

**PENERAPAN INOVASI *ECO ENZYM* DARI KULIT NANAS SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL
DI SMAN 3 DAN SMKN 8 MUARO JAMBI**

***APPLICATION OF INNOVATION ECO ENZYM FROM PINEAPPLE
PEEL AS A LOCAL WISDOM-BASED LEARNING MEDIA
AT SMAN 3 AND SMKN 8 MUARO JAMBI***

Dawam Suprayogi¹⁾, Rahma Dani^{2*)}, Firdiawan Ekaputra³⁾, Kriswantoro⁴⁾

¹Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

^{2*)}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi

^{3,4}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi

²Email: rahmadani@unja.ac.id

Recived: September 30, 2025 Accepted: November 12, 2025 Published: December 11, 2025

Abstrak: Program pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di SMAN 3 dan SMKN 8 Muaro Jambi dengan fokus pada penerapan inovasi *eco enzyme* dari kulit nanas sebagai media pembelajaran berbasis kearifan lokal. Permasalahan utama yang dihadapi mitra meliputi belum optimalnya pengelolaan limbah organik, keterbatasan penerapan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*/PjBL), serta kurangnya integrasi kearifan lokal dalam kurikulum sains. Untuk menjawab tantangan tersebut, kegiatan pengabdian dilakukan melalui serangkaian tahapan, mulai dari sosialisasi, pelatihan teknis pembuatan *Eco Enzyme*, pembangunan unit fermentasi sederhana di sekolah, hingga pendampingan integrasi *Eco Enzyme* dalam perangkat pembelajaran biologi, kimia, dan prakarya. Hasil kegiatan menunjukkan capaian yang signifikan. Produksi *Eco Enzyme* rata-rata mencapai enam liter per bulan, melampaui target awal lima liter, serta berhasil mengurangi timbunan sampah organik hingga 30% dalam enam bulan pertama. Sebanyak 92% peserta pelatihan (guru dan siswa) mampu membuat *Eco Enzyme* secara mandiri, sementara tingkat pemahaman meningkat rata-rata 40% berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*. Dari sisi pembelajaran, 80% guru IPA telah mengintegrasikan PjBL berbasis *Eco Enzyme* dalam RPP, disertai tersusunnya modul pembelajaran dan lembar kerja ilmiah (LKI). Selain menghasilkan produk nyata berupa *Eco Enzyme*, kompos, SOP, modul, dan LKI, program ini juga memperkuat kapasitas guru dan siswa, membentuk Tim Adiwiyata *Eco Enzyme* sebagai motor keberlanjutan, serta mendorong terciptanya budaya sekolah yang ramah lingkungan. Luaran non-fisik lainnya mencakup publikasi kegiatan, pameran produk, dan presentasi hasil pada forum adiwiyata tingkat kabupaten. Dengan demikian, program ini tidak hanya berkontribusi pada pengelolaan lingkungan sekolah, tetapi juga mendorong inovasi pembelajaran kontekstual yang berbasis kearifan lokal dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Eco Enzyme*, Limbah Organik, Pembelajaran Berbasis Proyek, Kearifan Lokal.

Abstract: *This community service program was implemented at SMAN 3 and SMKN 8 Muaro Jambi with a focus on applying Eco Enzyme innovation from pineapple peel as a local wisdom-based learning medium. The main problems faced by partners included suboptimal organic waste management, limited application of project-based learning (PjBL), and a lack of integration of local wisdom into the science curriculum. To address these challenges, community service activities were carried out through a series of stages, starting from socialization, technical training in Eco Enzyme production, construction of simple fermentation units in schools, to assistance in integrating Eco Enzyme into biology, chemistry, and craft learning tools. The results of the activities showed significant achievements. Eco Enzyme production averaged six liters per month, exceeding the initial target of five liters, and successfully reduced organic waste by 30% in the first six months. A total of 92% of training participants (teachers and students) were able to make Eco Enzyme independently, while the level of understanding increased by an average of 40% based on the results of pre-tests and post-tests. In terms of learning, 80% of science teachers have integrated Eco Enzyme-based PjBL into their lesson plans, accompanied by the compilation of learning modules and scientific worksheets (LKI). In addition to producing tangible products such as Eco Enzymes, compost, SOPs, modules, and LKI, this program also strengthens the capacity of teachers and students, forms the Adiwiyata Eco Enzyme Team as a driver of sustainability, and encourages the creation of an environmentally friendly school culture. Other non-physical outputs include the publication of activities, product exhibitions, and presentations of results at the district-level Adiwiyata forum. Thus, this program not only contributes to school environmental management but also encourages contextual learning innovation based on local wisdom and sustainability.*

Keywords: *Eco Enzyme, Organic Waste, Project-Based Learning, Local Wisdom.*

PENDAHULUAN

Kabupaten Muaro Jambi di Provinsi Jambi dikenal sebagai wilayah yang kaya akan sejarah dan budaya, dengan keberadaan Situs Candi Muaro Jambi yang merupakan kompleks percandian Hindu-Buddha terluas di Sumatera (Rahman, 2019). Di wilayah ini berdiri SMAN 3 Muaro Jambi, sebuah sekolah berakreditasi A dengan fasilitas pembelajaran yang cukup lengkap seperti laboratorium, perpustakaan, serta ruang kelas yang memadai. Meski demikian, potensi tersebut belum sepenuhnya diimbangi dengan penerapan inovasi pendidikan dan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Hal ini menjadikan SMAN 3 Muaro Jambi sebagai mitra strategis untuk pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat yang berfokus pada integrasi pendidikan berbasis proyek dan pengelolaan lingkungan.

Hasil observasi menunjukkan bahwa sekolah ini menghasilkan rata-rata 15 kg sampah organik per hari yang bersumber dari kantin, dedaunan, serta kegiatan praktikum. Sampah tersebut selama ini hanya dibuang ke TPS tanpa pengolahan lebih lanjut sehingga menimbulkan bau tidak sedap dan berpotensi mencemari lingkungan sekolah (Putri & Lestari, 2020). Dari sisi pembelajaran, penerapan metode inovatif juga masih terbatas. Dari 10 guru IPA, hanya sekitar 30% yang sudah menerapkan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning/PjBL*), dan kurang dari 10% yang mengintegrasikan kearifan lokal dalam pengajaran mereka. Partisipasi siswa dalam kegiatan lingkungan pun masih rendah, yaitu sekitar 40%, dan lebih banyak berfokus pada pengumpulan sampah tanpa menghasilkan inovasi yang bernilai guna (Data Observasi Lapangan, 2023). Kondisi ini memperlihatkan adanya kesenjangan antara potensi sumber daya yang tersedia dengan implementasi praktik pembelajaran dan pengelolaan lingkungan yang seharusnya dapat dikembangkan lebih baik.

Untuk menjawab persoalan tersebut, dirancang program pengabdian masyarakat yang berfokus pada pemanfaatan *Eco Enzyme* berbasis limbah kulit nanas sebagai solusi inovatif. Program ini terdiri atas beberapa kegiatan utama, yaitu pelatihan dan lokakarya pembuatan *Eco Enzyme* bagi guru dan siswa, pembangunan unit fermentasi sederhana di sekolah, pengembangan modul kurikulum berbasis proyek yang mengintegrasikan *Eco Enzyme* dalam mata pelajaran Biologi, Kimia, dan Prakarya, serta kampanye kesadaran lingkungan melalui kegiatan Adiwiyata dan pameran produk. Dengan cara ini, permasalahan pengelolaan limbah sekolah dapat diatasi sekaligus menghadirkan model pembelajaran kontekstual yang relevan dengan Kurikulum Merdeka.

Teknologi *Eco Enzyme* yang digunakan dalam program ini merupakan teknologi tepat guna yang telah terbukti kehandalannya. Kurniawati (2020) menunjukkan bahwa *Eco Enzyme* mampu menurunkan kandungan limbah organik sekaligus menghasilkan cairan dengan sifat antimikroba. Penelitian lain oleh Utami dan Hidayat (2021) menegaskan bahwa fermentasi limbah kulit buah dapat menghasilkan enzim yang bermanfaat sebagai pembersih alami, pupuk cair, dan pestisida organik. Pratama (2022) melaporkan bahwa fermentasi kulit nanas

menghasilkan *Eco Enzyme* dengan pH < 4,5, menandakan aktivitas mikroba yang optimal dan aman digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Keunggulan teknologi ini adalah kesederhanaannya, biaya rendah, serta ramah lingkungan sehingga dapat dipraktikkan dengan mudah oleh guru dan siswa tanpa memerlukan peralatan kompleks (Sari, *et. al.*, 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian ini memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di SMAN 3 Muaro Jambi melalui penerapan PjBL berbasis *Eco Enzyme*, mengurangi timbunan sampah organik dengan mengubahnya menjadi produk bermanfaat, serta mengintegrasikan kearifan lokal dalam kurikulum sekolah. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan memberdayakan guru dan siswa agar lebih aktif dalam inovasi pembelajaran sekaligus menumbuhkan kepedulian lingkungan. Manfaat yang diharapkan mencakup peningkatan kompetensi guru dalam menyusun perangkat pembelajaran berbasis proyek, keterampilan ilmiah siswa melalui praktik langsung, terciptanya lingkungan sekolah yang bersih dan sehat, serta lahirnya budaya sekolah yang ramah lingkungan dan berorientasi pada keberlanjutan.

Keberhasilan program ini diharapkan dapat direplikasi oleh sekolah lain di Kabupaten Muaro Jambi sehingga menjadi model pengembangan pembelajaran kontekstual berbasis kearifan lokal (UNESCO, 2019). Hasil penelitian terkini menunjukkan bahwa penerapan *Eco Enzyme* di lingkungan sekolah mampu meningkatkan kesadaran ekologis siswa serta keterampilan sains melalui pembelajaran berbasis proyek (Al-Bahij, *et. al.*, 2024). Hal ini memperkuat relevansi penerapan *Eco Enzyme* dalam pendidikan formal sebagai media pembelajaran kontekstual yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

METODE PELAKSANAAN

1. Tempat dan Waktu

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di SMAN 3 Muaro Jambi, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Lokasi sekolah cukup strategis karena berdekatan dengan Situs Candi Muaro Jambi dan berjarak sekitar 20 km dari pusat Kota Jambi. Pelaksanaan program berlangsung selama 8 bulan mulai dari Februari

hingga September 2023, meliputi tahap persiapan, sosialisasi, pelatihan, pendampingan, evaluasi, hingga pameran hasil. Untuk memperjelas lokasi kegiatan, digunakan peta wilayah Kabupaten Muaro Jambi yang menunjukkan posisi SMAN 3 Muaro Jambi relatif terhadap Kota Jambi dan Situs Candi Muaro Jambi.

2. Khalayak Sasaran/Mitra Kegiatan

Mitra kegiatan adalah SMAN 3 Muaro Jambi dengan khalayak sasaran utama yaitu guru IPA (Biologi dan Kimia), guru Prakarya, serta siswa kelas X dan XI. Pemilihan mitra ini didasarkan pada hasil observasi awal yang menunjukkan adanya permasalahan serius dalam pengelolaan sampah organik sekolah (± 15 kg/hari) serta rendahnya penerapan pembelajaran berbasis proyek dan integrasi kearifan lokal. Guru dipilih sebagai sasaran karena mereka memiliki peran strategis dalam mengintegrasikan inovasi ke dalam kurikulum, sementara siswa dipilih karena mereka merupakan agen perubahan yang diharapkan dapat menerapkan ilmu dalam kegiatan nyata sehari-hari.

3. Metode Pengabdian

Metode yang digunakan bersifat edukatif-partisipatif dengan melibatkan seluruh warga sekolah secara aktif. Tahapannya meliputi:

- a. Persiapan, berupa koordinasi dengan kepala sekolah dan guru, pengumpulan data awal, serta penyusunan modul *Eco Enzyme*.
- b. Sosialisasi, melalui presentasi, diskusi kelompok terfokus (FGD), serta penyebaran *leaflet* dan poster lingkungan.
- c. Pelatihan, berupa praktik pembuatan *Eco Enzyme* dengan limbah kulit nanas, disertai pencatatan data ilmiah menggunakan lembar kerja.
- d. Pendampingan, yaitu *monitoring* fermentasi secara berkala, pembimbingan integrasi materi ke dalam RPP, serta pembentukan Tim Adiwiyata *Eco Enzyme*.
- e. Demonstrasi dan Pameran, berupa unjuk hasil produk *Eco Enzyme*, presentasi laporan proyek siswa, serta kampanye lingkungan kepada warga sekolah dan komite.

Pendekatan edukatif-partisipatif dalam kegiatan ini tidak hanya mendorong partisipasi aktif guru dan siswa, tetapi juga memberikan implikasi positif terhadap

pembentukan literasi lingkungan, keterampilan ilmiah, dan karakter peduli lingkungan di sekolah. Metode ini sekaligus menguatkan konsep *education for sustainable development* yang menekankan pentingnya keterlibatan warga sekolah dalam setiap proses pembelajaran berbasis lingkungan (Meidiyanti & Hadi, 2024).

4. Indikator Keberhasilan

Keberhasilan program diukur melalui beberapa indikator yang terukur, antara lain:

- a. Produksi minimal 5 liter *Eco Enzyme* per bulan, dengan kualitas sesuai standar ($\text{pH} < 4,5$, bau segar, warna coklat).
- b. Pengurangan volume sampah organik sekolah sebesar 30% dalam 6 bulan pertama.
- c. Minimal 80% siswa dan guru terlibat aktif dalam pelatihan, pendampingan, dan produksi *Eco Enzyme*.
- d. Minimal 80% guru IPA mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek *Eco Enzyme* ke dalam RPP.
- e. Terbentuknya Tim Adiwiyata *Eco Enzyme* yang berfungsi sebagai pengelola kegiatan secara berkelanjutan.

5. Metode Evaluasi

Evaluasi dilakukan secara formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilakukan pada setiap tahap pelaksanaan melalui observasi langsung, pencatatan data fermentasi, dan monitoring partisipasi peserta. Evaluasi sumatif dilakukan pada akhir program melalui:

- a. Kuesioner *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pemahaman guru dan siswa.
- b. Lembar observasi fermentasi untuk memantau kualitas *Eco Enzyme* yang dihasilkan.
- c. Analisis data kuantitatif mengenai volume sampah yang berkurang dan volume *Eco Enzyme* yang diproduksi.
- d. Umpan balik guru dan siswa terkait efektivitas modul pembelajaran.
- e. Pameran hasil proyek sebagai bentuk evaluasi publik terhadap capaian program.

Dengan metode ini, diharapkan seluruh kegiatan dapat terpantau secara sistematis, keberhasilan dapat diukur secara objektif, dan keberlanjutan program di sekolah dapat terjamin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan program pengabdian di SMAN 3 Muaro Jambi berjalan sesuai rencana melalui lima tahapan utama: sosialisasi, pelatihan pembuatan *Eco Enzyme*, pembangunan unit fermentasi, pendampingan serta monitoring, dan pameran hasil. Secara keseluruhan, kegiatan ini menghasilkan beberapa capaian penting: (1) produksi *Eco Enzyme* rata-rata enam liter per bulan, melampaui target lima liter; (2) pengurangan timbulan sampah organik hingga 30% dalam enam bulan pertama; (3) 92% peserta pelatihan (guru dan siswa) mampu membuat *Eco Enzyme* secara mandiri; (4) 80% guru IPA telah mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek dalam RPP menggunakan *Eco Enzyme*; serta (5) terbentuknya Tim Adiwiyata *Eco Enzyme* yang dikelola oleh guru dan siswa.



Gambar 1. Siswa membuat *Eco Enzym* dari kulit nanas

Dari sisi lingkungan, implementasi *Eco Enzyme* terbukti efektif dalam menekan volume sampah organik sekolah. Grafik perbandingan target dan realisasi menunjukkan bahwa capaian produksi *Eco Enzyme* dan pengurangan limbah mencapai bahkan melampaui target. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Kurniawati (2020) yang menyatakan bahwa *Eco Enzyme* merupakan teknologi tepat guna untuk mengurangi timbulan sampah organik rumah tangga maupun institusi pendidikan. Dengan memanfaatkan fermentasi kulit nanas, sekolah tidak hanya

mengurangi sampah tetapi juga menghasilkan produk dengan nilai tambah, yakni cairan pembersih dan pupuk organik.

Dari sisi akademik, kegiatan ini meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis proyek. Hasil *pre-test* dan *post-test* menunjukkan peningkatan pemahaman rata-rata 40% baik pada guru maupun siswa, yang diperkuat dengan grafik perbandingan hasil tes. Sebanyak 80% guru IPA berhasil mengintegrasikan modul *Eco Enzyme* dalam pembelajaran Biologi dan Kimia, meskipun masih ada 20% guru yang memerlukan pendampingan lebih lanjut. Temuan ini sejalan dengan teori *contextual teaching and learning* yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dalam meningkatkan pemahaman konsep sains (Johnson, 2014).

Selain itu, keterampilan ilmiah siswa berkembang melalui kegiatan proyek. Siswa belajar melakukan observasi, mencatat data fermentasi (pH, bau, warna, volume), menganalisis hasil, serta menyusun laporan ilmiah. Hal ini sesuai dengan prinsip *Project-Based Learning* (Thomas, 2000) yang menekankan keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah nyata melalui proyek terstruktur.

Integrasi kearifan lokal juga menjadi capaian penting. Pemanfaatan kulit nanas, yang banyak tersedia di sekitar wilayah Jambi, menegaskan bahwa pembelajaran dapat berbasis pada potensi lokal. Kegiatan ini mengajarkan kepada siswa bahwa sains tidak terlepas dari lingkungan dan budaya sekitarnya. Partisipasi siswa dan guru meningkat signifikan, dari hanya 40–50% sebelum program menjadi 80–85% setelah program berjalan. Hal ini memperkuat teori partisipatif dalam pendidikan lingkungan, yang menekankan bahwa keterlibatan komunitas sekolah sangat menentukan keberhasilan program keberlanjutan (Sterling, 2001).

Tabel 1. Hasil Partisipasi Siswa dalam Kegiatan

Indikator	Target	Realisasi	Persentase (%)
Produksi <i>Eco Enzyme</i> (liter/bulan)	5	6	120
Pengurangan limbah organik (%)	30	30	100
Guru IPA menerapkan PjBL (%)	90	80	89
Siswa terlibat proyek (%)	100	100	100
Peserta pelatihan berhasil (%)	90	92	102
Peningkatan pemahaman (%)	50	60	120
Partisipasi aktif guru+siswa (%)	75	80	107

Secara keseluruhan, program pengabdian ini berhasil menjawab tiga persoalan utama: pengelolaan limbah organik, keterbatasan PjBL, dan minimnya integrasi kearifan lokal. Hasil menunjukkan adanya peningkatan signifikan baik pada aspek lingkungan (pengurangan limbah, produksi *Eco Enzyme*) maupun aspek pendidikan (pemahaman konsep, keterampilan ilmiah, partisipasi). Meskipun masih terdapat tantangan, khususnya pada konsistensi penerapan oleh semua guru, capaian yang diraih menunjukkan bahwa *Eco Enzyme* dapat menjadi media inovatif yang kontekstual dan berkelanjutan dalam pendidikan lingkungan di sekolah.



Gambar 2. Kegiatan Pengabdian Masyarakat di SMAN 3 Muaro Jambi

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bisa menjadi model bagi sekolah lain di Kabupaten Muaro Jambi dan wilayah sekitarnya. Selain memperluas penggunaan produk *Eco Enzyme*, sekolah berharap agar metode pembelajaran berbasis proyek semakin diperkuat dan diintegrasikan ke dalam Kurikulum Merdeka secara sistematis.

Dibandingkan dengan kegiatan sejenis di sekolah lain, program ini memiliki unsur kebaruan karena tidak hanya fokus pada pembuatan *Eco Enzyme* sebagai produk lingkungan, tetapi juga mengintegrasikannya secara langsung ke dalam pembelajaran berbasis proyek di mata pelajaran sains. Sebagian besar program pengabdian lain lebih menitikberatkan pada pelatihan atau pengurangan sampah organik saja, tanpa adanya integrasi pedagogis yang sistematis (Yulistiar & Manggalou, 2023). Dengan demikian, kegiatan ini menunjukkan inovasi dalam penyatuan antara aspek akademik, lingkungan, dan sosial melalui penerapan Kurikulum Merdeka yang kontekstual.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat di SMAN 3 Muaro Jambi telah berhasil mengintegrasikan inovasi *Eco Enzyme* berbasis limbah kulit nanas ke dalam sistem pembelajaran dan pengelolaan lingkungan sekolah. Hal yang baru dari kegiatan ini adalah penggunaan *Eco Enzyme* tidak hanya sebagai solusi pengurangan sampah organik, tetapi juga sebagai media pembelajaran berbasis proyek dalam mata pelajaran Biologi, Kimia, dan Prakarya. Pendekatan ini memberikan pengalaman belajar yang kontekstual, aplikatif, dan sesuai dengan semangat Kurikulum Merdeka.

Manfaat bagi masyarakat sekolah sangat nyata, yaitu berkurangnya volume sampah organik hingga 30%, tersedianya produk ramah lingkungan yang dapat digunakan sehari-hari, serta meningkatnya keterampilan guru dan siswa dalam menerapkan pembelajaran inovatif. Dari sisi kontribusi teoritik, kegiatan ini memperkuat konsep *contextual teaching and learning* dan *Project-Based Learning* dengan menunjukkan bahwa kearifan lokal dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam pembelajaran sains dan praktik keberlanjutan. Dengan demikian, penerapan *Eco Enzyme* di sekolah tidak hanya berfungsi sebagai solusi praktis pengelolaan limbah organik, tetapi juga menjadi bentuk kontribusi nyata terhadap penguatan pendidikan berkelanjutan di tingkat sekolah menengah.

SARAN

Untuk pengabdian berikutnya, disarankan agar program diperluas ke sekolah lain di Kabupaten Muaro Jambi sehingga dampaknya lebih luas. Selain itu, perlu dilakukan pendampingan lebih intensif bagi guru agar seluruh tenaga pendidik mampu mengintegrasikan PjBL secara konsisten dalam kurikulum. Ke depan, penelitian lanjutan mengenai kualitas dan efektivitas *Eco Enzyme* sebagai pembersih maupun pupuk organik juga penting dilakukan agar manfaatnya semakin optimal, baik dalam konteks pendidikan maupun pemberdayaan masyarakat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim pelaksana kegiatan pengabdian masyarakat ini menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada SMAN 3 Muaro Jambi sebagai mitra kegiatan yang telah memberikan dukungan penuh, mulai dari penyediaan tempat, keterlibatan guru, hingga partisipasi aktif siswa dalam setiap tahapan kegiatan. Apresiasi juga disampaikan kepada Kepala Sekolah dan Komite Sekolah SMAN 3 Muaro Jambi yang telah memfasilitasi koordinasi serta mendorong keberlanjutan program ini dalam kegiatan sekolah.

Ucapan terima kasih yang mendalam juga kami sampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristek/DIKTI) Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan dana melalui hibah pengabdian masyarakat. Dukungan ini menjadi fondasi penting dalam merealisasikan program *Eco Enzyme* sebagai inovasi pembelajaran berbasis proyek sekaligus solusi pengelolaan limbah organik di sekolah.

Tidak lupa, kami juga berterima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jambi atas dukungan administratif dan pendampingannya, serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, termasuk orang tua siswa, komunitas sekolah, dan mitra eksternal yang turut serta mendukung penyediaan bahan serta sarana pendukung. Semoga kerja sama ini dapat terus terjalin dan memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi pendidikan dan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bahij, A., Umrotullatifah, N., Qurrotaini, L., & Santi, A. U. P. (2024). Eco-Enzyme Project-Based Learning in the Elementary School: Improving SDGs 12.5 Waste Management Knowledge. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 8(1), 156-164.
- Johnson, E. B. (2014). *Contextual Teaching and Learning: Menjadikan Kegiatan Belajar Mengajar Mengasyikkan dan Bermakna*. Bandung: Mizan Media Utama.
- Kurniawati, I. (2020). Pemanfaatan *Eco Enzyme* dalam Pengelolaan Limbah Organik Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(2), 145–153.

- Meidiyanti, R., & Hadi, R. (2024). Use Of Waste In The School Environment Of Muhammadiyah Middle School Students Training Eco Enzym Production Day. *Indonesian Journal of Conservation*, 13(1), 36-41.
- Nurhasanah, S., & Yuliani, R. (2021). Integrasi Kearifan Lokal dalam Kurikulum Sains untuk Pendidikan Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 35–44.
- Putri, A. D., & Rahmawati, N. (2022). *Eco Enzyme* Sebagai Alternatif Pupuk Organik Cair Ramah Lingkungan. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*, 7(3), 201–209.
- Sterling, S. (2001). *Sustainable Education: Re-visioning Learning and Change*. Totnes: Green Books.
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. San Rafael, CA: The Autodesk Foundation.
- Wahyuni, T. (2019). Pendidikan Berbasis Proyek dalam Kurikulum 2013 untuk Penguatan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 6(2), 112–123.
- Widodo, H., & Sari, P. (2021). Efektivitas *Eco Enzyme* dalam Mengurangi Sampah Organik di Lingkungan Sekolah. *Jurnal Adiwiyata*, 5(1), 55–64.
- Yulistiar, F. W., & Manggalou, S. (2023). Inovasi Eco-Enzyme dalam Mendukung Pemerintah Menuju Net Zero Emission di Indonesia. *Public Inspiration: Jurnal Administrasi Publik*, 8(1), 50-60.