan menilai materi pelatihan yang disampaikan sesuai dengan kebutuhan, materi pelatihan disampaikan dengan jelas dan mudah dipahami, serta berhasil meningkatkan pengetahuan peserta terkait manfaat dan pembuatan *eco-enzyme* secara efisien dan sederhana. Beberapa dokumentasi pelaksanaan kegiatan dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 6. Hasil kegiatan menunjukkan terbentuknya keterampilan membuat *eco-enzyme*, dan produk yang memenuhi kisaran mutu pada sebagian besar botol. Pembahasan capaian kegiatan disajikan sebagai berikut.

***Tabel 1**. Ketercapaian indikator keberhasilan kegiatan*

No.	Indikator	Target	Capaian	Status
1	Kehadiran dan partisipasi aktif peserta	≥ 80%	100%	Tercapai
2	Peserta yang membuat *eco-enzyme*	≥ 75%	81%	Tercapai
3	Skor kepuasan peserta (skala 1-4)	≥ 3,0	3,6	Tercapai

Ketercapaian Indikator Keberhasilan Kegiatan

Seluruh 26 kader (100%) mengikuti pemaparan materi serta praktik dan demonstrasi, melampaui target (≥80%). Kehadiran penuh ini dipengaruhi koordinasi dengan pimpinan ranting pada tahap awal dan kriteria pemilihan mitra, yaitu kader bersedia mengikuti seluruh tahapan kegiatan. Partisipasi aktif terlihat dari keterlibatan kader dalam diskusi dan tanya jawab, serta dari kesediaan mereka menyediakan limbah organik rumah tangga sebagai bahan praktik. Hasil ini sejalan dengan pendekatan pemberdayaan partisipatif yang digunakan, yaitu peserta terlibat langsung, mempraktikkan keterampilan, dan memantau hasilnya, sehingga mereka tidak hanya memahami konsep pengelolaan limbah organik tetapi mampu mempraktikkannya secara mandiri.

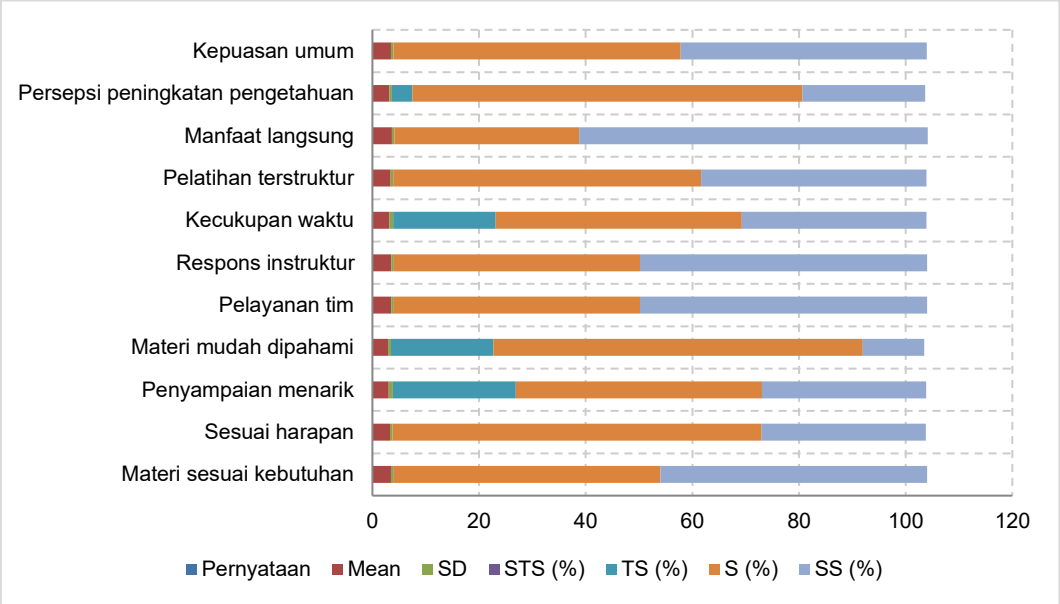
Sebanyak 21 dari 26 kader (81 %) berhasil membuat *eco-enzyme* hingga akhir pemantauan proses fermentasi, melampaui target ≥75%. Produk dinyatakan berhasil apabila beraroma asam khas fermentasi, tidak berjamur hitam, dan tidak berbau busuk. Aroma asam tersebut berasal dari asam organik hasil fermentasi, antara lain asam asetat yang dilaporkan sebesar 0,81-1,08% pada *eco-enzyme* (Maharani & Lusiani, 2023). Periode fermentasi selama 90 hari juga sesuai dengan praktik fermentasi *eco-enzyme* yang lazimnya berlangsung hingga tiga bulan, ketika produk bersifat asam dengan pH 3,5-4,13

dan berwarna kemerahan setelah sekitar 6-12 minggu (Gumilar et al., 2024). Ketercapaian pelaksanaan kegiatan PkM pembuatan *eco-enzyme* ditunjukkan dengan peserta mampu membuat, memanen, dan memanfaatkan *eco-enzyme* (Patonah et al., 2024). Sebanyak 5 kader (1 kelompok) belum berhasil. Temuan ini diduga karena wadah terlalu penuh dan takaran gula yang kurang. Pembuatan *eco-enzyme* merupakan hal baru bagi kader, sehingga pendampingan selama fermentasi diperlukan untuk mengenali masalah sejak awal dan seluruh kader berhasil dalam memproduksi *eco-enzyme* yang sesuai.

Respons Peserta terhadap Pelaksanaan Kegiatan

***Tabel 2**. Hasil evaluasi kepuasan peserta terhadap pelaksanaan kegiatan*

No.	Indikator	Mean (1-4)	Indeks (%)	Interpretasi
1	Relevansi dan penyampaian materi	3,20	80,05	Baik
2	Kemudahan Implementasi	3,54	88,46	Sangat baik
3	Organisasi dan efektivitas waktu	3,29	82,21	Baik
4	Manfaat program	3,44	85,90	Sangat baik
5	Kesesuaian program dengan kebutuhan peserta	3,34	83,57	Baik



***Gambar 5**. Distribusi respons peserta (skala Likert) per item*

Respons kader diukur melalui angket kepuasan skala Likert 1-4 yang diisi oleh 26 kader pada tahap evaluasi. Secara keseluruhan, rata-rata skor kelima indikator adalah 3,36 dengan indeks 84,04% atau kategori baik. Dua indikator berada pada kategori sangat baik dan tiga indikator pada kategori baik, tanpa ada indikator yang berada di bawah 80% (Tabel 2). Distribusi respons pada setiap pernyataan menunjukkan bahwa sebagian besar jawaban berada pada kategori setuju dan sangat setuju, tanpa jawaban sangat tidak setuju (Gambar 5).

Indikator tertinggi adalah kemudahan implementasi dengan skor 3,54 (88,46%), kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa kader menilai teknologi yang diperkenalkan dapat diterapkan sendiri di rumah. Penilaian tersebut sesuai dengan karakter *eco-enzyme* yang bahan dan peralatannya murah, mudah diperoleh, dan praktis diterapkan di rumah tangga (Novianti & Muliarta, 2021), serta tidak memerlukan lahan luas seperti pengomposan, yang menjadi kendala mitra. Praktik dan demonstrasi langsung dengan perbandingan bahan yang jelas kemungkinan turut memudahkan kader mengikuti langkah pembuatannya.

Indikator manfaat program juga termasuk sangat baik (3,44; 85,90%). Pada Gambar 3, pernyataan manfaat langsung memiliki proporsi sangat setuju terbesar, yaitu sekitar 65 %, sedangkan persepsi peningkatan pengetahuan didominasi jawaban setuju. Dengan demikian, kader merasakan kegiatan ini bukan hanya menambah pengetahuan, tetapi juga memberi manfaat nyata, yaitu produk pembersih alami yang dapat mereka buat sendiri. Kesesuaian program dengan kebutuhan peserta (3,34; 83,57%) tergolong baik. Pernyataan "materi sesuai kebutuhan" dan "sesuai harapan" tidak menerima jawaban tidak setuju. Hal ini sejalan dengan analisis situasi, yaitu kader belum memiliki alternatif pengolahan sampah dapur yang sederhana dan hemat lahan.

Dua indikator dengan skor terendah menunjukkan aspek yang perlu diperbaiki. Relevansi dan penyampaian materi memperoleh 3,20 (80,05%), terendah dari kelima indikator meski masih baik. Pada Gambar 3, jawaban tidak setuju muncul pada pernyataan "materi mudah dipahami" sekitar 15% dan "penyampaian menarik" sekitar 20%. Hal ini kemungkinan karena materi biokonversi dan fermentasi memuat istilah teknis yang baru bagi kader. Penyampaian ke depan dapat memakai bahasa sehari-hari, media visual, dan contoh dari kebiasaan dapur kader. Indikator organisasi dan efektivitas waktu (3,29; 82,21%) juga baik, tetapi pernyataan "kecukupan waktu" menerima jawaban tidak setuju sekitar 15%. Hal ini wajar karena pemaparan materi dan praktik dilaksanakan dalam satu hari. Penambahan durasi praktik atau pertemuan lanjutan dapat mengatasi keterbatasan ini, meskipun tahap pendampingan selama 90 hari sebagian sudah menutupnya.

Secara keseluruhan, respons positif kader menguatkan capaian indikator keberhasilan lainnya, yaitu kehadiran penuh dan keberhasilan pembuatan eco-enzyme. Kombinasi pelatihan langsung dan pendampingan fermentasi dinilai bermanfaat serta sesuai kebutuhan, sehingga memberi dasar yang baik bagi kader untuk meneruskan keterampilan ini kepada anggota dan warga sekitar.



***Gambar 6**. Pengemasan produk eco-enzyme*

Secara umum, peserta berpartisipasi aktif dalam kegiatan melalui kehadiran pada sosialisasi, pelatihan, dan demonstrasi yang dilaksanakan oleh tim pengabdi. Kader juga membantu dalam menyediakan bahan limbah organik rumah tangga sebagai bahan praktik serta mengikuti diskusi terkait pemanfaatan *eco-enzyme* dalam kehidupan sehari-hari.

Keberlanjutan kegiatan sangat diperlukan untuk mendorong masyarakat untuk menerapkan praktik pengolahan limbah organik secara mandiri di tingkat rumah tangga menggunakan metode *eco-enzyme* yang telah diperkenalkan. Selain itu, masyarakat diharapkan dapat menyebarluaskan pengetahuan yang diperoleh kepada anggota masyarakat lainnya sehingga terbentuk kesadaran kolektif mengenai pentingnya pengelolaan limbah organik yang ramah lingkungan. Dengan demikian, program ini diharapkan dapat memberikan dampak jangka panjang dalam meningkatkan kesadaran lingkungan serta kemandirian masyarakat dalam memanfaatkan limbah organik rumah tangga, karena Inovasi ini tidak hanya membantu mengurangi beban sampah rumah tangga, tetapi juga menjadi alternatif bagi masyarakat untuk mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis yang mahal dan tidak ramah lingkungan.

Kegiatan pengabdian serupa telah dilakukan, seperti, pelatihan pada ibu-ibu penggerak kesejahteraan keluarga di Semarang menunjukkan bahwa seluruh peserta mampu membuat, memanen, dan memanfaatkan *eco-enzyme* (Patonah et al., 2024), sedangkan pendampingan pada pengelola bank sampah di Pangandaran meningkatkan pemahaman bahan dari 15% menjadi 95% (Ismiraj et al., 2024). Meski demikian, sebagian kegiatan hanya dievaluasi secara kualitatif (Saidah et al., 2024) atau didampingi dalam waktu singkat, yakni dua minggu (Prasidya et al., 2024), padahal fermentasi *eco-enzyme* lazimnya membutuhkan waktu hingga tiga bulan (Gumilar et al., 2024).

Kesimpulan

Pelatihan dan pendampingan biokonversi limbah organik menjadi *eco-enzyme* meningkatkan keterampilan kader Aisyiyah Ranting Lompo dalam mengolah sisa dapur di tingkat rumah tangga. Seluruh 26 kader (100%) mengikuti kegiatan, 21 kader (81%) berhasil membuat *eco-enzyme* hingga akhir pemantauan 90 hari, dan kepuasan peserta berada pada kategori baik dengan skor rata-rata 3,36 (indeks 84,04%). Kebaruan kegiatan ini terletak pada pemaduan pelatihan langsung dengan pendampingan sepanjang masa fermentasi bagi kader, yang menjawab keterbatasan lahan sebagai kendala pengomposan. Bagi masyarakat, kegiatan ini menyediakan cairan pembersih alami berbiaya rendah dan mengurangi sampah organik dari sumbernya. Secara teoretis, hasilnya menguatkan pendekatan pemberdayaan partisipatif dalam pengelolaan limbah rumah tangga. Kegiatan berikutnya disarankan memperbaiki penyampaian materi dengan bahasa sehari-hari dan media visual, menambah durasi praktik, mengukur mutu produk, serta mereplikasi kegiatan pada ranting lain.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Negeri Makassar atas dana hibah PNBP tahun

anggaran 2026, kader Aisyiyah Ranting Lompo, Desa Salaka atas partisipasi aktifnya, serta tim mahasiswa dan pihak lain yang membantu pelaksanaan kegiatan.

Referensi

Benny, N., Shams, R., Dash, K. K., Pandey, V. K., & Bashir, O. (2023). Recent trends in utilization of citrus fruits in production of eco-enzyme. *Journal of Agriculture and Food Research, 13*, Article 100657. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100657

Bhernama, B. G. (2026). Review: Utilization of domestic waste (fruit) as a raw material source for the production of eco-enzymes, which are used as liquid organic fertilizers and antibacterial agents. *Indonesian Journal of Environmental Sustainability, 3*(2), 103–119. https://doi.org/10.22373/ijes.v3i2.9172

Gumilar, G. G., Kadarohman, A., Fakhrurozi, M. F., Nahadi, Supriyanti, F. M. T., & Munawaroh, H. S. H. (2024). Characterization and enzymatic evaluation of ecoenzyme derived from fruit and vegetable waste: An effort to achieve zero waste concept. *Baghdad Science Journal*. https://doi.org/10.21123/bsj.2024.10707

Ismiraj, M. R., Mayasari, N., Setiadi, Y., Aramadhan, D. H., Pratama, A., & Wulansari, A. (2024). Pemanfaatan limbah kulit buah menggunakan konsep ecoenzyme di Bank Sampah Geulis, Desa Barengkok, Kabupaten Pangandaran. *Sawala: Jurnal Pengabdian Masyarakat Pembangunan Sosial, Desa dan Masyarakat, 5*(2), 203–210. https://doi.org/10.24198/sawala.v5i2.53226

Maharani, D. R. N., & Lusiani, C. E. (2023). Quality of eco enzyme produced through a fermentation process in various “tempe” yeast concentrations. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi, 9*(4), 499–509. https://doi.org/10.33795/distilat.v9i4.4176

Novianti, A., & Muliarta, I. N. (2021). Eco-enzym based on household organic waste as multi-purpose liquid. *Agriwar Journal, 1*(1), 12–17. https://doi.org/10.22225/aj.1.1.3655.12-17

Patonah, S., Kaltsum, U., & Dewi, L. R. (2024). Eco-enzyme making assistance for family welfare guidance women. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 6*(2), 271–279. https://doi.org/10.20527/btjpm.v6i2.9693

Prasidya, D. A., Syakbanah, N. L., Aniriani, G. W., & Sameida. (2024). Pendampingan pembuatan eco-enzyme sebagai program pengolahan limbah rumah tangga warga Kelurahan Banjarsari, Gresik. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 7*(1), 23–29. https://doi.org/10.24198/kumawula.v7i1.48483

Saidah, H., Yasa, I. W., Wiradharma, L. W., Suroso, A., Supriyadi, A., Hasyim, Karyawan, I. D. M. A., Negara, I. D. G. J., & Rohani. (2024). Upaya mendorong pencapaian SDGs-12 melalui sosialisasi pemanfaatan sampah organik menjadi eco enzyme pada masyarakat Desa Jelantik. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, 7*(3), 939–946. https://doi.org/10.29303/jpmpi.v7i3.8996

Sistem Informasi Kinerja Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup/ Badan Pengendalian Lingkungan Hidup https://sampahnasional.kemenlh.go.id/#data-section

Suliestyah, S., Aryanto, R., Palit, C., Yulianti, R., Suudi, B. C., & Meitdwitri, A. (2022). Eco enzyme production from fruit peel waste and its application as an anti-bacterial and TSS reducing agent. *International Research Journal of Engineering, IT & Scientific Research, 8*(6). https://doi.org/10.21744/irjeis.v8n6.2199