

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS STEM MELALUI KEGIATAN PEMBUATAN PAVING BLOCK BERBAHAN SAMPAH PLASTIK UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS SISWA

Suriyah Satar^{1*}, Cartika Candra Ledoh¹, Nurbaya¹, Hanida Listiani¹

¹ Universitas Cenderawasih, Jayapura, Papua

Dikirim Tanggal Bulan Tahun

Diterima Tanggal Bulan Tahun

Diterbitkan Tanggal Bulan Tahun

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM melalui kegiatan pembuatan paving block dari sampah plastik untuk meningkatkan literasi sains siswa SMP. Model penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan 4D, meliputi tahap pendefinisan, perancangan, pengembangan, dan penyebaran terbatas. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa LKPD berada pada kategori sangat valid dengan rata-rata skor 90%, mencakup kelayakan isi, keterpaduan STEM, dan kejelasan langkah kerja. Uji coba kepraktisan yang melibatkan guru dan siswa menghasilkan skor 88,5%, menunjukkan bahwa LKPD mudah dipahami dan layak digunakan dalam pembelajaran IPA. Efektivitas LKPD diperoleh dari peningkatan literasi sains siswa berdasarkan nilai N-gain sebesar 0,65, yang berada pada kategori sedang-tinggi. Pembelajaran berbasis proyek melalui kegiatan pembuatan paving block terbukti mendorong keterlibatan aktif siswa, menguatkan pemahaman konsep ilmiah, dan meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah secara kontekstual. Dengan demikian, LKPD berbasis STEM yang dikembangkan dinilai potensial untuk diterapkan dalam pembelajaran IPA di SMP sebagai media untuk menumbuhkan literasi sains dan kepedulian lingkungan siswa.

Kata Kunci : LKPD berbasis STEM, literasi sains, pembuatan paving block, sampah plastic, pembelajaran IPA SMP.

This research aims to develop a STEM-based Student Worksheet (LKPD) through a project of producing paving blocks from plastic waste to enhance the science literacy of junior high school students. The study employed a Research and Development (R&D) design using the 4D model, consisting of the define, design, develop, and disseminate stages. Expert validation results indicated that the LKPD achieved a very valid category with an average score of 90%, covering content feasibility, STEM integration, and clarity of procedural steps. The practicality trial involving teachers and students obtained a score of 88.5%, demonstrating that the LKPD is easy to understand and feasible for use in science learning. Its effectiveness was shown through improvements in students' science literacy, with an N-gain score of 0.65 categorized as medium-high. The project-based learning activity, particularly the creation of plastic-waste paving blocks, successfully fostered active student engagement, strengthened conceptual understanding, and enhanced scientific reasoning in a contextual manner. Therefore, the developed STEM-based LKPD is considered highly potential for implementation in junior high school science learning to cultivate science literacy and environmental awareness among students.

Keywords : STEM-based LKPD, science literacy, paving block production, plastic waste, science education.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ke-21 menuntut dunia pendidikan untuk menghadirkan pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata. Peserta didik dituntut menjadi individu yang mampu berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif, sehingga pembelajaran IPA perlu dirancang agar mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi serta relevan dengan tantangan zaman. Dalam konteks inilah literasi sains menjadi sangat penting, karena tidak sekadar mencakup pemahaman konsep, tetapi juga kemampuan menalar, mengevaluasi informasi, dan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk membuat keputusan berbasis bukti (Wati, 2014). Namun, kenyataannya pembelajaran IPA di sekolah menengah masih cenderung berfokus pada hafalan teori sehingga kurang memberi ruang bagi siswa untuk terlibat dalam proses ilmiah secara autentik.

Salah satu pendekatan yang terbukti efektif untuk menjawab tantangan tersebut adalah pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Pendekatan ini mendorong keterpaduan antara konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam satu kesatuan proses pembelajaran yang diarahkan pada pemecahan masalah nyata. STEM memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep secara aplikatif melalui aktivitas yang menstimulasi penalaran ilmiah, kreativitas, dan keterampilan rekayasa (Barokah et al., 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi STEM dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan berpikir kritis, kreativitas, dan literasi sains siswa, terutama ketika diterapkan melalui kegiatan berbasis proyek yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Hikmah et al., 2024; Permatasari et al., 2024). Dengan demikian, STEM menjadi pendekatan strategis dalam menghubungkan konsep ilmiah dengan pengalaman nyata siswa.

Pada saat yang sama, isu lingkungan – khususnya persoalan sampah plastik – menjadi tantangan global yang perlu ditanggapi melalui berbagai pendekatan, termasuk pendidikan. Penggunaan plastik sekali pakai yang masif dan kurangnya kesadaran pengelolaan limbah mengakibatkan peningkatan volume sampah plastik yang mengancam ekosistem. Berbagai penelitian mengemukakan bahwa limbah plastik dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif dalam konstruksi, seperti paving block, sehingga memberikan solusi kreatif sekaligus mendukung pembangunan berkelanjutan (Debele et al., 2024; Iftikhar et al., 2023). Konsep daur ulang plastik ke dalam produk konstruksi tidak hanya menekan jumlah sampah plastik, tetapi juga mengurangi penggunaan material alam dan energi, serta memberikan nilai tambah secara ekologis dan edukatif.

Integrasi isu lingkungan ini ke dalam pembelajaran IPA melalui proyek pembuatan paving block berbahan sampah plastik memberikan pengalaman autentik bagi siswa dalam menerapkan konsep sains dan rekayasa. Melalui kegiatan ini, siswa tidak hanya memahami sifat plastik dan perubahan fisik yang terjadi saat proses pemanasan, tetapi juga belajar mendesain campuran, menghitung massa dan volume, serta menguji kualitas produk. Pendekatan ini selaras dengan prinsip ecopedagogy yang menekankan pentingnya pendidikan yang tidak hanya berorientasi pada aspek akademik tetapi juga pada pembentukan kesadaran ekologis dan tanggung jawab sosial (Soegoto, 2021). Dengan demikian, kegiatan proyek ini mampu menjembatani kebutuhan pembelajaran modern dengan urgensi isu lingkungan.

Dalam konteks tersebut, pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM menjadi relevan dan strategis. LKPD berfungsi sebagai perangkat yang memfasilitasi siswa untuk belajar secara mandiri maupun berkelompok melalui tahapan sistematis yang mencerminkan proses ilmiah dan rekayasa. LKPD tidak hanya menyajikan langkah kerja, tetapi juga membangun pengalaman belajar aktif melalui observasi, analisis, penghitungan matematis, dan refleksi. Selain aspek kognitif, LKPD berbasis proyek juga memfasilitasi

pengembangan keterampilan kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas siswa. Produk paving block yang dihasilkan bahkan dapat dimanfaatkan di lingkungan sekolah, sehingga memberikan kebanggaan sekaligus memperkuat budaya sekolah peduli lingkungan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan LKPD berbasis STEM pada proyek pembuatan paving block dari sampah plastik. Perangkat ini diharapkan dapat membantu mengatasi pembelajaran IPA yang masih bersifat teoretis, sekaligus menawarkan model pembelajaran kontekstual yang mampu meningkatkan literasi sains siswa dan membangun kedulian terhadap isu lingkungan. Dengan pendekatan pengembangan yang sistematis, penelitian ini berupaya menghasilkan LKPD yang valid, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran IPA di SMP. Pada akhirnya, pengembangan ini diharapkan memberikan kontribusi teoritis bagi pengembangan perangkat pembelajaran STEM serta manfaat praktis bagi implementasi pendidikan berbasis keberlanjutan di sekolah.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan mengadopsi model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate) yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1976). Model ini dipilih karena secara luas digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran dan terbukti sistematis dalam menghasilkan produk pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif. Model 4D juga banyak digunakan dalam penelitian pengembangan LKPD berbasis STEM, sebagaimana dilaporkan oleh Simatupang, Sianturi, dan Alwardah (2020) serta Pasaribu, Khairuna, dan Adlini (2023), yang menunjukkan bahwa tahapan 4D mampu menghasilkan LKPD dengan kualitas yang baik dan relevan bagi kebutuhan pembelajaran IPA di sekolah.

Tahap pertama, yaitu Define, diawali dengan analisis kebutuhan terhadap kondisi pembelajaran IPA yang berlangsung di sekolah. Analisis dilakukan melalui observasi, wawancara guru, serta telaah dokumen kurikulum. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran IPA masih terfokus pada penjelasan konseptual tanpa banyak memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan kegiatan praktikum atau proyek berbasis masalah lingkungan. Selain itu, analisis karakteristik peserta didik mengungkap bahwa siswa membutuhkan pengalaman belajar yang tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga kontekstual, aplikatif, dan relevan dengan isu lingkungan sekitar, seperti permasalahan sampah plastik. Analisis materi dilakukan untuk memastikan bahwa konten yang akan dimasukkan ke dalam LKPD sesuai dengan capaian pembelajaran dan dapat mengintegrasikan dimensi STEM secara utuh, terutama konsep fisika terkait sifat termoplastik plastik, perubahan wujud zat, serta konsep matematika seperti perbandingan, massa jenis, dan volume. Analisis kebutuhan dan tugas ini selaras dengan temuan penelitian pengembangan LKPD oleh Nurkhalida dan Nasrudin (2023) yang menekankan pentingnya keselarasan antara kurikulum, kebutuhan siswa, dan karakteristik materi dalam pengembangan perangkat pembelajaran.

Tahap berikutnya adalah Design, yang merupakan tahap perancangan LKPD berbasis STEM. Pada tahap ini, seluruh komponen LKPD mulai disusun, termasuk tujuan pembelajaran, pemanfaatan fenomena tentang sampah plastik, lembar kegiatan proyek pembuatan paving block, tabel pengamatan, serta rubrik penilaian literasi sains. Struktur LKPD dirancang dengan mempertimbangkan integrasi setiap unsur STEM. Pada aspek Science, LKPD memuat penjelasan sifat plastik, jenis-jenis plastik, serta proses daur ulang. Dimensi Technology ditampilkan melalui penggunaan alat sederhana seperti pemanas, timbangan, gelas ukur, dan cetakan *paving block*. Engineering diwujudkan melalui perancangan komposisi campuran plastik-pasir, proses pencetakan, hingga pengujian sederhana kekuatan tekan paving block. Sementara itu, Mathematics diintegrasikan melalui perhitungan massa, volume, densitas, serta analisis data hasil uji. Perancangan LKPD ini

merujuk pada prinsip pengembangan LKPD STEM yang dikemukakan dalam penelitian Sutarto, Prihatin, dan Hariyadi (2021), yang menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM harus memuat alur kegiatan berbasis proyek yang komprehensif dan menantang kemampuan berpikir kritis siswa.

Tahap ketiga adalah Develop, yaitu tahap pengembangan prototipe LKPD menjadi produk yang telah divalidasi dan diuji coba. Prototipe LKPD divalidasi oleh tiga pihak: ahli materi IPA, ahli media pembelajaran, dan guru IPA. Validasi ahli dilakukan untuk memastikan ketepatan isi ilmiah, keterpaduan unsur STEM, kesesuaian tampilan, kejelasan langkah kerja, serta keamanan prosedur kegiatan proyek. Proses validasi ini mengikuti prosedur yang digunakan dalam penelitian pengembangan LKPD oleh Pasaribu et al. (2023), yang menekankan pentingnya validasi konstruk dan isi dalam memastikan kualitas LKPD. Setelah mendapatkan masukan dari para validator, LKPD direvisi untuk meningkatkan kejelasan instruksi, memperbaiki tata letak visual, serta menambahkan penjelasan keamanan pada tahap pemanasan plastik. Selanjutnya, LKPD diuji cobakan pada satu kelas VIII di SMP Negeri 3 Arso dengan tujuan untuk menilai kepraktisan dan keterlaksanaan LKPD dalam pembelajaran. Siswa melaksanakan seluruh rangkaian proyek mulai dari pengumpulan sampah plastik, pencacahan, pencampuran, pencetakan paving block, hingga pengujian sifat fisik produk yang dihasilkan. Selama uji coba, guru dan siswa mengisi angket respon untuk menilai sejauh mana LKPD mudah digunakan, menarik, sesuai dengan kemampuan siswa, dan mampu menumbuhkan literasi sains. Pendekatan uji coba terbatas ini selaras dengan prosedur pengembangan yang digunakan pada penelitian modul dan LKPD STEM lainnya.

Tahap terakhir adalah Disseminate, yaitu tahap penyebaran LKPD. Pada tahap ini, LKPD disosialisasikan secara terbatas kepada guru IPA di sekolah melalui forum diskusi dan pembimbingan penggunaan LKPD. Selain itu, LKPD juga diperkenalkan pada pertemuan MGMP IPA sebagai bahan alternatif pembelajaran lingkungan berbasis STEM. Penyebaran terbatas ini dilakukan untuk memastikan kelayakan awal LKPD dan memungkinkan guru lain menerapkan atau mengadaptasi LKPD sesuai konteks sekolah masing-masing. Tahap disseminate terbatas seperti ini umum dilakukan dalam penelitian pengembangan, sebagaimana diperlakukan dalam berbagai proyek pengembangan bahan ajar STEM oleh Hindun et al. (2024) serta Putri, Lengkana, dan Jalmo (2022).

Dalam keseluruhan proses pengembangan ini, konten ilmiah terkait proyek pembuatan paving block dari sampah plastik merujuk pada penelitian teknik sipil yang telah mengkaji kelayakan pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan bangunan ramah lingkungan. Wicaksono et al. (2021) menunjukkan bahwa plastik dapat digunakan sebagai bahan utama paving block tanpa semen melalui teknik hot press, sementara Karisma et al. (2023) menghasilkan paving block estetis berkelanjutan berbahan limbah botol plastik. Temuan empiris tersebut menjadi dasar ilmiah dalam menyederhanakan langkah-langkah proyek agar dapat dilaksanakan secara aman dan terjangkau oleh siswa SMP dalam konteks LKPD ini. Dengan demikian, metode penelitian ini memastikan bahwa pengembangan LKPD berbasis STEM berlangsung secara terstruktur, empiris, dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran dan isu lingkungan terkini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengembangan LKPD berbasis STEM melalui proyek pembuatan paving block dari sampah plastik berjalan efektif dan menghasilkan perangkat pembelajaran yang valid, praktis, serta berdampak positif terhadap peningkatan literasi sains siswa. Hasil ini diperoleh dari tiga tahap utama, yakni validasi ahli, uji kepraktisan oleh guru dan siswa, serta uji efektivitas melalui pretest dan posttest literasi sains.

Validitas LKPD

Tabel 1. Rekapitulasi Skor Validitas LKPD

Aspek yang Dinilai	Ahli Materi	Ahli Media	Guru IPA	Rata-rata	Kategori
Kelayakan Isi	92%	-	88%	90%	Sangat Valid
Kelayakan Penyajian	90%	94%	92%	92%	Sangat Valid
Kelayakan Bahasa	88%	90%	90%	89%	Sangat Valid
Keterpaduan Komponen STEM	91%	93%	90%	91%	Sangat Valid
Keselamatan Prosedur Praktik	88%	89%	92%	89%	Sangat Valid
Total Rata-rata Validitas	90%	-	-	90%	Sangat Valid

Tahap validasi oleh ahli materi IPA, ahli media, dan guru IPA memberikan gambaran awal mengenai kelayakan LKPD. Rata-rata nilai validitas yang diperoleh sebesar 90%, sehingga perangkat dinyatakan sangat valid. Para validator menilai bahwa konten LKPD telah akurat secara ilmiah dan sesuai dengan capaian pembelajaran IPA SMP. Integrasi unsur STEM juga dinilai sangat baik karena mengaitkan empat disiplin (sains, teknologi, rekayasa, dan matematika) secara terpadu melalui aktivitas konkret: mulai dari identifikasi jenis plastik, perhitungan massa dan volume campuran, hingga proses rekayasa pencetakan paving block. Hal ini sejalan dengan temuan Pasaribu et al. (2023) dan Simatupang et al. (2020) yang menyebutkan bahwa validitas tinggi dalam LKPD STEM terjadi ketika komponen-komponen dalam perangkat disusun sesuai prinsip integratif dan kontekstual. Salah satu validator bahkan memberikan komentar bahwa diagram proses pembuatan paving block dalam LKPD membantu siswa memahami alur kerja secara sistematis, sehingga meningkatkan keterbacaan dan kejelasan langkah.

Kepraktisan LKPD

Tabel 2. Hasil Kepraktisan LKPD oleh Siswa dan Guru

Sumber Penilai	Skor (%)	Kategori
Siswa (n = 32)	87%	Sangat Praktis
Guru IPA (n = 1)	90%	Sangat Praktis
Rata-rata	88,5%	Sangat Praktis

Setelah revisi minor berdasarkan masukan validator, LKPD diuji coba kepada siswa kelas VIII di SMP Negeri 3 Arso untuk mengetahui tingkat kepraktisannya. Hasilnya menunjukkan bahwa LKPD sangat mudah digunakan oleh siswa dan guru, dengan persentase kepraktisan sebesar 88,5%. Siswa menilai LKPD mudah dipahami, langkah kerja jelas, dan tampilan menarik. Mereka merasa lebih termotivasi karena dapat mengerjakan proyek yang nyata dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Satu siswa mengungkapkan bahwa ia baru memahami konsep massa jenis setelah secara langsung mengukur massa dan volume paving block yang mereka buat. Guru IPA juga memberikan respon positif dan menyatakan bahwa LKPD sangat membantu karena alurnya rount dan tidak memerlukan banyak penjelasan tambahan. Temuan ini mendukung studi Putri et al. (2022) yang menegaskan bahwa LKPD STEM yang baik akan meningkatkan keterlibatan siswa dan mempermudah guru dalam melaksanakan pembelajaran.

Efektivitas LKPD

Tabel 3. Skor Pretest-Posttest Literasi Sains

Kategori	Pretest (Mean)	Posttest (Mean)	N-Gain	Kategori
Literasi Sains	48	82	0.65	Sedang-Tinggi

Efektivitas LKPD diuji melalui perbandingan skor literasi sains sebelum dan sesudah pembelajaran. Hasil ini menunjukkan peningkatan signifikan. Skor rata-rata pretest siswa adalah 48, sedangkan skor posttest meningkat menjadi 82. Nilai N-gain yang diperoleh sebesar 0.65, yang termasuk kategori sedang-tinggi berdasarkan standar Hake (1998). Peningkatan ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis proyek mampu memperkuat kemampuan siswa dalam menjelaskan fenomena ilmiah, merancang penyelidikan, dan menafsirkan data. Hasil ini konsisten dengan penelitian Hindun et al. (2024) yang menemukan bahwa pembelajaran berbasis proyek STEM secara signifikan meningkatkan literasi sains dan keterampilan kolaboratif siswa.

Selama pembelajaran berlangsung, siswa terlihat lebih aktif dan terlibat dalam setiap tahap kegiatan. Mereka berdiskusi, saling berbagi tugas, dan membuat keputusan bersama tentang komposisi campuran plastik dan pasir. Aktivitas ini bukan hanya meningkatkan literasi sains, tetapi juga kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti pemecahan masalah, analisis, dan evaluasi. Hal ini terlihat ketika siswa harus menganalisis mengapa paving block buatan mereka memiliki densitas tertentu atau mengapa beberapa campuran menghasilkan kekuatan yang lebih baik.

Selain berdampak pada aspek kognitif, LKPD juga memberikan efek positif pada sikap dan pemahaman siswa terhadap isu lingkungan. Siswa menunjukkan peningkatan kesadaran tentang pengelolaan sampah plastik dan merasa bangga karena dapat menghasilkan produk yang bermanfaat dari limbah yang sebelumnya dianggap tidak berguna. Pembelajaran semacam ini mendukung prinsip ecopedagogy yang menekankan hubungan harmonis antara pengetahuan ilmiah dan kepedulian lingkungan. Karisma et al. (2023) serta Wicaksono et al. (2021) menunjukkan bahwa daur ulang plastik menjadi paving block tidak hanya berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan, tetapi juga memberikan konteks belajar yang autentik bagi siswa dalam memahami hubungan antara sains dan teknologi.

Namun demikian, implementasi LKPD tidak tanpa tantangan. Proses pemanasan plastik memerlukan pengawasan intensif dan fasilitas ventilasi yang baik. Selain itu, beberapa siswa memerlukan bantuan tambahan dalam perhitungan matematis terkait massa jenis dan volume. Meski demikian, tantangan tersebut dapat diatasi melalui penyesuaian kecil pada LKPD, seperti penambahan lembar panduan keselamatan dan penyediaan contoh perhitungan. Secara keseluruhan, tantangan ini tidak mengurangi efektivitas penggunaan LKPD dan malah memberikan peluang bagi guru untuk memperkaya strategi pendampingan mereka.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pengembangan LKPD berbasis STEM dengan proyek pembuatan paving block dari sampah plastik tidak hanya valid dan praktis, tetapi juga memberikan peningkatan nyata pada literasi sains siswa. Aktivitas proyek yang kontekstual membuat pembelajaran IPA lebih bermakna, relevan, dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad 21. LKPD ini berpotensi untuk diterapkan secara lebih luas di sekolah lain, terutama di daerah yang menghadapi permasalahan sampah plastik, sehingga pembelajaran tidak hanya mentransfer konsep ilmiah tetapi juga membangun karakter peduli lingkungan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengembangan LKPD berbasis STEM melalui proyek pembuatan paving block dari sampah plastik menghasilkan perangkat pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif digunakan pada pembelajaran IPA SMP. Validitas yang tinggi menunjukkan bahwa LKPD telah sesuai dengan tuntutan kurikulum, integrasi konsep STEM, serta kelayakan materi dan bahasa. Uji coba kepraktisan memperlihatkan bahwa siswa dan guru dapat menggunakan LKPD dengan mudah, sementara aktivitas proyek membuat pembelajaran lebih menarik dan

bermakna. Efektivitas LKPD tampak dari peningkatan literasi sains siswa yang signifikan, khususnya dalam kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah, menafsirkan data, dan menerapkan konsep sains dalam konteks nyata. Dengan demikian, LKPD ini mampu mendukung pembelajaran yang kontekstual, aplikatif, dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Saran

LKPD yang telah dikembangkan sebaiknya digunakan secara lebih luas dalam pembelajaran IPA berbasis proyek untuk membantu siswa memahami konsep secara aplikatif dan meningkatkan kepedulian lingkungan. Guru dapat mengadaptasi LKPD ini pada topik lain yang membutuhkan pendekatan STEM. Penelitian berikutnya dapat memperluas uji coba pada berbagai sekolah untuk memastikan konsistensi efektivitasnya, serta mengembangkan versi digital LKPD agar lebih mudah diakses dan digunakan dalam pembelajaran modern.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada SMP Negeri 3 Arso yang telah memberikan dukungan dan kesempatan untuk melaksanakan uji coba pengembangan LKPD ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para validator diantaranya ahli materi, ahli media, dan guru IPA yang telah memberikan masukan berharga dalam penyempurnaan perangkat pembelajaran. Tak lupa, terima kasih kepada seluruh siswa kelas VIII yang berpartisipasi aktif selama kegiatan berlangsung sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Barokah, S. L., Wardani, R. S., Umayah, A. R., Huda, M. K., & Hutauruk, A. F. (2024). The Role of the STEM Approach (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) in Learning. *Journal of Natural Sciences*, 5(3), 213-223. <https://doi.org/10.34007/jonas.v5i3.703>
- Debele, A. D., & kawan-kawan. (2024). Recycling and Reusing Potential of Disposable Low-Density Polyethylene Plastic Waste as Binding Agent in Paver Tile Production. *Sustainability in Construction Materials*, 2024.
- 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. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hasaya, H., Masrida, R., & Firmansyah, D. (2021). Potensi pemanfaatan ulang sampah plastik menjadi eco-paving block. *Jaring Saintek*, 3(1). <https://doi.org/10.31599/jaring-saintek.v3i1.478>
- Hikmah, M. S., Sugiman, D. N., & Munahefia, D. N. (2024). Penerapan STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis dan Pemecahan Masalah. *PRISMA 7 (Seminar Nasional Matematika 2024)*, 944-950.
- Hindun, I., Nurwidodo, N., Wahyuni, S., & Fauziah, N. (2024). *Effectiveness of project-based learning in improving science literacy and collaborative skills of Muhammadiyah middle school students*. JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia), 10(1), 58-69. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i1.31628>
- Huda, D. N., (2025). Keterampilan berpikir kritis siswa SMP melalui penggunaan LKPD berbasis STEM. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Multidisiplin*, 5(2), 45-58.
- Iftikhar, B., & kawan-kawan. (2023). Experimental Study on the Eco-Friendly Plastic-Sand Paver. *Construction and Sustainable Development Journal*, 2023.

- Karisma, D. A., Nursandah, F., & Rahmawaty, F. (2023). *Utilization of plastic bottle waste as material for making sustainable cement-less paving blocks*. INERSIA: Informasi dan Eksposo Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur, 19(2), 261–270. <https://doi.org/10.21831/inersia.v19i2.67250>
- Karisma, D. A., Nursandah, F., & Rahmawaty, F. (2023). Utilization of plastic bottle waste as material for making sustainable cement-less paving blocks. *INERSIA: Informasi dan Eksposo Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 19(2), 261–270.
- Milala, K. N. B., (2025). Developing STEM-based LKPD to improve student's critical thinking abilities. *Jurnal Ilmiah Pendidikan STEM*, 1(1).
- Pasaribu, K., Khairuna, K., Adlini, M. N., & Abrori, F. M. (2023). *Developing STEM students' worksheet to improve students' creative thinking ability*. Research and Development in Education (RaDEN), 3(2), 127–136. <https://doi.org/10.22219/raden.v3i2.25331>
- Permatasari, A., Cahyani, A. D. R., Tsuroyya, H., Rohmawati, L., & Sulistina, O. (2024). STEM Approach in Developing Science Literacy Skills: A Systematic Literature Review. *UNESA Journal of Chemical Education*, 13(3), 258–268.
- Pujiati, A. (2019). Peningkatan Literasi Sains di Era Revolusi Industri 4.0 melalui Pendekatan STEM. *Proceedings of Education Seminar 2019*.
- Putri, A., Lengkana, D., & Jalmo, T. (2022). *Teachers' perceptions of electronic multi representation STEM based worksheet to improve students' metacognitive ability*. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(3), 606–622. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i3.25052>
- Rosilawati, L., & Abidin, Z. (2025). Pembelajaran STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Sosial dan Sains (SOSAINS)*.
- Simatupang, H., Sianturi, A., & Alwardah, N. (2020). *Pengembangan LKPD berbasis STEM untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa*. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 7(4), 170–177. <https://doi.org/10.24114/jpp.v7i4.16727>
- Soegoto, E. S. (2021). Edukasi Masyarakat melalui daur ulang plastik menjadi paving blocks: kontribusi pada pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Teknik Lingkungan dan Material Bangunan*, 2021.
- Sutarto, Prihatin, J., Hariyadi, S., & Wicaksono, I. (2021). *Development of student worksheets based on STEM approach to improve students' critical thinking skills*. *Journal of Physics: Conference Series*, 2104(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2104/1/012009>
- Wati, dkk. (2014). Peran Literasi Sains dalam Mempersiapkan Generasi Abad 21. *Jurnal Pendidikan dan Lingkungan*, 2014.
- Wicaksono, S. T., Widayastuti, Naweswara, R. B., & Rasyida, A. (2021). *A simple route for mass production of plastics waste utilization as cement-less paving block*. *AIP Conference Proceedings*, 2384(1), 050008. <https://doi.org/10.1063/5.0077375>
- Wicaksono, S. T., Widayastuti, Naweswara, R. B., & Rasyida, A. (2021). A simple route for mass production of plastics waste utilization as cement-less paving block. *AIP Conference Proceedings*, 2384, 050008. <https://doi.org/10.1063/5.0077375>