SCIENTIA
JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT
Volume 2 | Nomor 3| Juli| Tahun 2026
e-ISSN: 3110-3235 https://ejournal.litir.info/jas

Edukasi Pengelolaan Sampah Organik melalui Diseminasi dan Simulasi Pembuatan Ekoenzim di TK Abraham Sario Manado

Rosita A. J. Lintang[1], Deiske A. Sumilat[2]
[1,2] Universitas Sam Ratulangi
rositalintang@unsrat.ac.id[1], deiske.sumilat@unsrat.ac.id[3]

ABSTRAK

Pengelolaan sampah organik rumah tangga memerlukan edukasi yang menghubungkan praktik di sekolah dan keluarga. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan memperkuat pemahaman, keterampilan prosedural, dan komitmen guru serta orang tua murid dalam memanfaatkan residu buah sebagai bahan pembuatan ekoenzim. Kegiatan berlangsung di TK Abraham Sario, Kota Manado, pada Oktober 2025, dengan 25 orang tercatat pada daftar hadir, yang mencakup guru, orang tua murid, dan unsur FPIK Universitas Sam Ratulangi. Metode mencakup koordinasi mitra, diseminasi materi, demonstrasi dan simulasi, diskusi, serta evaluasi deskriptif melalui observasi, pertanyaan lisan, dan kuesioner umpan balik. Bahan yang diperkenalkan terdiri atas kulit buah, gula aren, dan air dengan rasio 3:1:10, serta waktu fermentasi yang direncanakan sekitar 90 hari. Peserta mengikuti tahapan pemilahan, penyiapan, penimbangan, pencampuran, pengisian wadah, pelabelan, dan penjelasan pemantauan fermentasi. Observasi kegiatan menunjukkan partisipasi aktif dalam diskusi dan simulasi. Peserta dapat menyebutkan kembali komponen, rasio, serta tahapan dasar pembuatan ekoenzim dan menyatakan minat menerapkannya di rumah maupun kegiatan tematik sekolah. Temuan ini menggambarkan capaian edukasi awal, bukan bukti peningkatan pengetahuan secara statistik atau keberhasilan mutu produk akhir. Kolaborasi sekolah dan keluarga berpotensi mendukung literasi pengelolaan sampah organik, tetapi memerlukan tindak lanjut berbasis prates-pascates, pemantauan perilaku, dan pengujian mutu hasil fermentasi.

Kata kunci: anak usia dini; ekoenzim; guru; orang tua; sampah organik

PENDAHULUAN

Sampah organik rumah tangga, khususnya sisa makanan dan kulit buah atau sayuran, memerlukan pengelolaan sejak sumbernya. Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2025 menempatkan pengelolaan sampah dalam cakupan pemantauan lingkungan nasional [1]. Pemilahan sejak rumah tangga diperlukan agar residu organik dapat dikumpulkan dan diolah sesuai karakteristiknya. Residu pangan masih mengandung komponen yang dapat dimanfaatkan melalui biokonversi dan fermentasi [2], [3]. Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, pengenalan teknologi sederhana perlu disertai edukasi pemilahan, ketepatan prosedur, dan penjelasan batas pemanfaatan produk.

Salah satu alternatif yang dikenal dalam kegiatan edukasi skala rumah tangga ialah ekoenzim, yakni cairan hasil fermentasi campuran sisa bahan nabati, gula, dan air. Formulasi praktik yang lazim diperkenalkan adalah bahan organik:gula:air sebesar 3:1:10 dan fermentasi kurang lebih 90 hari. Angka tersebut merupakan pedoman pembuatan, bukan jaminan keseragaman mutu pada setiap bahan baku atau kondisi lingkungan. Rachman dkk. [4] menunjukkan bahwa jenis sumber gula berkaitan dengan perbedaan pH, aroma, warna, dan kadar asam asetat. Studi Nurseha dkk. [5] juga menunjukkan bahwa aktivitas enzim yang terukur perlu dibedakan dari klaim pemanfaatan lingkungan yang belum diuji pada produk tertentu.

Potensi pengolahan bahan organik tersebut perlu dijelaskan secara proporsional. Tinjauan Ortiz-Sanchez dkk. [3] menggarisbawahi bahwa kinerja fermentasi bergantung pada karakteristik substrat dan kondisi proses. Penelitian Das dkk. [6] melaporkan aktivitas enzim dan potensi pengolahan air limbah pada sampel ekoenzim tertentu. Namun, temuan pada bahan, formulasi, dan kondisi laboratorium mereka tidak dapat langsung digunakan untuk menyatakan bahwa produk yang dibuat dalam kegiatan pelatihan ini memiliki efektivitas atau keamanan yang sama. Dengan demikian, tujuan kegiatan lebih tepat ditempatkan pada edukasi prosedur pengelolaan bahan organik daripada pengujian manfaat produk.

Dimensi pendidikan menjadi alasan penting dilaksanakannya program pada lingkungan taman kanak-kanak. Pembelajaran tentang pemilahan dan pengurangan sampah lebih mudah dipahami ketika anak berinteraksi dengan kegiatan konkret yang sesuai usia. Bulut [7] menekankan peran media visual, permainan, dan pengalaman langsung dalam memperkenalkan konsep zero waste pada pendidikan prasekolah. Abdul Rahman dkk. [8] menunjukkan relevansi pembelajaran berbasis proyek untuk mengembangkan pengamatan dan pengelompokan bahan yang dapat terurai. Kajian Rahmawati dan Yaswinda [9] mengidentifikasi peluang penggunaan topik ekoenzim sebagai materi sains lingkungan pada taman kanak-kanak.

Kolaborasi guru dan orang tua memberi kesempatan agar pengalaman belajar tidak berhenti di kelas. Penelitian Sihvonen dkk. [10] menegaskan pentingnya hubungan antara keluarga dan pendidik dalam proyek daur ulang pada pendidikan anak usia dini. Dalam konteks TK Abraham Sario Kota Manado, guru dapat mengenalkan kebiasaan memilah bahan organik melalui aktivitas tematik, sementara orang tua mendampingi penerapannya di rumah. Kebutuhan kegiatan ini terletak pada pemberian pengetahuan prosedural yang sederhana, aman, dan dapat dilakukan dengan sumber daya rumah tangga.

Berbeda dari pelatihan ekoenzim yang lebih menekankan pemanfaatan limbah dalam rumah tangga [11], [12], program ini menempatkan guru dan orang tua sebagai penghubung antara edukasi pengelolaan sampah dan pembelajaran lingkungan bagi anak usia dini. Kontribusi yang dapat dibuktikan pada tahap kegiatan ini ialah pelaksanaan model diseminasi partisipatif, respons peserta, serta peluang tindak lanjut sekolah-rumah. Oleh karena itu, tujuan kegiatan adalah: (1) memperkuat pemahaman guru dan orang tua mengenai sampah organik serta konsep ekoenzim; (2) melatih keterampilan dasar pembuatan ekoenzim dari bahan rumah tangga; dan (3) mendorong komitmen penerapan di rumah dan integrasi ke pembelajaran tematik sekolah.

.

METODE

Lokasi, waktu, dan peserta

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di TK Abraham Sario, Kota Manado, pada Oktober 2025. Sasaran kegiatan ialah guru dan orang tua murid. Tim pelaksana berasal dari Universitas Sam Ratulangi dan bekerja sama dengan mitra sekolah. Pendekatan program berupa edukasi partisipatif melalui penyampaian materi, demonstrasi, simulasi, diskusi, dan evaluasi deskriptif. Daftar hadir mencatat 25 penanda tangan, termasuk unsur Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Sam Ratulangi. Unsur FPIK dipisahkan dari peserta

sasaran dalam pelaporan kehadiran. Kehadiran digunakan untuk menggambarkan jangkauan kegiatan, sedangkan capaian edukasi ditelaah melalui observasi dan umpan balik.

Tahapan kegiatan

Tabel 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

Tahap	Kegiatan utama	Luaran yang diharapkan
Persiapan	Koordinasi dengan pihak sekolah; penetapan peserta; penyiapan materi, peralatan, bahan, dan kuesioner.	Kesiapan teknis dan kesesuaian program dengan kebutuhan mitra.
Diseminasi	Pemaparan pemilahan sampah, prinsip fermentasi, manfaat potensial, keterbatasan, keamanan, dan prosedur pembuatan.	Peserta mengenal konsep dan tahapan dasar ekoenzim.
Demonstrasi dan simulasi	Pemilahan, pencucian, pemotongan, penimbangan, pencampuran, pengisian wadah, penutupan, pelabelan, dan penjelasan pemantauan.	Peserta dapat mengikuti urutan kerja pada sesi simulasi.
Diskusi dan evaluasi	Tanya jawab, observasi keterlibatan, kuesioner umpan balik, serta identifikasi rencana tindak lanjut.	Umpan balik peserta dan komitmen penerapan di sekolah atau rumah.

Bahan dan prosedur simulasi

Bahan meliputi kulit buah, antara lain pepaya, semangka, nanas, jeruk, mangga, dan apel, gula aren, serta air. Peralatan simulasi mencakup timbangan, wadah plastik bertutup, pisau, talenan, dan kertas indikator pH. Bahan organik dipilih dari bagian buah yang tidak busuk, kemudian dicuci, ditiriskan, dan dipotong agar mudah dimasukkan ke dalam wadah.

Komposisi bahan organik:gula aren:air ditetapkan sebesar 3:1:10. Air dimasukkan terlebih dahulu, diikuti gula aren hingga larut, kemudian residu buah. Wadah tidak diisi penuh agar tersedia ruang bagi gas selama proses fermentasi. Setelah ditutup, wadah diberi label tanggal pembuatan dan komposisi. Bahan direncanakan difermentasi di tempat teduh selama sekitar 90 hari. Penjelasan kepada peserta turut mencakup pemeriksaan berkala dan kewaspadaan terhadap tekanan gas, terutama pada tahap awal fermentasi [4], [6].

Untuk penggunaan dalam pendidikan anak usia dini, tugas anak dibatasi pada pengenalan dan pengelompokan bahan, pengamatan dari luar wadah, serta pencatatan sederhana di bawah pengawasan guru atau orang tua. Pemotongan, pencampuran bahan, penanganan wadah yang bertekanan, dan penggunaan cairan hasil fermentasi harus dilakukan oleh orang dewasa. Cairan pelatihan tidak diposisikan sebagai produk pangan, obat, atau disinfektan siap pakai karena mutunya belum diuji.

Evaluasi kegiatan

Evaluasi dilakukan secara deskriptif melalui observasi keterlibatan dalam penyampaian materi dan praktik, pertanyaan lisan tentang bahan serta urutan pembuatan, dan kuesioner umpan balik mengenai kejelasan materi, manfaat simulasi, serta rencana penerapan. Unit pelaporan ialah kegiatan dan respons peserta yang teramati. Hasil dirangkum secara naratif berdasarkan pengamatan tim dan umpan balik yang tersedia, tanpa pengujian statistik. Skor individual prates–pascates, jumlah kuesioner yang kembali, dan distribusi jawaban tidak tersedia untuk dianalisis. Karena itu, penilaian dibatasi pada partisipasi, pemahaman prosedural awal, dan minat penerapan. Evaluasi kegiatan tidak mencakup pemeriksaan mutu produk setelah fermentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan diseminasi

Kegiatan dimulai dengan pengantar dari pihak sekolah dan tim pelaksana, kemudian dilanjutkan dengan penyampaian materi tentang jenis sampah rumah tangga, pentingnya pemilahan, dasar fermentasi, tahapan pembuatan ekoenzim, dan contoh pemanfaatan yang memerlukan pengujian lanjutan. Presentasi visual digunakan untuk menghubungkan konsep pengelolaan sampah dengan aktivitas dapur yang telah dikenal peserta. Pertanyaan yang muncul berfokus pada pilihan jenis kulit buah, sumber gula, lama fermentasi, tanda perubahan produk, dan cara penyimpanan.

Sesi diseminasi menghubungkan konsep pengelolaan sampah dengan pengalaman peserta dalam menyiapkan makanan di rumah. Pertanyaan mengenai bahan dan penyimpanan menunjukkan kebutuhan klarifikasi prosedur yang dapat dijawab langsung oleh fasilitator. Penggunaan visual dan contoh konkret relevan dengan pengenalan pendidikan lingkungan di komunitas sekolah [7]. Meskipun demikian, keterlibatan dalam diskusi digunakan sebagai indikator proses, sedangkan perubahan pengetahuan belum dapat dihitung tanpa pengukuran individual sebelum dan sesudah kegiatan.

Penyampaian materi dan pengarahan oleh fasilitator terdokumentasi pada Gambar 1a–c. Dokumentasi memperlihatkan interaksi langsung antara tim dan komunitas sekolah serta melengkapi uraian proses kegiatan.

Simulasi pembuatan ekoenzim

Pada sesi simulasi, peserta diperkenalkan pada pemilahan bahan organik, penimbangan sesuai rasio 3:1:10, pengurutan pencampuran, pengisian wadah, pelabelan, dan penyimpanan selama proses fermentasi. Demonstrasi disusun menggunakan bahan serta peralatan rumah tangga yang mudah diperoleh. Penekanan pada ruang kosong dalam wadah dan potensi terbentuknya gas merupakan bagian penting dari penyampaian prosedur yang aman.

Simulasi langsung penting karena rasio bahan yang tampak sederhana dapat menimbulkan kekeliruan jika urutan penimbangan atau pelabelan tidak dipahami. Dalam pendekatan edukasi, peserta tidak hanya mendengar komposisi bahan, tetapi juga memperoleh kesempatan menghubungkan rasio tersebut dengan tindakan praktis. Pelatihan di komunitas lain menunjukkan bahwa kombinasi penjelasan dan praktik dapat menjadi sarana pengenalan teknik pemanfaatan sampah organik [11], [12].

Penelitian yang terbit setelah pelaksanaan kegiatan memperkuat perlunya pemantauan proses. Permatasari dkk. [13] membandingkan fermentasi campuran residu buah dan sayuran selama tiga, empat, dan lima bulan dan menemukan perubahan karakteristik fisikokimia menurut waktu inkubasi. Hal ini menunjukkan bahwa durasi fermentasi saja tidak cukup untuk menetapkan keseragaman produk. Pengamatan warna dan pH dalam pelatihan dapat menjadi sarana belajar, tetapi tidak menggantikan analisis mutu untuk penggunaan tertentu.

Lestari dkk. [14] meneliti campuran kulit kopi dan nanas melalui pengamatan fisik, pengukuran pH, penapisan fitokimia, serta uji antibakteri laboratorium. Desain tersebut memperlihatkan bahwa klaim bioaktivitas memerlukan

pengujian langsung pada formulasi yang digunakan. Dalam program sekolah, penjelasan manfaat potensial karena itu perlu selalu dihubungkan dengan jenis bahan, kondisi fermentasi, dan keterbatasan bukti.

Aspek teknis fermentasi perlu dibedakan dari capaian kegiatan edukasi. Perubahan warna, aroma, pH, serta pembentukan asam organik merupakan indikator yang relevan untuk pemantauan proses [4], [5]. Studi Das dkk. [6] menunjukkan bahwa formulasi kulit buah tertentu dapat menghasilkan aktivitas enzim terukur, sedangkan Sarminingsih dkk. [15] meneliti efek ekoenzim pada pengomposan dalam kondisi eksperimen. Artikel ini tidak menguji produk hasil kegiatan setelah 90 hari. Karena itu, tidak terdapat dasar untuk menyimpulkan aktivitas enzim, daya antimikroba, efektivitas pupuk, atau mutu produk yang dibuat peserta.

Respons peserta dan capaian kegiatan

Daftar hadir mencatat 25 nama dan paraf. Berdasarkan kolom status, 16 orang teridentifikasi sebagai orang tua murid, tiga orang sebagai guru, dan tiga orang sebagai unsur FPIK Universitas Sam Ratulangi. Status tiga penanda tangan lainnya tidak dapat ditentukan dari catatan yang tersedia (Tabel 2). Dengan demikian, 19 orang dapat diidentifikasi sebagai peserta sasaran; tiga entri tanpa status dipertahankan sebagai kategori tersendiri agar tidak terjadi penghitungan yang melebihi data terverifikasi.

Tabel 2. Komposisi kehadiran berdasarkan status yang tercatat pada daftar hadir.

Kategori kehadiran	Jumlah (orang)	Dasar klasifikasi
Orang tua murid teridentifikasi	16	Status tercantum langsung atau melalui tanda pengulangan yang dapat ditelusuri.
Guru	3	Kolom status menyebutkan guru.
Unsur FPIK Universitas Sam Ratulangi	3	Kolom status menyebutkan FPIK; bukan peserta sasaran.
Status belum dapat dipastikan	3	Kolom status pada tiga entri tidak memungkinkan klasifikasi.
Total kehadiran	25	Jumlah nama dan paraf yang tercantum dalam daftar hadir.

Pemisahan peserta sasaran dan unsur FPIK penting untuk ketepatan pelaporan cakupan program. Keikutsertaan guru mendukung kemungkinan penerapan materi pada pembelajaran tematik, sedangkan kehadiran orang tua membuka peluang pembiasaan pemilahan sampah di rumah. Kehadiran pada satu pertemuan tetap tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti perubahan perilaku atau keberlanjutan praktik. Penilaian tersebut memerlukan pendataan tindak lanjut yang terukur, misalnya catatan penerapan rumah tangga, pengisian lembar pemantauan, dan evaluasi belajar secara berulang.

Observasi dan umpan balik menunjukkan bahwa peserta mengikuti materi dan simulasi serta dapat menyebutkan kembali bahan, rasio, dan tahapan dasar pembuatan ekoenzim. Orang tua menyatakan minat untuk mencoba di rumah, sedangkan guru mengenali peluang pengembangan kegiatan tematik tentang pengelolaan sampah. Temuan tersebut menggambarkan pemahaman prosedural awal dan niat penerapan pada akhir kegiatan. Proporsi peserta yang mencapai setiap aspek tidak dihitung karena rekap penilaian individual tidak tersedia (Tabel 3).

Tabel 3. Capaian deskriptif kegiatan dan arah tindak lanjut.

Aspek	Temuan deskriptif	Implikasi tindak lanjut
Partisipasi	Peserta mengikuti diskusi dan simulasi serta mengajukan pertanyaan terkait prosedur.	Pertahankan sesi interaktif dan pertimbangkan praktik kelompok kecil.
Pemahaman prosedural	Peserta dapat menyebutkan bahan, rasio 3:1:10, dan masa fermentasi sekitar 90 hari.	Sediakan panduan singkat dan media pelabelan.
Keterampilan awal	Peserta mengikuti penjelasan pemilahan, penimbangan, pencampuran, dan pengemasan.	Dampingi pemantauan dan penanganan produk pascafermentasi.
Komitmen penerapan	Orang tua menunjukkan minat mencoba di rumah; guru melihat peluang kegiatan tematik.	Rancang komunikasi dan dokumentasi kegiatan sekolah-rumah.
Keterbatasan pengukuran	Belum tersedia prates-pascates terukur, rekap respons individual, dan analisis mutu produk.	Gunakan instrumen, pencatatan, dan indikator capaian yang dapat diverifikasi.

Kehadiran guru dan orang tua dalam dokumentasi kegiatan (Gambar 1d) menunjukkan bahwa program menjangkau dua kelompok yang berperan dalam pembiasaan di sekolah dan rumah. Peran penghubung ini menjadi dasar praktis untuk merancang tindak lanjut bersama, tanpa menyimpulkan bahwa perubahan perilaku telah terjadi.

Laporan Jelita [11] dan Syahrorini dkk. [12] juga menggambarkan pelatihan ekoenzim melalui penjelasan dan praktik di komunitas. Kesamaan pendekatan tersebut mendukung relevansi metode partisipatif sebagai sarana pengenalan prosedur. Namun, perbedaan sasaran dan instrumen evaluasi membatasi perbandingan capaian antarprogram. Pada kegiatan ini, penerimaan peserta merupakan hasil awal yang masih memerlukan pembuktian melalui pemantauan penerapan.

Integrasi pendidikan lingkungan di sekolah dan rumah

Nilai edukatif program tidak hanya berkaitan dengan produk fermentasi, tetapi juga pada pembiasaan mengenali bahan organik, membedakan residu yang dapat dikelola, dan melakukan pengamatan terstruktur. Guru dapat mengembangkan kegiatan mengenal tekstur atau jenis kulit buah, menimbang bahan dengan bantuan orang dewasa, menghitung hari pada kalender pengamatan, serta mendiskusikan alasan perlunya mengurangi sampah. Orang tua dapat mendampingi pemilahan bahan organik yang aman dan menghubungkan kegiatan tersebut dengan kebiasaan sehari-hari.

Pembelajaran berbasis sekolah dan keluarga relevan dengan bukti pendidikan anak usia dini. Abdul Rahman dkk. [8] melaporkan bahwa kegiatan proyek pengomposan memberi peluang bagi anak untuk mengamati serta mengelompokkan sampah yang mudah terurai. Sihvonen dkk. [10] menemukan bahwa kerja sama antara guru dan orang tua berperan dalam membangun pengalaman daur ulang yang berkelanjutan. Namun, penelitian-penelitian itu tidak membuktikan bahwa seluruh anak di TK Abraham Sario telah mengalami perubahan perilaku, karena evaluasi pada kegiatan ini berfokus kepada guru dan orang tua.

Dari sisi keamanan, anak sebaiknya menjadi pengamat aktif pada aktivitas pengenalan bahan dan pencatatan, bukan penanggung jawab proses fermentasi. Tahap pemotongan bahan, penanganan tutup wadah, pemantauan pembentukan gas, serta penggunaan cairan tetap memerlukan pendampingan dan kendali orang

dewasa. Penyesuaian ini memungkinkan integrasi pendidikan lingkungan tanpa menganggap larutan fermentasi sebagai bahan yang otomatis aman untuk kontak langsung dengan anak.

Keberlanjutan program dan keterbatasan evaluasi

Keberlanjutan program memerlukan tindak lanjut yang dapat dikerjakan sekolah bersama orang tua, misalnya penetapan titik pengumpulan kulit buah yang terkontrol, penyusunan jadwal pengamatan, penggunaan label identitas wadah, dan pencatatan perubahan kondisi selama fermentasi. Dokumentasi berkala dapat membantu mengidentifikasi masalah seperti perubahan bau yang tidak diharapkan, kebocoran, atau penanganan wadah yang kurang tepat. Setelah sekitar 90 hari, uji mutu dasar seperti pH dan pengamatan organoleptik dapat menjadi tahap awal, tetapi penilaian efektivitas penggunaan tertentu masih memerlukan pengujian yang sesuai [4], [5], [6].

Foto bersama pada akhir kegiatan (Gambar 1e) melengkapi dokumentasi keterlibatan komunitas sekolah. Tindak lanjut dapat difokuskan pada pencatatan rumah tangga yang mulai memilah residu buah dan dokumentasi kegiatan tematik yang diterapkan guru. Pencatatan tersebut perlu membedakan niat mencoba, pelaksanaan nyata, dan keberlanjutan praktik.

Keterbatasan evaluasi mencakup tidak tersedianya data prates–pascates berpasangan, rekap individual kuesioner, pengukuran jumlah sampah yang dimanfaatkan, dan hasil pemeriksaan produk pascafermentasi. Selain itu, status tiga penanda tangan belum dapat diklasifikasikan. Dengan keterbatasan tersebut, simpulan dibatasi pada pelaksanaan program, pemahaman prosedural yang teramati, dan komitmen awal peserta. Evaluasi lanjutan perlu mencatat indikator yang dapat diverifikasi, seperti perubahan jawaban peserta pada instrumen yang sama, jumlah rumah tangga yang menerapkan pemilahan, massa residu yang diolah, serta keberlanjutan kegiatan sekolah. Pemeriksaan mutu produk perlu dirancang terpisah sesuai tujuan penggunaannya.



Gambar 1. Dokumentasi kegiatan diseminasi ekoenzim di TK Abraham Sario, Manado: (a–b) penyampaian materi, (c) pengarahan, (d) peserta, dan (e) foto bersama. Sumber: dokumentasi tim pelaksana.

KESIMPULAN

Diseminasi dan simulasi pembuatan ekoenzim di TK Abraham Sario Kota Manado telah dilaksanakan melalui edukasi partisipatif yang melibatkan guru dan orang tua murid. Daftar hadir mencatat 25 penanda tangan, dengan 19 peserta sasaran teridentifikasi, tiga unsur FPIK Universitas Sam Ratulangi, dan tiga penanda tangan tanpa status yang dapat diklasifikasikan. Peserta mengikuti pengenalan kulit buah, gula aren, dan air dengan rasio 3:1:10 serta rencana fermentasi sekitar 90 hari. Observasi dan umpan balik menunjukkan partisipasi, pemahaman prosedural awal, serta minat penerapan di rumah dan dalam pembelajaran tematik. Hasil ini mendukung kelayakan kegiatan sebagai sarana pengenalan pengelolaan sampah organik dalam kemitraan sekolah dan keluarga. Efektivitas perubahan pengetahuan, keberlanjutan perilaku, dan mutu produk belum dapat disimpulkan; penilaiannya memerlukan evaluasi terukur dan pemantauan lanjutan.

Tim pelaksana menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi, Kepala Sekolah dan guru TK Abraham Sario Kota Manado, serta seluruh orang tua murid yang berpartisipasi dalam kegiatan ini.

Kegiatan ini dibiayai melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Badan Layanan Umum Universitas Sam Ratulangi Nomor SP DIPA 139.03.2.693382/2025, dengan nomor kontrak 2125/UN12.27/LT/2025.

DAFTAR PUSTAKA

1) [1] Badan Pusat Statistik, Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2025. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2025. https://www.bps.go.id/id/publication/2025/11/28/5533ef5bf73b9dd7bc5475ee/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2025.html
2) [2] Kavya, M. Vashisht, B. Jain, and S. Shrivastava, “Transforming waste into wealth: a review on microbial conversion of organic municipal wastes to value-added products,” Discover Environment, vol. 2, art. no. 112, 2024. doi: 10.1007/s44274-024-00144-z.
3) [3] M. Ortiz-Sanchez, P.-J. Inocencio-García, A. F. Alzate-Ramírez, and C. A. Cardona Alzate, “Potential and restrictions of food-waste valorization through fermentation processes,” Fermentation, vol. 9, no. 3, art. no. 274, 2023. doi: 10.3390/fermentation9030274.
4) [4] R. Rachman, S. A. Yanti, and N. O. Abdullah, “Innovative eco-enzyme from fruit and vegetable waste for pollution control,” Gema Lingkungan Kesehatan, vol. 23, no. 1, pp. 14–19, 2025. doi: 10.36568/gelinkes.v23i1.142.
5) [5] N. Nurseha, G. L. Sari, and K. Ratnawati, “Experiment and literature: enzyme content of fruit waste-based eco enzyme and its potential in pollutant reduction,” Jurnal Biologi Tropis, vol. 25, no. 4, pp. 4852–4859, 2025. doi: 10.29303/jbt.v25i4.10066.
6) [6] S. C. Das, O. Khan, A. H. Khadem, M. A. Rahman, S. Bedoura, M. A. Uddin, and M. S. Islam, “Evaluating the biocatalytic potential of fruit peel-derived eco-enzymes for sustainable textile wastewater treatment,” Results in Engineering, vol. 21, art. no. 101898, 2024. doi: 10.1016/j.rineng.2024.101898.
7) [7] A. Bulut, “Teacher opinions about children’s awareness of zero-waste and recycling in the pre-school education years,” Review of International Geographical Education Online, vol. 10, no. 3, pp. 351–372, 2020. doi: 10.33403/rigeo.689426.

8) [8] N. P. Abdul Rahman, N. Mohd Yusop, and R. Awang, “The effect of project on children attitude toward environmental balance,” Hungarian Educational Research Journal, vol. 11, no. 4, pp. 426–439, 2021. doi: 10.1556/063.2021.00021.
9) [9] S. N. Rahmawati and Y. Yaswinda, “Penerapan eco enzyme pada pembelajaran sains terkait lingkungan di taman kanak-kanak,” Early Childhood: Jurnal Pendidikan, vol. 5, no. 2, pp. 1–13, 2021. doi: 10.35568/earlychildhood.v5i2.1243.
10) [10] P. Sihvonen, R. Lappalainen, J. Herranen, and M. Aksela, “Promoting sustainability together with parents in early childhood education,” Education Sciences, vol. 14, no. 5, art. no. 541, 2024. doi: 10.3390/educsci14050541.
11) [11] R. Jelita, “Produksi eco enzyme dengan pemanfaatan limbah rumah tangga untuk menjaga kesehatan masyarakat di era new normal,” Jurnal Maitreyawira, vol. 3, no. 1, pp. 28–35, 2022. doi: 10.69607/jm.v3i1.49.
12) [12] S. Syahrorini, A. E. Prihatiningrum, A. Mulyadi, and I. A. Saidi, “Training on processing household organic waste into eco enzyme at ‘Aisyiyah Sidoarjo Orphanage,” Community Empowerment, vol. 7, no. 11, pp. 1898–1904, 2022. doi: 10.31603/ce.7359.
13) [13] D. Permatasari, R. Rukmana, and H. Hafsan, “Karakterisasi eco-enzyme berbasis sampah organik berdasarkan masa inkubasi,” Jurnal Biotek, vol. 14, no. 1, pp. 78–92, 2026. doi: 10.24252/jb.v14i1.57296.
14) [14] A. Lestari, N. Y. Haryono, A. Berlianny, and R. Juwita, “Phytochemical analysis and antibacterial activity of eco-enzyme produced from mixed coffee pulp and pineapple peel waste,” Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi, vol. 14, no. 1, pp. 391–400, 2026. doi: 10.33394/bioscientist.v14i1.17246.
15) [15] A. Sarminingsih, S. Sumiyati, Syafrudin, I. Alfarisi, R. Setiawan, A. F. Andika, and M. Balqis, “Study of the effect of adding eco-enzyme to the process of decomposing organic waste on the quality of compost, leachate, and methane gas production,” Jurnal Presipitasi, vol. 20, no. 3, pp. 655–668, 2023. doi: 10.14710/presipitasi.v20i3.655-668.