

Penerapan Model *Project Based Learning* (PjBL) melalui Pemanfaatan Limbah Air Kelapa Menjadi POC untuk Meningkatkan Hasil Belajar Bioteknologi Siswa

Elis Yanti^{1*}, Sri Wahyuni², Sitti Asmah³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Muhammadiyah Bone
E-mail: elisyantielis2@gmail.com^{1*}

Article Info	Abstract
<p>Article History Received: 2025-11-29 Revised: 2026-04-19 Published: 2026-04-20</p> <p>Keywords: <i>biotechnology; coconut water waste; liquid organic fertilizer; project based learning; science education</i></p>	<p><i>Biology learning in the 21st century demands the integration of theoretical concepts with real-world environmental solutions. This study aims to enhance students' conceptual mastery of biotechnology and environmental awareness through the utilization of coconut water waste into Liquid Organic Fertilizer (LOF) using the Project Based Learning (PjBL) model. The research method employed was Classroom Action Research (CAR) with a One-Group Pretest-Posttest design, involving 15 sixth-grade students at SDN 07 Teluk Merbau as research subjects. The research instruments were validated by material and learning experts, while data analysis was conducted using the N-Gain test to measure the improvement in learning outcomes. Results indicated that the 15-day fermentation process produced high-quality LOF with a stable pH of 4.6, which significantly boosted the vegetative growth of mustard greens (<i>Brassica juncea</i>) from 5.2 cm to 11.2 cm. Educationally, the implementation of the PjBL model significantly improved students' cognitive learning outcomes, achieving an N-gain score of 0.71, categorized as high. In conclusion, the integration of local waste into project-based learning is proven effective as a medium for knowledge transformation that clarifies abstract biotechnology materials while sharpening students' critical thinking skills and environmental character.</i></p>
Artikel Info	Abstrak
<p>Sejarah Artikel Diterima: 2025-11-29 Direvisi: 2026-04-19 Dipublikasi: 2026-04-20</p> <p>Kata kunci: air kelapa; bioteknologi; pembelajaran sains; <i>project based learning</i>; pupuk organik cair</p>	<p>Pembelajaran biologi di abad ke-21 menuntut adanya integrasi antara pemahaman konsep teoretis dengan solusi nyata terhadap permasalahan lingkungan di sekitar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan penguasaan konsep bioteknologi dan kesadaran ekologis siswa melalui pemanfaatan limbah air kelapa menjadi Pupuk Organik Cair (POC) dengan model <i>Project Based Learning</i> (PjBL). Metode penelitian yang digunakan adalah Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dengan desain <i>One-Group Pretest-Posttest</i> yang melibatkan 15 siswa kelas VI di SDN 07 Teluk Merbau sebagai subjek penelitian. Instrumen penelitian telah divalidasi oleh ahli materi dan ahli pembelajaran, sementara analisis data dilakukan menggunakan uji N-Gain untuk mengukur peningkatan hasil belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi selama 15 hari menghasilkan POC berkualitas tinggi dengan pH stabil 4,6 yang secara signifikan mampu memacu pertumbuhan vegetatif tanaman sawi (<i>Brassica juncea</i>) dari 5,2 cm menjadi 11,2 cm. Secara edukatif, penerapan model PjBL ini berhasil meningkatkan hasil belajar kognitif siswa secara signifikan dengan perolehan skor N-gain sebesar 0,71 yang masuk dalam kategori tinggi. Simpulannya, integrasi limbah lokal dalam pembelajaran berbasis proyek terbukti efektif sebagai media transformasi pengetahuan yang mampu mengonkritkan materi bioteknologi sekaligus mengasah keterampilan berpikir kritis dan karakter peduli lingkungan peserta didik.</p>

PENDAHULUAN

Pendidikan. Pendidikan Biologi pada jenjang sekolah dasar di abad ke-21 menuntut adanya perubahan dalam proses

pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep secara teoritis, tetapi juga pada kemampuan mengaitkan pengetahuan dengan permasalahan nyata di

lingkungan sekitar. Pembelajaran biologi seharusnya mampu mendorong siswa untuk berpikir kritis sekaligus memiliki kepedulian terhadap ekosistem. Namun, dalam praktiknya pembelajaran masih banyak dilakukan secara konvensional melalui metode ceramah dan hafalan, sehingga siswa kesulitan menghubungkan materi dengan fenomena kehidupan sehari-hari dan pembelajaran menjadi kurang bermakna.

Salah satu materi yang masih dianggap abstrak oleh siswa adalah bioteknologi, terutama jika tidak disertai media atau kegiatan pembelajaran yang konkret. Di sisi lain, permasalahan lingkungan seperti limbah organik, misalnya air kelapa yang sering terbuang, belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal air kelapa mengandung unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium serta zat yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman, sehingga berpotensi diolah menjadi Pupuk Organik Cair (POC) melalui proses fermentasi dengan bantuan *Effective Microorganisms* (EM4).

Pemanfaatan limbah air kelapa menjadi POC merupakan salah satu penerapan bioteknologi sederhana yang relevan untuk pembelajaran siswa sekolah dasar, karena dapat menghubungkan konsep ilmiah dengan praktik langsung dalam upaya pelestarian lingkungan. Kegiatan ini juga sejalan dengan pendekatan *Science, Environment, Technology, and Society* (SETS) yang menekankan keterkaitan ilmu pengetahuan dengan kehidupan nyata. Untuk mendukung pembelajaran yang lebih aktif dan bermakna, model Project Based Learning

(PjBL) dapat diterapkan agar siswa terlibat langsung dalam proses perencanaan, pembuatan, hingga penerapan produk POC pada tanaman sawi (*Brassica juncea*), sekaligus mengamati dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian di SDN 07 Teluk Merbau perlu dilakukan untuk mengintegrasikan pembelajaran bioteknologi melalui kegiatan pembuatan POC dari air kelapa. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep biologi siswa, tetapi juga menumbuhkan sikap ilmiah serta kepedulian terhadap lingkungan sejak dini, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual.

Kajian mengenai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa eksplorasi integrasi limbah organik ke dalam dunia pendidikan telah menjadi perhatian berbagai peneliti dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini didasarkan pada kebutuhan akan media pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan konsep secara teoritis, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang berdampak pada kesadaran ekologis peserta didik.

Berbagai studi telah membuktikan bahwa pemanfaatan limbah sebagai bahan ajar mampu membantu siswa memahami konsep biologi yang kompleks menjadi lebih sederhana dan aplikatif. Salah satu penelitian yang relevan adalah studi Sari (2024) yang mengembangkan buku ilmiah populer berbasis pemanfaatan limbah sayuran pasar untuk pembuatan Pupuk Organik Cair (POC). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa proses transformasi limbah menjadi produk yang

bermanfaat dapat dijadikan media pembelajaran efektif bagi siswa SMA/MA, karena mampu meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah serta menumbuhkan kesadaran lingkungan melalui keterlibatan langsung dalam proses pengamatan. Meskipun penelitian tersebut berfokus pada jenjang pendidikan menengah, prinsip yang digunakan memiliki relevansi kuat untuk dikembangkan pada jenjang sekolah dasar.

Penelitian Firmansyah (2022) membahas pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah rumah tangga seperti sisa sayuran, buah, dan bahan organik lain yang difermentasi. Pupuk ini kemudian diaplikasikan pada tanaman sawi (*Brassica juncea*) untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman.

Sejalan dengan itu, Tanjung (2024) mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) bioteknologi dengan fokus reduce food waste, yang menunjukkan bahwa aktivitas pengolahan sisa makanan menjadi pupuk organik dapat meningkatkan kepedulian lingkungan siswa secara signifikan. Temuan ini memperkuat bahwa pembelajaran bioteknologi yang dikaitkan dengan aktivitas nyata di kehidupan sehari-hari lebih efektif dalam membentuk karakter dan sikap ilmiah dibandingkan pembelajaran konvensional.

Selain itu, Sudrajat (2023) melalui pengembangan e-modul berbasis Science, Environment, Technology, and Society (SETS) menunjukkan bahwa integrasi antara sains, teknologi sederhana, dan isu lingkungan dapat meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran. Pendekatan SETS ini menjadi dasar penting dalam penelitian ini,

terutama dalam melihat limbah air kelapa sebagai objek sains yang dapat diolah melalui teknologi fermentasi sederhana untuk memberikan manfaat bagi lingkungan sekolah.

Dari perspektif lain, Sari dkk. (2024) serta Salama (2023) dalam kajiannya mengenai agribisnis dan pertanian terpadu menekankan pentingnya pemanfaatan limbah lokal untuk mendukung keberlanjutan lingkungan dan ketahanan pangan. Hal ini memperluas makna pembelajaran biologi di kelas, karena siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga diperkenalkan pada konsep keberlanjutan (*sustainability*) yang sangat penting di masa depan. Secara keseluruhan, berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah sebagai media pembelajaran bioteknologi memiliki potensi besar dalam meningkatkan aspek kognitif dan afektif siswa, meskipun sebagian besar masih berfokus pada limbah padat. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan mengeksplorasi limbah cair berupa air kelapa yang memiliki kandungan nutrisi dan karakteristik fermentasi yang berbeda, untuk diintegrasikan dalam model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) di tingkat sekolah dasar.

Meskipun kajian mengenai integrasi isu lingkungan ke dalam pembelajaran biologi telah banyak dilakukan, masih terdapat beberapa celah penelitian yang mendasari urgensi studi ini. Pertama, penelitian-penelitian sebelumnya cenderung didominasi oleh pemanfaatan limbah organik padat dalam pembuatan

Pupuk Organik Cair (POC), seperti limbah sayuran pasar, kulit buah, dan sisa makanan rumah tangga.

Akibatnya, potensi limbah cair seperti air kelapa masih belum banyak dieksplorasi, padahal air kelapa memiliki kandungan nutrisi dan hormon pertumbuhan yang dapat memberikan karakteristik fermentasi yang berbeda serta menarik untuk dikaji dalam konteks pembelajaran bioteknologi. Kedua, terdapat kesenjangan pada aspek subjek penelitian, di mana pengembangan proyek bioteknologi dan pengelolaan limbah umumnya lebih difokuskan pada siswa tingkat sekolah menengah atau perguruan tinggi karena dianggap memiliki tingkat kompleksitas konsep yang tinggi, sehingga siswa sekolah dasar sering kali kurang dilibatkan.

Penelitian ini berupaya mengisi kekosongan tersebut dengan menunjukkan bahwa model *Project Based Learning* (PjBL) yang dirancang secara tepat dapat memfasilitasi siswa sekolah dasar dalam memahami proses bioteknologi secara konkret melalui pengalaman langsung. Selain itu, penelitian-penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada satu aspek hasil, seperti hasil belajar kognitif atau kualitas produk, tanpa mengintegrasikan keduanya. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha menutup celah tersebut dengan mengkaji secara simultan kualitas fisik POC, efektivitas biologisnya terhadap pertumbuhan tanaman sawi, serta dampaknya terhadap hasil belajar siswa, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai keberhasilan

penerapan bioteknologi dalam pembelajaran di sekolah dasar.

Berdasarkan uraian latar belakang serta kesenjangan penelitian yang telah dipaparkan, maka tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengintegrasikan konsep bioteknologi konvensional ke dalam pembelajaran biologi di sekolah dasar melalui pemanfaatan limbah air kelapa sebagai Pupuk Organik Cair (POC). Secara lebih spesifik, penelitian ini diarahkan untuk menguji efektivitas penggunaan model *Project Based Learning* (PjBL) dalam memfasilitasi siswa kelas VI SDN 07 Teluk Merbau untuk memahami prinsip fermentasi secara nyata. Melalui proyek pembuatan POC ini, penelitian bertujuan untuk menganalisis kualitas fisik produk yang dihasilkan serta mengukur dampak aplikasinya terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman sawi (*Brassica juncea*). Selain aspek teknis produk, tujuan fundamental dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana integrasi proyek tersebut dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa dalam menguasai konsep bioteknologi sekaligus menumbuhkan karakter peduli lingkungan dan sikap ilmiah. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan metode pembelajaran biologi yang lebih kontekstual, aplikatif, dan berorientasi pada keberlanjutan lingkungan bagi peserta didik.

METODE

Penelitian Berdasarkan uraian latar belakang serta kesenjangan penelitian yang

telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan konsep bioteknologi konvensional ke dalam pembelajaran biologi di sekolah dasar melalui pemanfaatan limbah air kelapa sebagai Pupuk Organik Cair (POC). Secara lebih spesifik, penelitian ini diarahkan untuk menguji efektivitas penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dalam memfasilitasi siswa kelas VI SDN 07 Teluk Merbau dalam memahami prinsip fermentasi secara nyata dan kontekstual. Melalui kegiatan proyek pembuatan POC tersebut, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis kualitas fisik produk yang dihasilkan serta mengkaji dampak aplikasinya terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman sawi (*Brassica juncea*). Selain itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis produk, tetapi juga pada evaluasi peningkatan hasil belajar kognitif siswa dalam memahami konsep bioteknologi. Di samping itu, penelitian ini diharapkan mampu menumbuhkan karakter peduli lingkungan serta sikap ilmiah pada peserta didik melalui pengalaman belajar berbasis proyek. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode pembelajaran biologi yang lebih kontekstual, aplikatif, dan berorientasi pada keberlanjutan lingkungan bagi siswa sekolah dasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan monitoring yang dilakukan secara berkala sepanjang 15 hari proses inkubasi, sampel limbah air kelapa menunjukkan respons fisik yang nyata dan bertahap. Perubahan ini mengindikasikan

adanya aktivitas biologis dalam cairan tersebut, yang kemudian dianalisis melalui tiga parameter spesifik: perubahan visual pada warna, evolusi aroma yang dihasilkan, serta pergeseran nilai derajat keasaman (pH). Untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai fenomena tersebut, ringkasan data hasil pemantauan telah diinventarisasi ke dalam Tabel 1.

Tabel 1. Dinamika perubahan fisik dan kimia POC selama fermentasi

Hari ke	Warna Cairan	Aroma	pH
0	Beri Kekunungan	Netral	7,0
5	Coklat Muda	Sedikit Asam	5,8
10	Coklat Tua	Asam Beraroma	5,0
15	Coklat Keemasan	Harum Fermentasi	4,6 (Tape)



Gambar 1. Dokumentasi Aktivitas Siswa dalam melakukan pengamatan dan aplikasi POC pada tanaman uji

Data pada Tabel 1 menunjukkan adanya aktivitas biologis yang progresif. Penurunan pH dari 7,0 menjadi 4,6 mengindikasikan keberhasilan proses fermentasi yang didominasi oleh bakteri asam laktat dari kultur EM4.

Efektivitas POC terhadap Pertumbuhan Tanaman

Aplikasi produk Pupuk Organik Cair (POC) pada tanaman uji sawi (*Brassica juncea*) memberikan hasil yang nyata dengan menunjukkan respons pertumbuhan yang positif. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan nutrisi dalam POC dapat diserap secara efektif

untuk mendukung perkembangan vegetatif tanaman. Untuk melihat progres tersebut, dilakukan pengukuran morfologi tanaman secara mendetail, yang mencakup kondisi sebelum dan sesudah perlakuan yang dilakukan oleh peneliti. Seluruh data perubahan fisik dan efektivitas pemupukan ini telah dirangkum secara sistematis pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata pertumbuhan vegetatif tanaman sawi

Hari Ke	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)	Rata-rata Jumlah Daun	Warna Daun
0	5,2	2	Hijau muda
3	7,8	3	Hijau segar
5	9,5	4	Hijau tua
7	11,2	5	Hijau pekat



Gambar 2. Karakter fisik produk akhir POC

Terjadi lonjakan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 115,4% (dari 5,2 cm menjadi 11,2 cm) serta peningkatan pigmentasi klorofil daun menjadi hijau pekat pasca aplikasi.

Efektivitas POC dapat dihitung menggunakan rumus Gain Score, yang mengukur peningkatan hasil sebelum dan sesudah perlakuan:

$$\text{Gain Score} = \frac{(\text{Post-test} - \text{Pre-test})}{(\text{Skor Maksimal} - \text{Pre-test})}$$

Contoh perhitungan peningkatan hasil belajar siswa:

$$\text{Gain Score} = \frac{(80 - 30)}{(100 - 30)} = \frac{50}{70} = 0,71$$

Nilai gain score sebesar 0,71 termasuk dalam kategori tinggi, menunjukkan peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep bioteknologi melalui pembelajaran berbasis proyek ini.

Keberhasilan penelitian ini dalam meningkatkan hasil belajar dan pertumbuhan tanaman tidak terlepas dari penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) yang memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam memecahkan masalah lingkungan nyata. Selama proses fermentasi 15 hari, keterlibatan aktif siswa dalam memantau parameter fisik dan kimia menghasilkan POC berkualitas dengan pH 4,6. Produk ini terbukti secara biologis mampu memacu pertumbuhan tanaman sawi hingga mencapai 11,2 cm. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nugraha dan Santoso (2023) yang menunjukkan bahwa POC air kelapa memiliki hara makro yang efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman hortikultura. Selain itu, pemanfaatan limbah ini didukung oleh Hidayat dan Rohmah (2022) yang menekankan bahwa media dari limbah sekitar sangat efektif untuk mengonkritkan materi biologi prosedural.

Hubungan erat antara PjBL dan pencapaian siswa terlihat dari peningkatan nilai rata-rata dari 50 menjadi 90 dengan N-gain 0,71 (kategori tinggi). Sebagaimana dinyatakan Pratama dan Lestari (2023), PjBL di sekolah dasar meningkatkan keterampilan proses sains melalui pengalaman empiris. Lebih lanjut, proyek ini berpengaruh besar terhadap keterampilan berpikir kritis siswa karena mereka dituntut menganalisis hubungan sebab-akibat selama fermentasi. Upaya

menumbuhkan kepedulian lingkungan melalui pengelolaan limbah ini juga selaras dengan penelitian Tanjung (2024) yang menegaskan pentingnya integrasi nilai karakter dalam pembelajaran biologi untuk membangun tanggung jawab ekologis siswa sejak dini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) melalui pemanfaatan limbah air kelapa menjadi Pupuk Organik Cair (POC) terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar bioteknologi siswa kelas VI SDN 07 Teluk Merbau. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan nilai rata-rata siswa dari 50 menjadi 90 dengan skor N-gain sebesar 0,71 yang termasuk dalam kategori tinggi. Secara teknis, proyek ini berhasil menghasilkan POC berkualitas dengan pH 4,6 yang secara signifikan mampu memacu pertumbuhan tanaman sawi dari 5,2 cm menjadi 11,2 cm dalam waktu tujuh hari. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi limbah lokal ke dalam pembelajaran berbasis proyek tidak hanya mempermudah pemahaman konsep biologi yang abstrak menjadi konkret, tetapi juga strategis dalam membentuk keterampilan berpikir kritis dan karakter peduli lingkungan siswa. Oleh karena itu, pendekatan ini dapat dijadikan rujukan bagi pendidik untuk menciptakan pembelajaran sains yang aplikatif, ekonomis, dan berwawasan keberlanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Ayu, E. J. (2024). Pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) daun

lamtoro (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) dan kulit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terhadap pertumbuhan tanaman [Skripsi, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung]. Repository UIN RIL.

Choirunnisa, J. P. (2023). Apotik hidup sebagai strategi permakultur mewujudkan peningkatan tanaman obat imunomodulator. *Jurnal Agriovet*, 5(2), 112–125.

Firmansyah, M. A., & Sari, D. P. (2022). Pembuatan dan aplikasi pupuk organik cair berbahan limbah rumah tangga terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Pertanian Terpadu*, 10(2), 88–97.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.

Hidayat, A., & Rohmah, S. N. (2022). Pemanfaatan limbah organik sebagai media pembelajaran biologi berbasis proyek. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(1), 45–54.

Nugraha, D. A., & Santoso, B. (2023). Analisis kandungan hara makro pada pupuk organik cair berbahan dasar air kelapa dan efektivitasnya pada tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi*, 15(2), 112–120.

Pratama, Y., & Lestari, W. (2023). Implementasi model project based learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar pada materi sains. *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1500–1510.

Salama, S. H. (2023). Pertanian terpadu: Pengembangan pertanian perkotaan. Tobelo: Pemerintah Kabupaten Halmahera Utara.

Sari, F. P., Munizu, M., Rusliyadi, M., & Nuryanneti, I. (2024). Agribisnis:

- Strategi, inovasi, dan keberlanjutan. Bandung: Widina Media Utama.
- Sari, R. O. A. (2024). Pengembangan buku ilmiah populer pemanfaatan limbah sayur pasar Desa Wates menjadi pupuk organik cair (POC) sebagai bahan ajar siswa SMA/MA [Skripsi, Institut Agama Islam Negeri Metro]. Repository Metrouniv.
- Sudrajat, W. S. (2023). Pengembangan e-modul berbasis SETS (Science, Environment, Technology, Society) integrasi keislaman pada materi ekologi [Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta]. FITK UIN Jakarta.
- Sugiyono. (2021). Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Tanjung, M. M. (2024). Pengembangan LKPD bioteknologi topik reduce food waste dalam menghasilkan pupuk organik untuk meningkatkan kepedulian lingkungan peserta didik [Skripsi, UIN Fatmawati Sukarno Bengkulu]. Repository UIN FAS Bengkulu.
- Utama, I. (2020). Pemanfaatan limbah styrofoam sebagai bahan material dinding ringan [Tesis, Universitas Dhihendra Bali]. Repository Undhirabali.
- Wulandari, R., & Susanto, H. (2022). Integrasi nilai-nilai karakter dalam pembelajaran biologi berwawasan lingkungan melalui pemanfaatan limbah lokal. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 12(1), 55–65.