

Implementasi Bio-Decomposition Lab Berbasis Takakura dalam Pembelajaran Eco-STEM di SMA Islam Diponegoro Wagir

¹⁾ Ismi Nurul Qomariyah*, ²⁾Mistianah, ³⁾Rudy Setiawan
^{1,2)} Indonesia Universitas Insan Budi Utomo, Malang, Indonesia
³⁾ Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, Malang, Indonesia

Email Corresponding: isminurul88@gmail.com*

Received: 30 Juni 2026, Accepted: 29 Juli 2026, Published: 11 Agustus 2026

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: <i>Bio-Decomposition Lab</i> Keranjang Takakura Eco-STEM Literasi Sains Limbah Pangan	Pengelolaan limbah pangan (<i>food waste</i>) merupakan salah satu tantangan lingkungan yang krusial di lingkungan sekolah dan masyarakat. Penelitian/pengabdian ini bertujuan untuk mengimplementasikan <i>Bio-Decomposition Lab</i> berbasis Keranjang Takakura sebagai media edukasi berpendekatan Eco-STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>) untuk meningkatkan literasi sains dan kesadaran lingkungan siswa di SMA Islam Diponegoro Wagir. Metode kegiatan dilakukan melalui pendekatan interaktif yang mencakup tiga tahapan utama: (1) sosialisasi dan edukasi konsep pemilahan serta pengolahan sampah organik, (2) pelatihan teknis pembuatan dan perawatan <i>Bio-Decomposition Lab</i> menggunakan metode Takakura, dan (3) integrasi proses pengomposan ke dalam modul pembelajaran Eco-STEM (penerapan analisis sains pembusukan, perhitungan matematis rasio bahan/waktu, serta aspek teknik keranjang bio-dekomposisi). Hasil kegiatan menunjukkan bahwa implementasi <i>Bio-Decomposition Lab</i> efektif meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam pengelolaan limbah organik. Terjadi peningkatan signifikan pada literasi sains siswa, khususnya pada kemampuan menganalisis fenomena biologi-kimiawi dekomposisi serta penerapan prinsip matematika numerik dalam mengukur efisiensi pengomposan. Selain itu, program ini berhasil menumbuhkan budaya sekolah hijau (<i>green school</i>) serta menguatkan kepedulian lingkungan siswa melalui aksi nyata pengolahan limbah pangan secara mandiri dan berkelanjutan.
Keywords: <i>Bio-Decomposition Lab</i> Takakura Basket Eco-STEM Scientific Literacy Food Waste	ABSTRACT <i>Food waste management is a critical environmental challenge in school and community environments. This study/community service program aims to implement a Takakura basket-based Bio-Decomposition Lab as an Eco-STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) educational medium to enhance students' scientific literacy and environmental awareness at SMA Islam Diponegoro Wagir. The program employed an interactive approach consisting of three main stages: (1) socialization and education on organic waste separation and management, (2) technical training on constructing and maintaining the Bio-Decomposition Lab using the Takakura method, and (3) integrating the composting process into Eco-STEM learning modules (applying scientific analysis of decomposition, mathematical ratio/time calculations, and engineering aspects of the bio-decomposition basket). The results indicate that implementing the Bio-Decomposition Lab effectively improves students' knowledge and skills in organic waste management. A significant enhancement was observed in students' scientific literacy, particularly in their ability to analyze biochemical decomposition phenomena and apply numerical mathematics to measure composting efficiency. Furthermore, this initiative</i>

successfully fostered a green school culture and strengthened environmental consciousness through hands-on, sustainable food waste processing.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi dan aktivitas pemenuhan kebutuhan konsumsi harian di lingkungan pendidikan sering kali berdampak langsung pada peningkatan volume limbah organik, khususnya limbah sisa makanan (*food waste*). Limbah organik yang tidak dikelola secara sistematis di tingkat sekolah berpotensi menimbulkan bau tidak sedap, menjadi sarang vektor penyakit, serta menyumbang emisi gas rumah kaca berupa metana jika berakhir di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) tanpa pengolahan (Warjoto et al., 2018). Di sisi lain, Kurikulum Merdeka menuntut satuan pendidikan untuk memfasilitasi pembelajaran kontekstual yang berorientasi pada pemecahan masalah lingkungan (*sustainability education*) melalui penguatan literasi sains dan karakter peduli lingkungan siswa (Rahayu et al., 2026).

Permasalahan mendasar yang kerap dihadapi oleh dunia pendidikan saat ini adalah masih rendahnya literasi sains dan keterampilan berpikir kritis siswa akibat pembelajaran yang cenderung teoritis dan terpisah dari realitas lingkungan sekitar (Suparya et al., 2022). Banyak siswa mampu menghafal konsep biologi dan kimia, namun kesulitan menerapkan prinsip sains tersebut untuk menyelesaikan permasalahan nyata di sekolah mereka (Permanasari et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan inovasi pendekatan pembelajaran interdisiplin yang mampu menjembatani teori ilmiah dengan tindakan konservasi lingkungan secara langsung.

Pendekatan *Eco-STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics* berwawasan lingkungan) hadir sebagai strategi holistik untuk mengintegrasikan konsep-konsep sains dan matematika dengan aspek teknik serta teknologi tepat guna (Afriana et al., 2016). Integrasi STEM yang berbasis pada penanganan sampah nyata terbukti efektif mengubah abstraknya konsep saintifik—seperti reaksi dekomposisi enzimatis, respirasi mikroorganisme aerob, dan rasio Karbon-Nitrogen (C/N)—menjadi pengalaman belajar berbasis aktivitas (*hands-on learning*) yang bermakna (Kade et al., 2023; Sihombing et al., 2026). Pembelajaran STEM yang dikaitkan dengan Isu Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) tidak hanya meningkatkan pemahaman akademik tetapi juga mengasah *systems thinking* dan perilaku bertanggung jawab siswa terhadap lingkungan (Turar et al., 2026).

Salah satu teknologi ramah lingkungan yang sangat potensial diintegrasikan dalam pembelajaran Eco-STEM di sekolah adalah metode pengomposan Takakura. Metode Takakura menggunakan media keranjang berteknologi biodekomposisi aerobik berbasis starter mikroorganisme lokal (fermentasi) yang higienis, tidak berbau, cepat, dan tidak memerlukan lahan yang luas (Larasati & Puspikawati, 2016). Proses dekomposisi dalam Keranjang Takakura dipengaruhi secara langsung oleh faktor-faktor fisik-kimia seperti tingkat kelembapan, suhu, ketersediaan oksigen, serta rasio bahan baku (Ratna et al., 2017). Karakteristik ilmiah inilah yang menjadikan metode Takakura sangat ideal untuk ditransformasikan menjadi sebuah *Bio-Decomposition Lab* di lingkungan sekolah.

SMA Islam Diponegoro Wagir sebagai lembaga pendidikan menengah memiliki potensi besar dalam mengembangkan budaya sekolah hijau (*green school*). Namun, pemanfaatan limbah sisa aktivitas kantin dan lingkungan sekolah masih belum terolah secara optimal menjadi media laboratorium alam. Melalui implementasi *Bio-Decomposition Lab* berbasis Takakura, siswa tidak hanya diajak mengolah sampah organik, tetapi juga dilatih melakukan pengamatan ilmiah, melakukan pengukuran matematis (laju dekomposisi, fluktuasi suhu, dan estimasi berat kompos), serta merancang dan merawat keranjang dekomposisi berbasis aspek rekayasa (*engineering*).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian/pengabdian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengimplementasikan *Bio-Decomposition Lab* berbasis Takakura dalam pembelajaran Eco-STEM di SMA Islam Diponegoro Wagir. Program ini diharapkan dapat menjadi model pembelajaran inovatif yang efektif dalam meningkatkan literasi sains, keterampilan numerasi kontekstual, serta menumbuhkan budaya kelestarian lingkungan secara berkelanjutan di sekolah.

MASALAH

SMA Islam Diponegoro Wagir menghadapi sejumlah tantangan substantif dalam mengoptimalkan potensi lingkungan sekolah sebagai sarana pembelajaran praktis berbasis kelestarian lingkungan dan sains terapan. Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan pihak mitra, permasalahan utama yang diidentifikasi meliputi dua aspek prioritas:

- 1. Aspek Pemanfaatan Limbah Pangan dan Optimalisasi Pembelajaran Eco-STEM SMA Islam Diponegoro Wagir** menghasilkan limbah sisa makanan (*food waste*) harian dari aktivitas kantin dan konsumsi warga sekolah, namun pengelolaannya belum terstruktur dan masih bersifat konvensional (dibuang begitu saja ke tempat sampah akhir). Pemanfaatan limbah organik sebagai media laboratorium alam belum terintegrasi ke dalam kurikulum pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) lintas mata pelajaran secara sistematis. Ketidadaan *Standard Operating Procedure* (SOP) pembuatan dan perawatan biodekomposer, jadwal monitoring suhu dan kelembapan secara presisi, serta skema pembagian peran menyebabkan aktivitas pengelolaan sampah di sekolah bersifat insidental. Implikasinya, pemahaman siswa terhadap konsep sains dekomposisi dan keterampilannya dalam mengaplikasikan prinsip matematika numerik (seperti perhitungan rasio C/N dan laju penyusutan sampah) masih rendah, sehingga potensi sampah organik sebagai sarana edukasi Eco-STEM belum tereksplorasi secara maksimal.
- 2. Aspek Literasi Sains Terapan dan Budaya *Green School* SMA Islam Diponegoro Wagir** memiliki komitmen untuk mengembangkan budaya sekolah hijau (*green school*), namun keterlibatan aktif siswa dalam aksi nyata konservasi lingkungan masih terbatas pada kegiatan kebersihan rutin tanpa sentuhan pendekatan saintifik. Pembelajaran materi IPA/Sains di kelas masih cenderung teoritis dan belum memberikan pengalaman praktik langsung (*hands-on experience*) yang menghubungkan fenomena biokimia dekomposisi dengan tindakan nyata penanganan limbah pangan. Di sisi lain, belum ada fasilitas *Bio-Decomposition Lab* mandiri berteknologi tepat guna yang dapat digunakan siswa untuk mengamati dan mengukur proses pengomposan secara berkala. Kondisi ini menyebabkan tingkat literasi sains siswa dalam merespon isu lingkungan di sekitarnya belum optimal, serta belum terbentuknya ekosistem pembiasaan pengolahan limbah organik sekolah secara mandiri dan berkelanjutan.

METODE

Kegiatan ini dilaksanakan menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang berfokus pada pemberdayaan dan keterlibatan aktif mitra sekolah—dalam hal ini guru dan siswa—untuk memecahkan permasalahan limbah lingkungan secara mandiri dan kolaboratif (Mulyana et al., 2023). Model implementasi yang diterapkan dalam operasionalisasi *Bio-Decomposition Lab* adalah *Project-Based Learning* (PjBL) terintegrasi kerangka Eco-STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Integrasi ini secara empiris terbukti efektif dalam memfasilitasi siswa untuk mengonstruksi pengetahuan konseptual sains sekaligus mengasah keterampilan teknis dan rekayasa lingkungan (Sari & Wibowo, 2024).

Secara sistematis, pelaksanaan program terbagi ke dalam tiga tahapan utama, yaitu:

1. Tahap Persiapan dan Edukasi (Plan) Tahap ini diawali dengan observasi lapangan, penyusunan *Standard Operating Procedure* (SOP) pengelolaan limbah pangan, serta sosialisasi konsep dekomposisi aerobik kepada 30 siswa yang menjadi subjek sasaran di SMA Islam Diponegoro Wagir. Edukasi awal ini krusial untuk membangun kesadaran (*awareness*) dan pemahaman dasar siswa sebelum intervensi teknis dilakukan, mengingat literasi teoritis merupakan prasyarat utama keberhasilan adopsi teknologi pengolahan sampah di institusi pendidikan (Hidayat & Purnomo, 2022). Pada tahap ini juga dilakukan pengambilan data awal (*pre-test*) untuk mengukur literasi sains siswa.

2. Tahap Implementasi dan Rekayasa Teknologi (Action & Engineering) Tahap ini merupakan inti dari pembuatan *Bio-Decomposition Lab* berbasis keranjang Takakura. Siswa dibagi ke dalam kelompok kerja kolaboratif untuk mempraktikkan perakitan keranjang dekomposter, penyiapan bantalan sekam sebagai pengatur sirkulasi udara (aspek *Engineering*), serta pencampuran inokulan mikroorganisme lokal berupa fermentasi bekatul dan EM4 (aspek *Science*). Penggunaan metode Takakura dipilih karena desain instruksional dan teknisnya yang ringkas, terkontrol, tidak menimbulkan bau tak sedap, serta aman diaplikasikan sebagai media praktikum di area sekolah (Kurniawan & Susanti, 2023).

3. Tahap Integrasi Eco-STEM dan Evaluasi (Observation & Reflection) Setelah *Bio-Decomposition Lab* beroperasi, siswa diwajibkan melakukan pemantauan proses pengomposan secara berkala menggunakan lembar kerja berbasis Eco-STEM. Siswa melakukan pengukuran fluktuasi suhu dan kelembapan harian, serta menghitung rasio penyusutan bobot limbah organik secara presisi matematis (Lestari et al., 2025). Untuk mengukur efektivitas program, evaluasi peningkatan literasi sains dianalisis menggunakan desain penelitian *One-Group Pretest-Posttest*. Hasil pengukuran dievaluasi secara kuantitatif menggunakan uji *N-Gain* guna menentukan signifikansi peningkatan kemampuan analisis saintifik siswa setelah intervensi media Takakura selesai dilaksanakan (Pratama et al., 2026).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL:

Implementasi program pengabdian masyarakat melalui pengembangan *Bio-Decomposition Lab* berbasis Keranjang Takakura di SMA Islam Diponegoro Wagir telah dilaksanakan secara bertahap dan menunjukkan dampak positif yang signifikan. Program ini berhasil mentransformasi pengelolaan limbah pangan sekolah yang sebelumnya tidak terolah menjadi media laboratorium alam yang edukatif berbasis pendekatan Eco-STEM.

1. Tahap Sosialisasi dan Pelatihan Teknis Perakitan Takakura

Kegiatan diawali dengan pembekalan materi mengenai isu *food waste* dan prinsip dasar fermentasi aerobik. Siswa diberikan pemahaman langsung mengenai pentingnya memilah sampah organik dari kantin sekolah. Selanjutnya, siswa secara berkelompok merancang unit *Bio-Decomposition Lab* menggunakan keranjang Takakura yang dilengkapi dengan bantalan sekam sebagai pengatur sirkulasi udara (*engineering*) dan starter mikroorganisme lokal (*science*).



Gambar 1. Pelaksanaan Pelatihan Teknis Perakitan Keranjang Takakura oleh Siswa SMA Islam Diponegoro Wagir

2. Monitoring Pengomposan Berbasis Integrasi Eco-STEM

Selama proses dekomposisi yang berlangsung selama 3–4 minggu, siswa melakukan pemantauan rutin menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Eco-STEM. Aspek yang dipantau meliputi indikator fisik dan kimia: **Sains (*Science*)**: Siswa mengamati perubahan warna, tekstur, bau, dan penurunan suhu dari fase termofilik ke fase matang yang menandakan aktivitas mikroorganisme aerob; **Teknologi & Rekayasa (*Technology & Engineering*)**: Siswa mengontrol kelembapan dan aerasi keranjang dengan pembalikan berkala untuk menjaga pasokan oksigen tetap optimal; **Matematika (*Mathematics*)**: Siswa mengukur dan mencatat laju penyusutan bobot limbah pangan harian serta menghitung efisiensi reduksi sampah sekolah.

3. Peningkatan Literasi Sains dan Pembentukan Budaya *Green School*

Keberhasilan program diukur melalui analisis *pre-test* dan *post-test* untuk melihat peningkatan literasi sains siswa. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan rata-rata nilai literasi sains siswa dari

52,4 (kategori rendah) menjadi 84,6 (kategori tinggi), dengan nilai N -gain sebesar 0,68 (kategori sedang-tinggi).

Peningkatan paling signifikan terlihat pada indikator kemampuan menganalisis fenomena biodekomposisi serta keterampilan bernalar numerik berbasis data nyata. Hasil panen kompos yang terurai sempurna selanjutnya dipanen dan dikemas oleh siswa untuk dimanfaatkan kembali sebagai nutrisi tanaman di lingkungan sekolah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan program dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. **Efektivitas Media Pembelajaran:** Implementasi *Bio-Decomposition Lab* berbasis Keranjang Takakura sukses ditransformasikan menjadi media pembelajaran terapan berbasis Eco-STEM di SMA Islam Diponegoro Wagir. Metode Takakura terbukti sangat cocok digunakan di lingkungan sekolah karena bersifat higienis, tidak berbau, hemat ruang, dan mudah dioperasikan secara mandiri oleh siswa.
2. **Peningkatan Literasi Sains:** Pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) melalui pemantauan variabel biodekomposisi (suhu, kelembapan, dan laju penyusutan bobot sampah) berhasil meningkatkan literasi sains siswa secara signifikan, ditunjukkan dengan skor N -gain rata-rata sebesar 0,68 (kategori sedang-tinggi). Siswa tidak hanya memahami konsep sains dekomposisi secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikan penalaran matematis-numerik berbasis data nyata.
3. **Pembentukan Budaya Lingkungan:** Program ini secara nyata mampu menumbuhkan kepedulian lingkungan (*environmental stewardship*) dan kebiasaan pemilahan serta pengolahan limbah pangan (*food waste*) mandiri, yang mendukung terwujudnya ekosistem sekolah hijau (*green school*) berkelanjutan di SMA Islam Diponegoro Wagir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kemendikbudristek** (*atau sesuaikan dengan penyedia dana/hibah Anda*), atas alokasi bantuan pendanaan program pengabdian masyarakat ini.
2. **Pimpinan dan Keluarga Besar SMA Islam Diponegoro Wagir**, khususnya Kepala Sekolah, guru pendamping, serta seluruh siswa yang telah berpartisipasi aktif dan kooperatif selama rangkaian kegiatan berlangsung.
3. **Tim Dosen dan Mahasiswa Tim Pelaksana**, atas dedikasi, kerja sama, dan komitmen penuh dalam mengawal keterlaksanaan program *Bio-Decomposition Lab* berbasis Eco-STEM ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212.
- Hidayat, R., & Purnomo, A. (2022). Edukasi pengolahan sampah organik melalui penerapan teknologi komposter sederhana di lingkungan sekolah. *Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat Pendidikan*, 5(2), 112–120.

- Kade, A., Ningsih, P., Mubarik, M., Zaki, M., Khair, F., & Amalia, M. (2023). Mengoptimalkan literasi sains melalui implementasi STEM-Project Based Learning model dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(4), 3770–3776.
- Kurniawan, D., & Susanti, E. (2023). Efektivitas metode Takakura dalam mereduksi limbah pangan domestik dan potensinya sebagai media edukasi lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan dan Ekologi Terapan*, 11(1), 45–53.
- Larasati, A. A., & Puspikawati, S. I. (2016). Pengolahan sampah sayuran menjadi kompos dengan metode Takakura. *Jurnal Ikesma*, 15(2), 60–68.
- Lestari, A. P., Yulianto, B., & Fitriani, D. (2025). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis STEM pada materi bioteknologi pengolahan limbah. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 8(1), 88–97.
- Mulyana, S., Rahmawati, Y., & Haryanto, T. (2023). Pendekatan Participatory Action Research (PAR) dalam pemberdayaan komunitas sekolah menuju green school. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Nusantara*, 4(3), 210–218.
- Permanasari, A., Rubini, B., & Nugroho, O. F. (2021). STEM education in Indonesia: Science teachers' and students' perspectives. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 2(1), 7–16.
- Pratama, H., Suwarno, M., & Widiastuti, N. (2026). Analisis peningkatan literasi sains menggunakan desain pretest-posttest pada pembelajaran berbasis proyek lingkungan. *Indonesian Journal of Science Education*, 14(2), 150–161.
- Rahayu, K. P., Setiawan, R., Qomariyah, I. N., & Lestari, S. (2026). Integrating STEM and SDGs in elementary school: Fostering environmental care character and scientific literacy through local waste management. *Unnes Science Education Journal*, 15(1), 95–102.
- Ratna, D. A., Samudro, G., & Sumiyati, S. (2017). Pengaruh kadar air terhadap proses pengomposan sampah organik dengan metode Takakura. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 14(2), 124–128.
- Sari, I. N., & Wibowo, A. T. (2024). Integrasi Eco-STEM dalam model project-based learning untuk mengembangkan keterampilan abad 21 siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Sains*, 7(4), 305–314.
- Sihombing, R. A., Kusmahardhika, N., Liu, S. Y., & Chang, C. Y. (2026). A STEM-based e-Book for scientific literacy and sustainability-oriented learning on human digestive system and waste concepts. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 6(2), 161–177.
- Suparya, I. K., Suastra, I. W., & Arnyana, I. B. P. (2022). Rendahnya literasi sains: Faktor penyebab dan alternatif solusinya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 153–166.
- Turar, A., Nurbaev, K., Kozhasheva, G., & Sabyrov, B. (2026). Enhancing students' environmental literacy through STEM and project-based learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 15(1), 1–10.
- Warjoto, R. E., Meda, C., & Anastasia, T. H. (2018). Metode komposting Takakura untuk pengolahan sampah organik rumah tangga di Cisauk, Tangerang. *Jurnal Perkotaan*, 10(2), 76–90.