

Pelatihan Program Edukasi Sains dan Manajemen Sampah Berbasis MIPA di MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang

Siti Zuliani

IAI Al Urwatul Wutsqo Jombang
sitizuliani002@gmail.com

Mujahidin

IAI Al Urwatul Wutsqo Jombang
mujahidinlia9@gmail.com

M. Basyir Baick

IAI Al Urwatul Wutsqo Jombang
basyirbaick@uwj.ac.id

Ishak

IAI Al Urwatul Wutsqo Jombang
ishakadi13@gmail.com

Latifatul Azizah

IAI Al Urwatul Wutsqo Jombang
latifatulazizah56@gmail.com

Abstract: This community service was carried out at MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang with the aim of increasing students' science literacy and building awareness and waste management skills based on the MIPA (Mathematics and Natural Sciences) approach. The service activities use a participatory-educational approach by involving teachers and students as the main subjects. The implementation of the program is carried out through three stages, namely: a). preparation stage and identification of needs, b). training implementation stage, and c). evaluation and follow-up stage. Training materials include a.) Environmental Science Education, b). waste sorting and processing, and c). and the integration of physics, chemistry, biology, and mathematics concepts in the context of school environmental problems. The results showed increased students' understanding of applied science, more positive attitudes toward waste management, and the development of a habit of sorting waste independently. This program contributes to strengthening contextual learning based on mathematics and natural sciences while encouraging the formation of a school culture that cares about the environment sustainably.

Keywords: cience Education; Waste Management; Mathematics and Natural Sciences; Environmental Literacy; Ecological Character.

Abstrak: *Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan literasi lingkungan dan membentuk karakter ekologis siswa di MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang melalui program edukasi sains dan manajemen sampah berbasis MIPA. Kegiatan ini menggunakan pendekatan partisipatif edukatif yang melibatkan 25 siswa kelas 8 dan 3 guru pendamping MIPA. Pelaksanaan program dirancang secara sistematis melalui tiga tahapan berkesinambungan: (1) edukasi teoretis terkait integrasi konsep Fisika, Kimia, Biologi, dan Matematika dalam isu lingkungan; (2) workshop praktis*

yang meliputi pemilahan sampah tiga kategori, pembuatan kompos, dan pengolahan data timbulan sampah harian; serta (3) penyusunan sistem manajemen berupa draf SOP pengelolaan sampah sekolah dan modul pembelajaran integratif. Evaluasi program dilakukan menggunakan instrumen tes pemahaman kognitif dan lembar observasi perilaku berskala Likert. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan literasi sains pada dimensi kognitif dari skor rata-rata 52,0 menjadi 78,0 ($N\text{-Gain} = 0,54$; kategori sedang). Pada dimensi perilaku, terjadi lonjakan signifikan pada kebiasaan membuang sampah sesuai jenisnya ($N\text{-Gain} = 0,64$; sedang), inisiatif kebersihan ($N\text{-Gain} = 0,60$; sedang), dan keterlibatan aktif kolaboratif ($N\text{-Gain} = 0,75$; kategori tinggi). Selain itu, program ini berhasil memperkuat kapasitas pedagogis guru dalam mengintegrasikan pembelajaran kontekstual berbasis lingkungan. Integrasi keilmuan MIPA yang aplikatif terbukti efektif mentransformasi persepsi siswa terhadap sampah menjadi objek kajian saintifik bernilai guna serta menumbuhkan budaya sekolah peduli lingkungan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Edukasi Sains; Manajemen Sampah; MIPA; Literasi Lingkungan; Karakter Ekologis

Pendahuluan

Permasalahan lingkungan hidup, khususnya pengelolaan sampah, telah berkembang menjadi isu global yang menuntut penanganan yang sistematis dari berbagai sektor. Di Indonesia, peningkatan laju timbulan sampah yang tidak diimbangi dengan sistem pengelolaan yang efektif berpotensi memicu bencana ekologis, degradasi lingkungan, serta ancaman terhadap kesehatan masyarakat.¹ Kondisi ini mendorong berbagai pemangku kepentingan, termasuk lembaga pendidikan, untuk berperan aktif dalam menginternalisasi nilai-nilai keberlanjutan lingkungan sejak dini.²

Kajian literatur menunjukkan bahwa sekolah memiliki posisi strategis sebagai laboratorium sosial dalam pembentukan karakter ekologis peserta didik. Pendekatan *contextual teaching and learning* yang mengaitkan materi akademik dengan persoalan lingkungan terbukti mampu meningkatkan daya nalar ilmiah sekaligus membentuk sikap bertanggung jawab terhadap lingkungan.³

Dalam konteks ini, keilmuan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) memiliki relevansi yang sangat besar seperti Fisika menjelaskan termodinamika dekomposisi dan prinsip *waste-to-energy*,⁴ Kimia menganalisis reaksi kimia pada pembusukan sampah organik, dampak logam berat dari sampah B3 terhadap tanah, serta proses netralisasi limbah cair,⁵ Biologi menelaah peran dekomposer (mikroorganisme) dalam siklus nutrisi, dampak sampah plastik terhadap biodiversitas, serta rantai makanan yang terputus akibat pencemaran,⁶ Matematika menyediakan alat analisis berupa statistika untuk menghitung laju timbulan sampah, pemodelan proyeksi

¹ Debrah dkk., "Raising Awareness on Solid Waste Management through Formal Education for Sustainability," 2;

² Pratomo dkk., "Sosialisasi Transformasi Lingkungan dan Kesadaran dalam Mendorong Praktik Pengelolaan Sampah yang Berkelanjutan," 46.

³ Januardi dkk., "Matematika Berbasis Alam," 275.

⁴ Herlia, "Mekanisme Teknologi Pengolahan Sampah Menjadi Sumber Energi Listrik Terbarukan," 11.

⁵ Anggraini dkk., "Pengaruh pH dalam Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Metode Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd," 346.

⁶ Arista, "Peranan Mikroorganisme Pendegradasi Plastik," 745.

volume sampah di masa depan, serta perhitungan efisiensi ruang pada tempat pembuangan.⁷

Pendekatan pembelajaran berbasis lingkungan dan karakter pendekatan pembelajaran yang mengaitkan teori dengan realitas (*contextual teaching and learning*) terbukti mampu meningkatkan daya nalar dan sikap ilmiah siswa. Ketika siswa diajak mengamati masalah sampah di sekolahnya sendiri, mereka tidak hanya menghafal definisi, tetapi mengalami proses sains secara langsung.⁸ Lebih dari sekadar aspek kognitif, keterlibatan langsung dalam manajemen sampah membangun fondasi karakter yang kuat. Nilai-nilai seperti tanggung jawab terhadap sisa konsumsi, disiplin dalam membuang sampah pada tempatnya, serta kepedulian sosial terhadap kebersihan ruang publik adalah bentuk nyata dari pendidikan karakter. Diharapkan, perilaku ramah lingkungan yang dibentuk di MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang ini dapat menjadi kebiasaan (*habituation*) yang dibawa siswa ke lingkungan keluarga dan masyarakat luas.

Namun demikian, terdapat kesenjangan (*research gap*) yang signifikan antara potensi integrasi tersebut dengan implementasinya di lapangan. Sebagian besar penelitian yang ada baru menyentuh pada tataran konseptual atau uji coba di sekolah umum perkotaan, sementara kajian yang secara khusus merancang dan mengevaluasi program edukasi sains berbasis pengelolaan sampah di madrasah Tsanawiyah masih sangat terbatas. Padahal, karakter institusional madrasah dengan kurikulum berbasis nilai keislaman dan kondisi infrastruktur yang khas membutuhkan pendekatan yang dirancang secara spesifik dan kontekstual, bukan sekadar adopsi model dari sekolah lain.

Kondisi di MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang merefleksikan kesenjangan tersebut secara nyata. Pengelolaan sampah di madrasah ini cenderung bersifat incidental yakni sebatas pengumpulan dan pembuangan tanpa pemilahan yang sistematis. Sampah masih dipandang sebagai *residu* tanpa nilai, bukan sebagai media pembelajaran. Rendahnya kesadaran siswa dalam memisahkan sampah organik dan anorganik menjadi indikator bahwa literasi lingkungan belum terinternalisasi dalam perilaku sehari-hari. Situasi ini secara langsung mempertanyakan efektivitas pembelajaran MIPA yang ada dalam membentuk sikap ilmiah dan ekologis siswa.

Berdasarkan identifikasi kesenjangan tersebut, artikel ini merumuskan permasalahan sebagai berikut: Bagaimana program pelatihan edukasi sains dan manajemen sampah berbasis MIPA dapat dirancang dan diimplementasikan secara efektif untuk meningkatkan literasi lingkungan dan karakter ekologis siswa MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang? Untuk menjawab pertanyaan ini, dilaksanakan program pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada "Pelatihan Edukasi Sains dan

⁷ Anggraini dkk., "Pengaruh pH dalam Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Metode Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd," 348.

⁸ Alimuddin dkk., "Penerapan Model Pembelajaran Kontekstual Teaching and Learning Untuk Meningkatkan Karakter Peduli Lingkungan Siswa Pada Mata Pelajaran PKN Kelas V UPT SDN 18 Pinrang," 670.

Manajemen Sampah Berbasis MIPA" dengan tiga tahapan: (1) edukasi teoretis mengenai aspek saintifik pengelolaan sampah; (2) workshop praktis pemilahan dan pengolahan sampah sederhana seperti pembuatan kompos dan pemanfaatan limbah plastik; serta (3) penyusunan sistem manajemen berupa SOP pengelolaan sampah yang terintegrasi dengan jadwal piket dan kurikulum sekolah. Program ini sekaligus selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan kompetensi 4C (*Critical Thinking, Creativity, Collaboration, and Communication*), sehingga pembelajaran MIPA tidak lagi berorientasi semata pada nilai ujian, melainkan pada pengembangan *life skills* yang relevan dengan tantangan zaman.

Adapun tujuan dari pelaksanaan program ini diharapkan mampu mendorong MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang untuk bertransformasi menjadi sekolah yang memiliki kebijakan lingkungan yang sistematis, integrasi edukasi sains dan manajemen sampah bukan sekadar kegiatan seremonial, melainkan bagian dari penguatan budaya sekolah. Dengan dukungan seluruh warga sekolah, program ini diproyeksikan dapat mewujudkan lingkungan sekolah yang bersih, sehat, dan berwawasan lingkungan secara berkelanjutan, sekaligus mencetak generasi literat sains yang peduli pada bumi.

Metode Pengabdian

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang pada Bulan Januari 2026 dengan menggunakan pendekatan partisipatif-edukatif.⁹ Pendekatan ini menempatkan peserta didik dan guru sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran dan pelatihan, bukan sekadar objek penerima materi. Peserta kegiatan terdiri atas 25 siswa dari kelas 8 MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang serta 3 guru pendamping dari bidang MIPA, dengan total peserta sebanyak 11 orang.

Pelaksanaan kegiatan dibagi ke dalam tiga tahapan utama sebagaimana diuraikan berikut.

Tahap Pertama Persiapan dan Identifikasi Kebutuhan (Minggu ke-1, durasi ± 3 hari kerja). Tahap ini meliputi observasi lapangan terhadap kondisi pengelolaan sampah di lingkungan sekolah, ketersediaan sarana prasarana, dan kebiasaan siswa dalam membuang sampah. Observasi dilakukan menggunakan lembar observasi terstruktur yang mencakup indikator: (a) ketersediaan tempat sampah terpilah, (b) praktik pembuangan sampah siswa, dan (c) ada tidaknya SOP pengelolaan sampah sekolah. Selain itu, dilakukan wawancara terstruktur dengan kepala sekolah dan guru MIPA untuk memetakan peluang integrasi materi MIPA dengan isu pengelolaan sampah. Hasil identifikasi menunjukkan belum tersedianya sistem pemilahan sampah yang terstruktur dan belum adanya keterkaitan eksplisit antara pembelajaran MIPA dengan permasalahan sampah di sekolah.

Tahap Kedua Pelaksanaan Pelatihan (Minggu ke-2 hingga ke-3, total ± 12 jam pelatihan)

Pelatihan dilaksanakan dalam 4 sesi dengan rincian sebagai berikut:

⁹ Raharjo dkk., "Membangun Kesadaran Pendidikan: Program Pengabdian Masyarakat dalam Meningkatkan Minat Remaja Melanjutkan Studi ke Perguruan Tinggi di Kecamatan Patebon," 118.

Sesi	Durasi	Materi	Metode
1	2 jam	Edukasi sains lingkungan dan klasifikasi sampah	Ceramah interaktif, diskusi kelompok
2	3 jam	Integrasi konsep MIPA dalam manajemen sampah (Fisika, Kimia, Biologi, Matematika)	Demonstrasi, tanya jawab
3	3 jam	Praktik pemilahan sampah organik dan anorganik	Praktik langsung
4	4 jam	Workshop pembuatan kompos sederhana dan pengolahan data timbulan sampah harian	Eksperimen, pengolahan data

Peserta dilibatkan secara aktif dalam setiap sesi, termasuk pengolahan data jumlah sampah harian menggunakan pendekatan matematis sederhana.

Tahap Ketiga: Evaluasi dan Tindak Lanjut (Minggu ke-4, durasi ± 2 hari)

Evaluasi program dilakukan menggunakan dua instrumen yang telah ditetapkan indikatornya secara operasional:

- (1) Lembar observasi perilaku siswa diisi oleh observer (anggota tim pengabdian) sebelum dan sesudah pelatihan menggunakan skala Likert 1–4, dengan indikator terukur sebagai berikut:
 - a. Frekuensi pembuangan sampah pada tempat yang sesuai jenisnya
 - b. Kemampuan membedakan sampah organik, anorganik, dan B3
 - c. Inisiatif memungut sampah di luar jadwal piket
 - d. Partisipasi aktif dalam kegiatan pengelolaan sampah kelas
 - e. Skor rata-rata pra dan pascapelatihan dibandingkan untuk mengukur perubahan perilaku secara kuantitatif.
- (2) Angket refleksi terstruktur diisi secara mandiri oleh siswa dan guru pendamping pada akhir program, mencakup: (a) pemahaman konsep sains dalam pengelolaan sampah (skala 1–5), (b) kepercayaan diri dalam mempraktikkan pemilahan sampah (skala 1–5), dan (c) persepsi terhadap keberlanjutan program di sekolah (pertanyaan terbuka).

Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar penyusunan rekomendasi berupa: (a) SOP pengelolaan sampah yang terintegrasi dengan jadwal piket sekolah, dan (b) modul integrasi materi MIPA dengan isu lingkungan yang dapat diterapkan secara berkelanjutan dalam pembelajaran reguler.

Hasil Pengabdian dan Pembahasan

a. Desain dan Implementasi Program Pelatihan Edukasi Sains dan Manajemen Sampah Berbasis MIPA

Program dirancang dalam tiga tahapan yang saling berkesinambungan, sebagaimana tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Tahapan Program, Aktivitas, dan Capaian Implementasi

Tahapan Program	Bentuk Aktivitas	Integrasi MIPA	Capaian Implementasi
Edukasi Teoretis	Ceramah interaktif, diskusi kelompok, analisis kasus sampah	Biologi (dekomposisi), Kimia (reaksi organik), Fisika (energi limbah), Matematika (data timbulan)	Siswa memperoleh kerangka konseptual saintifik tentang sampah
Workshop Praktis	Simulasi pemilahan, pembuatan kompos, pengolahan limbah plastik sederhana	Kimia & Biologi (kompos), Fisika (konversi energi), Matematika (pengolahan data harian)	Siswa mampu memilah sampah, mempraktikkan pembuatan kompos, dan mengolah data lingkungan
Sistem Manajemen	Penyusunan SOP bersama guru, integrasi ke jadwal piket dan rencana pembelajaran	Lintas disiplin MIPA	Tersusunnya draf SOP pengelolaan sampah dan modul integrasi MIPA-lingkungan

Tahap pertama, edukasi teoretis, dirancang untuk membangun fondasi literasi sains yang kontekstual. Integrasi lintas disiplin MIPA dilakukan secara eksplisit yakni Fisika menjelaskan perubahan energi dalam proses pengelolaan sampah dan potensi *waste-to-energy*;¹⁰ Kimia menganalisis reaksi dekomposisi organik dan dampak sampah B3 terhadap tanah dan air¹¹ Materi ini membantu siswa memahami proses pencemaran lingkungan secara ilmiah dan mendorong sikap bertanggung jawab dalam penggunaan bahan-bahan yang berpotensi menjadi limbah berbahaya. Biologi menelaah peran mikroorganisme dekomposer dalam siklus nutrisi; Pendekatan ini menjadikan sampah bukan sekadar objek kebersihan, melainkan

¹⁰ Iriani Reka Septiana dkk., "Sosialisasi Perilaku Hemat Energi Dan Pemanfaatan Sampah Menjadi Energi Pada Siswa SMA Sains Alumnika Palembang," 1247.

¹¹ Mesra dkk., "Pelatihan Proses Pembuatan Kompos Dari Sampah Organik Di Smp Muhammadiyah Dumai," 2.

objek kajian ilmiah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa.¹² Siswa mempelajari peran mikroorganisme dalam proses dekomposisi sampah organik serta dampak sampah terhadap organisme hidup. Pemahaman ini menumbuhkan kesadaran siswa akan pentingnya menjaga lingkungan demi keberlangsungan makhluk hidup. Matematika digunakan sebagai alat analisis data timbulan sampah harian.¹³ Siswa dilatih untuk mencatat, mengelompokkan, menghitung persentase, serta menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik. Kegiatan ini melatih keterampilan numerasi sekaligus menumbuhkan kesadaran berbasis data terhadap permasalahan lingkungan.

Tahap kedua, workshop praktis, merupakan inti implementasi program. Siswa terlibat langsung dalam tiga aktivitas utama: (i) pemilahan sampah organik, anorganik, dan B3 menggunakan panduan klasifikasi; (ii) pembuatan kompos sederhana dari sampah daun dan sisa makanan dengan memperhatikan proses dekomposisi kimiawi; serta (iii) pencatatan dan penyajian data jumlah sampah harian dalam bentuk tabel dan grafik sebagai bentuk penerapan literasi numerasi lingkungan. Keterlibatan aktif ini sesuai dengan prinsip *project-based learning* yang terbukti meningkatkan motivasi, rasa ingin tahu, dan kemampuan berpikir kritis siswa.

Tahap ketiga, penyusunan sistem manajemen, bersifat institusional dan berorientasi keberlanjutan. Bersama guru pendamping MIPA, tim pengabdian menyusun draf SOP pengelolaan sampah yang mencakup: jadwal pemilahan sampah terintegrasi dengan jadwal piket harian, prosedur pengomposan berkala, serta kerangka integrasi tema lingkungan ke dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) MIPA. Tahapan ini menjadi pembeda signifikan dari program serupa yang umumnya berhenti pada level pelatihan tanpa meninggalkan sistem yang dapat dijalankan secara mandiri oleh sekolah.

b. Dampak Program terhadap Literasi Lingkungan dan Karakter Ekologis Siswa

Untuk mengukur dampak program secara terverifikasi, evaluasi dilakukan menggunakan dua instrumen: (1) *pre-test* dan *post-test* pemahaman konsep pengelolaan sampah berbasis MIPA (20 butir soal pilihan ganda, skor 0–100), dan (2) Lembar Observasi Perilaku Siswa berskala Likert 1–4 yang diisi oleh observer terlatih sebelum dan sesudah program. Tingkat efektivitas program dianalisis menggunakan rumus *N-Gain* ternormalisasi dengan kriteria: rendah ($N-Gain < 0,30$), sedang ($0,30-0,70$), dan tinggi ($> 0,70$).

Tabel 2. Hasil Pengukuran Literasi Lingkungan dan Perilaku Ekologis Siswa Sebelum dan Sesudah Pelatihan

¹² Zahra dkk., "Optimalisasi Pengelolaan Sampah Melalui Pelatihan Biopori Di Kelurahan Pisang Candi," 517.

¹³ Hanik dan Nurtamam, "Integrasi Etnomatematika Dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar," 418.

Indikator / Aspek	Skor Maks	X ₁ (Pra)	X ₂ (Pasca)	ΔX	Peningkatan (%)	N-Gain	Interpretasi
Tes Pengetahuan	100	52,0	78,0	26,0	50,00%	0,54	Sedang
Membuang Sampah Sesuai Jenis	4	1,8	3,2	1,4	77,78%	0,64	Sedang
Inisiatif Kebersihan	4	1,5	3,0	1,5	100,00%	0,60	Sedang
Keterlibatan Aktif	4	2,0	3,5	1,5	75,00%	0,75	Tinggi

1) Peningkatan Literasi Sains Dimensi Kognitif

Hasil *pre-test* menunjukkan rata-rata skor pengetahuan siswa sebesar 52,0, yang mengindikasikan bahwa sebelum program dilaksanakan, pemahaman siswa terhadap konsep pengelolaan sampah berbasis MIPA masih berada pada kategori cukup rendah. Setelah mengikuti pelatihan, rata-rata skor meningkat menjadi 78,0, dengan selisih sebesar 26,0 poin atau setara dengan peningkatan sebesar 50,00%. Nilai *N-Gain* ternormalisasi sebesar 0,54 menempatkan peningkatan ini pada kategori sedang, yang dihitung melalui:

$$N\text{-Gain} = \frac{78 - 52}{100 - 52} = \frac{26}{48} = 0,54$$

Capaian ini bermakna bahwa program edukasi teoretis yang mengintegrasikan lintas disiplin MIPA Fisika (energi limbah), Kimia (reaksi dekomposisi), Biologi (ekosistem dan dekomposer), dan Matematika (analisis data timbunan) berhasil meningkatkan pemahaman konseptual siswa secara signifikan meskipun belum mencapai kategori tinggi. Hal ini dapat dipahami mengingat materi yang disajikan merupakan konsep baru yang sebelumnya belum pernah dikaitkan secara eksplisit dengan permasalahan sampah dalam pembelajaran MIPA reguler di sekolah tersebut. Temuan ini sejalan dengan Sappaile dkk. yang menyimpulkan bahwa pembelajaran IPA berbasis lingkungan secara konsisten meningkatkan kualitas pemahaman konseptual siswa, terutama ketika materi disampaikan melalui konteks nyata yang dekat dengan kehidupan sehari-hari.¹⁴

2) Peningkatan Karakter Ekologis Dimensi Perilaku

¹⁴ Asfiana dkk., "Pengaruh Lingkungan Sebagai Sumber Belajar dalam Peningkatan Pemahaman Siswa pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar," 743.

Pada dimensi perilaku, ketiga indikator observasi menunjukkan peningkatan yang substansial dengan nilai *N-Gain* berkisar antara 0,60 hingga 0,75.

Pertama, indikator membuang sampah sesuai jenisnya meningkat dari rata-rata 1,8 menjadi 3,2 (skala Likert 1–4), dengan $\Delta X = 1,4$ atau peningkatan sebesar 77,78% dan *N-Gain* = 0,64 (sedang):

$$N-Gain = \frac{3,2 - 1,8}{4 - 1,8} = \frac{1,4}{2,2} = 0,64N$$

Sebelum pelatihan skor 1,8 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum terbiasa membedakan jenis sampah saat membuang. Pascapelatihan skor 3,2 mengindikasikan perilaku ini telah menjadi kebiasaan yang cukup konsisten, yang secara langsung merupakan hasil dari tahap workshop praktis pemilahan sampah dalam program ini.

Kedua, indikator inisiatif kebersihan mencatat peningkatan tertinggi secara persentase, yakni dari 1,5 menjadi 3,0 atau naik 100,00%, dengan *N-Gain* = 0,60 (sedang):

$$N-Gain = \frac{3,0 - 1,5}{4 - 1,5} = \frac{1,5}{2,5} = 0,60N$$

Skor awal 1,5 mencerminkan minimnya inisiatif mandiri siswa dalam menjaga kebersihan di luar instruksi guru. Peningkatan signifikan pascapelatihan menunjukkan bahwa pemahaman saintifik tentang dampak sampah yang dibangun melalui edukasi teoretis mendorong munculnya motivasi internal untuk bertindak peduli lingkungan secara proaktif, bukan sekadar responsif terhadap perintah.

Ketiga, indikator keterlibatan aktif dan kolaboratif mencatat nilai *N-Gain* tertinggi sebesar 0,75, masuk dalam kategori tinggi:

$$N-Gain = \frac{3,5 - 2,0}{4 - 2,0} = \frac{1,5}{2,0} = 0,75N$$

Skor meningkat dari 2,0 menjadi 3,5 dengan peningkatan sebesar 75,00%. Capaian tertinggi pada indikator ini secara khusus dapat dikaitkan dengan rancangan workshop praktis yang bersifat berbasis kelompok (*team-based*), di mana siswa bekerja sama dalam pemilahan sampah, pembuatan kompos, dan pengolahan data harian. Desain aktivitas yang kolaboratif ini terbukti paling efektif dalam mendorong perubahan perilaku dibandingkan instruksi individual, sejalan dengan prinsip *project-based learning* yang menekankan keterlibatan aktif dan kerja tim sebagai motor utama pembentukan karakter.¹⁵

3) Sintesis Konvergensi Data Kognitif dan Perilaku

¹⁵ Halimah dkk., "Model Pembelajaran Berbasis Proyek Sebagai Media Pengauatan Karakter," 324.

Secara keseluruhan, pola data pada Tabel 2 menunjukkan temuan yang menarik peningkatan pada dimensi perilaku (*N-Gain* 0,60–0,75) secara konsisten lebih tinggi dibandingkan peningkatan pada dimensi kognitif (*N-Gain* 0,54). Pola ini mengindikasikan bahwa keterlibatan langsung dalam workshop praktis dan penyusunan sistem manajemen sampah memberikan dampak transformatif yang lebih kuat pada pembentukan karakter ekologis dibandingkan sesi edukasi teoretis semata. Dengan kata lain, desain program yang menggabungkan tiga tahapan secara berurutan edukasi teoretis, workshop praktis, dan sistem manajemen terbukti lebih efektif daripada pendekatan yang hanya mengandalkan transfer pengetahuan satu arah.

Temuan ini diperkuat oleh data kualitatif dari wawancara reflektif. Guru pendamping MIPA (G1) menyatakan:

"Program ini membantu saya melihat bahwa proses pembuatan kompos adalah contoh nyata reaksi dekomposisi yang bisa langsung diamati siswa di halaman sekolah sendiri. Saya berencana menggunakannya sebagai konteks ajar di kelas kimia tahun ajaran depan."

(G1, wawancara reflektif pascapelatihan, 10 Januari 2026)

Pandangan serupa juga ditegaskan oleh guru IPA lainnya (G2), yang menyoroti potensi lingkungan sekolah sebagai sarana visualisasi konsep yang konkret:

"Melalui kegiatan ini, saya menyadari bahwa pembuatan pupuk organik di lingkungan sekolah merupakan media autentik untuk memvisualisasikan materi reaksi penguraian. Pendekatan kontekstual ini akan saya integrasikan ke dalam rancangan pembelajaran kimia pada semester mendatang."

(G2, wawancara reflektif pascapelatihan, 11 Januari 2026)

Pernyataan guru pendamping mengindikasikan bahwa dampak program melampaui siswa dan mulai membentuk kapasitas pedagogis guru untuk mengintegrasikan konteks lingkungan secara berkelanjutan ke dalam pembelajaran MIPA regular sebuah indikator keberhasilan tahap ketiga program (penyusunan sistem manajemen).

Pandangan serupa turut disampaikan oleh guru bidang matematika (G3), yang melihat potensi pemanfaatan lingkungan sekolah sebagai sumber data empiris untuk pembelajaran berbasis kuantitatif:

"Dari sudut pandang matematika, aktivitas pengomposan ini memberikan sumber data nyata yang sangat kaya untuk materi statistika dan pengukuran. Saya berencana mengajak siswa mengolah data langsung dari pengukuran volume sampah dan laju penurunan berat kompos di area sekolah."

(G3, wawancara reflektif pascapelatihan, 10 Januari 2026)

Dari sisi peserta didik, siswa mengungkapkan:

"Sekarang saya pisahin sampah saya setiap hari dan saya ajak teman-teman di kelas untuk ikut, karena saya tahu sampah daun bisa jadi pupuk kalau dipisahin dari plastik."

(wawancara reflektif pascapelatihan, 12 Januari 2026)

Respons peserta didik menegaskan dua capaian sekaligus terbentuknya perilaku ekologis yang didasari pemahaman ilmiah (bukan sekadar kebiasaan mekanis), serta munculnya perilaku sosial mengajak teman sebaya yang merupakan ciri *agent of change* tujuan akhir yang ingin dicapai program ini. Konvergensi antara nilai *N-Gain* tertinggi pada keterlibatan aktif (0,75, tinggi) dan narasi kualitatif peserta didik memperkuat validitas klaim sejalan dengan temuan Zahra dkk bahwa program ini berhasil menanamkan karakter ekologis yang bersifat kolektif, bukan hanya individual.¹⁶

Kesimpulan

Penelitian pengabdian kepada masyarakat ini menjawab pertanyaan tentang bagaimana program pelatihan edukasi sains dan manajemen sampah berbasis MIPA dapat dirancang dan diimplementasikan secara efektif untuk meningkatkan literasi lingkungan dan karakter ekologis siswa MTs Al Urwatul Wutsqo Jombang. Pertama, dari aspek desain dan implementasi, program yang dirancang melalui tiga tahapan berurutan edukasi teoretis, workshop praktis, dan penyusunan sistem manajemen terbukti menghasilkan kerangka pelatihan yang koheren dan berkelanjutan. Integrasi lintas disiplin MIPA (Fisika, Kimia, Biologi, dan Matematika) dalam setiap tahapan menjadikan sampah sebagai objek kajian ilmiah yang kontekstual, bukan sekadar persoalan kebersihan. Penyusunan SOP pengelolaan sampah dan modul integrasi kurikulum pada tahap ketiga menjadi pembeda signifikan yang memastikan dampak program tidak berhenti pada sesi pelatihan, melainkan tertanam dalam sistem kelembagaan sekolah secara berkelanjutan.

Kedua, dari aspek dampak, program ini berhasil meningkatkan literasi lingkungan dan karakter ekologis siswa secara terukur. Pada dimensi kognitif, rata-rata skor tes pengetahuan meningkat dari 52,0 menjadi 78,0 (*N-Gain* = 0,54, kategori sedang). Pada dimensi perilaku, ketiga indikator observasi menunjukkan peningkatan yang lebih besar: perilaku membuang sampah sesuai jenis (*N-Gain* = 0,64, sedang), inisiatif kebersihan (*N-Gain* = 0,60, sedang), dan keterlibatan aktif kolaboratif (*N-Gain* = 0,75, tinggi). Pola ini mengkonfirmasi bahwa keterlibatan langsung dalam workshop praktis dan kerja tim memberikan dampak transformatif yang lebih kuat pada pembentukan karakter ekologis dibandingkan pendekatan transfer pengetahuan satu arah semata. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa integrasi isu lingkungan ke dalam pembelajaran MIPA melalui program pengabdian yang terstruktur mampu mengubah persepsi siswa terhadap sampah dari "residu" tanpa nilai menjadi objek kajian ilmiah yang bernilai guna

¹⁶ Zahra dkk., "Optimalisasi Pengelolaan Sampah Melalui Pelatihan Biopori Di Kelurahan Pisang Candi," 517.

sekaligus membentuk generasi yang tidak hanya melek sains, tetapi juga bertanggung jawab terhadap lingkungannya. Model pelatihan ini berpotensi direplikasi di madrasah atau sekolah menengah pertama lain dengan penyesuaian konteks lokal, serta dapat dikembangkan lebih lanjut melalui: (1) kolaborasi berkelanjutan antara sekolah dan perguruan tinggi dalam penguatan program lingkungan berbasis sains; (2) pengembangan modul MIPA-lingkungan yang terstandar dan dapat digunakan secara mandiri oleh guru; serta (3) perluasan keterlibatan orang tua dan komunitas sekitar sekolah dalam sistem pengelolaan sampah yang telah dirintis.

Daftar Pustaka

- Alimuddin, Sukma, Muhammad Idham Haliq, dan Suherman Suherman. "Penerapan Model Pembelajaran Kontekstual Teaching and Learning Untuk Meningkatkan Karakter Peduli Lingkungan Siswa Pada Mata Pelajaran PKN Kelas V UPT SDN 18 Pinrang." *Cokroaminoto Journal of Primary Education* 7, no. 2 (2024): 667–77. <https://doi.org/10.30605/cjpe.722024.4582>.
- Anggraini, Novi, Tuty Emilia Agustina, dan Fitri Hadiah. "Pengaruh pH dalam Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Metode Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 20, no. 2 (2022): 345–55. <https://doi.org/10.14710/jil.20.2.345-355>.
- Arista, Putu Cindy. "Peranan Mikroorganisme Pendegradasi Plastik: Tinjauan Biodegradasi Plastik, Mekanismenya, serta Mikroorganisme yang Berperan." *Pro-Life* 10, no. 1 (2023): 743–55. <https://doi.org/10.33541/pro-life.v10i1.4689>.
- Asfiana, Asfiana, Fitriyani Fitriyani, Novi Selvia, dan Siti Fatonah. "Pengaruh Lingkungan Sebagai Sumber Belajar dalam Peningkatan Pemahaman Siswa pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar." *Al-Madrasah Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah* 9, no. 2 (2025): 741–53. <https://doi.org/10.35931/am.v9i2.4362>.
- Debrah, Justice Kofi, Diogo Guedes Vidal, dan Maria Alzira Pimenta Dinis. "Raising Awareness on Solid Waste Management through Formal Education for Sustainability: A Developing Countries Evidence Review." *Recycling* 6, no. 1 (2021): 6. <https://doi.org/10.3390/recycling6010006>.
- Halimah, Nur, Aslihatul Rahmawati, dan Ainul Azhari. "Model Pembelajaran Berbasis Proyek Sebagai Media Penguatan Karakter." *STRATEGY: Jurnal Inovasi Strategi dan Model Pembelajaran* 5, no. 3 (2025): 321–30.
- Hanik, Umi, dan Mohammad Edy Nurtamam. "Integrasi Etnomatematika Dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar." Preprint, Open Science Framework, 18 Juli 2021. <https://doi.org/10.31219/osf.io/724b6>.
- Herlia, Naziroh Faiqotul. "Mekanisme Teknologi Pengolahan Sampah Menjadi Sumber Energi Listrik Terbarukan." *Jurnal Technopreneur (JTech)* 10, no. 2 (2022): 10–16. <https://doi.org/10.30869/jtech.v10i2.962>.
- Iriani Reka Septiana, Nurul Kholidah, Metta Wijayanti, dkk. "Sosialisasi Perilaku Hemat Energi Dan Pemanfaatan Sampah Menjadi Energi Pada Siswa SMA Sains Alumnika Palembang." *Jurnal Pengabdian Kolaborasi dan Inovasi IPTEKS* 2, no. 4 (2024): 1246–54. <https://doi.org/10.59407/jpki2.v2i4.1148>.
- Januardi, Ega, Yus Mochamad Cholily, dan Mohammad Syaifuddin. "Matematika Berbasis Alam: Menumbuhkan Rasa Ingin Tahu dan Cinta Lingkungan." *International*

- Journal of Progressive Mathematics Education* 5, no. 1 (2025): 270–82.
<https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i1.18998>.
- Mesra, Trisna, Melliana Melliana, dan Fitra Fitra. “Pelatihan Proses Pembuatan Kompos Dari Sampah Organik Di Smp Muhammadiyah Dumai.” *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 1, no. 1 (2021): 1–7. <https://doi.org/10.52072/abdine.v1i1.159>.
- Pratomo, Arief Budi, Lia Nurina, Eko Wahyudi, dkk. “Sosialisasi Transformasi Lingkungan dan Kesadaran dalam Mendorong Praktik Pengelolaan Sampah yang Berkelanjutan.” *Eastasouth Journal of Impactive Community Services* 2, no. 01 (2023): 45–56. <https://doi.org/10.58812/ejimcs.v2i01.163>.
- Raharjo, Firdaus Himawan, Intan Nur Baity, dan Almas Arinatala. “Membangun Kesadaran Pendidikan: Program Pengabdian Masyarakat dalam Meningkatkan Minat Remaja Melanjutkan Studi ke Perguruan Tinggi di Kecamatan Patebon.” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat: DimaSTIKa* Vol. 4, No. 1 (Tahun 2025): 115–34.
- Zahra, Karina Nathania Az, Anisa Fitria Ningrum, Muhammad Naufal Abdurrahman, Muhammad Taufik Hidayat, Zahra Nuriyatul Izzah, dan Nurul Mahmudah. “Optimalisasi Pengelolaan Sampah Melalui Pelatihan Biopori Di Kelurahan Pisang Candi.” *Masyarakat: Jurnal Pengabdian* 2, no. 4 (2025): 516–22. <https://doi.org/10.58740/m-jp.v2i4.590>.