

Menghadapi Krisis Lingkungan melalui Pembelajaran IPA Berbasis Education for Sustainable Development (ESD): *Systematic Literature Review*

Putri Rahadian Dyah Kusumawati^{1*}, Arif Naufan Saputra², Milatunnisa³

Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Rowolaku, Pekalongan dan 51161

¹ putri.rahadian.dyah.kusumawati@uingusdur.ac.id*; ² arifnaufan@uingusdur.ac.id;

³ milatunnisa@student.uingusdur.ac.id

*korespondensi penulis

ARTICLE HISTORY

Received: 04 June 2026

Revised: 30 June 2026

Accepted: 04 July 2026

ABSTRAK

Krisis lingkungan yang ditandai oleh perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, serta pencemaran dan limbah menuntut transformasi pendidikan yang mampu membentuk generasi yang berkelanjutan. *Education for Sustainable Development (ESD)* dipandang sebagai pendekatan yang relevan untuk diintegrasikan dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar karena dapat menghubungkan pengetahuan ilmiah dengan kesadaran dan tindakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bentuk penerapan, dampak, dan tantangan implementasi ESD dalam pembelajaran IPA di SD/MI. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review (SLR)* dengan pedoman PRISMA. Data diperoleh dari basis data Scopus antara tahun 2016 s.d. 2026 dengan menggunakan kata kunci yang berkaitan dengan ESD, *science education*, dan *elementary school*. Berdasarkan proses seleksi, diperoleh 11 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi ESD dilakukan melalui integrasi konsep keberlanjutan dalam pembelajaran IPA, *outdoor learning*, pembelajaran berbasis proyek, pendekatan interdisipliner, penggunaan cerita sains, serta pengembangan modul dan platform pembelajaran. Implementasi tersebut memberikan dampak positif pada aspek kognitif, afektif, perilaku, dan keterampilan, seperti peningkatan pemahaman konsep keberlanjutan, kesadaran lingkungan, perilaku prolingkungan, berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan refleksi. Namun demikian, implementasi ESD masih menghadapi tantangan berupa keterbatasan integrasi dalam kurikulum dan bahan ajar, kesenjangan antara pengetahuan dan sikap lingkungan peserta didik, serta kebutuhan untuk memperkuat kompetensi guru. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa sintesis tematik yang menunjukkan bahwa pembelajaran IPA berbasis ESD di sekolah dasar paling efektif ketika diterapkan secara kontekstual, partisipatif, dan berbasis pengalaman nyata untuk mengembangkan kompetensi keberlanjutan peserta didik.

Kata kunci: *Education for Sustainable Development*, pembelajaran IPA, sekolah dasar, keberlanjutan, literasi lingkungan

ABSTRACT

Addressing Environmental Crises through Science Learning Based on Education for Sustainable Development (ESD): A Systematic Literature Review. Environmental crises characterized by climate change, biodiversity loss, pollution, and waste have highlighted the urgent need for educational transformation to foster sustainable generations. Education for Sustainable Development (ESD) is considered a relevant approach for integration into primary science education because it connects scientific knowledge with environmental awareness and action. This study aimed to analyze the forms of implementation, impacts, and challenges of ESD integration in primary science learning. A Systematic Literature Review (SLR) was conducted following the PRISMA guidelines. Data were obtained from the Scopus database between 2016 and 2026 using keywords related to ESD, science education, and elementary school. Through the screening process, 11 articles met the inclusion criteria and were analyzed using a qualitative descriptive approach. The findings revealed that ESD was implemented through the integration of sustainability concepts into science lessons, outdoor learning, project-based learning, interdisciplinary approaches, sustainability-themed science stories, and the development of learning modules and digital platforms. The implementation of ESD positively influenced cognitive, affective, behavioral, and skills domains, including sustainability understanding, environmental awareness, pro-environmental behavior, critical

thinking, creativity, collaboration, and reflective thinking. However, several challenges remain, including limited integration of sustainability content in curricula and teaching materials, gaps between students' environmental attitudes and factual knowledge, and the need to strengthen teachers' competencies. This study contributes a thematic synthesis demonstrating that ESD-based science learning in primary schools is most effective when implemented through contextual, participatory, and experiential learning approaches that promote students' sustainability competencies..

Keywords: Education for Sustainable Development, science learning, primary school, sustainability, environmental literacy

Pendahuluan

Krisis lingkungan menjadi salah satu tantangan global paling mendesak pada abad ke-21. Perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, serta pencemaran dan limbah menunjukkan bahwa kerusakan lingkungan telah berkembang menjadi krisis multidimensi yang mengancam keberlanjutan kehidupan manusia (Febriani Irma & Gusmira, 2024). Laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menunjukkan bahwa suhu rata-rata global pada periode 2011–2020 telah meningkat sekitar 1,1°C dibandingkan dengan era praindustri akibat aktivitas manusia yang menghasilkan emisi gas rumah kaca (Calvin et al., 2023). UNEP menyebut kondisi ini sebagai Tiga Krisis Lingkungan Global (*triple planetary crisis*), yaitu krisis perubahan iklim, krisis kehilangan alam dan keanekaragaman hayati, serta krisis polusi dan limbah (Miao & Nduneseokwu, 2024). Upaya untuk mengatasi krisis tersebut perlu ditingkatkan secara serius agar transformasi sosial dan ekonomi menuju pembangunan berkelanjutan dapat benar-benar terwujud.

Indonesia memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap dampak perubahan iklim karena karakteristiknya sebagai negara kepulauan tropis dengan garis pantai yang panjang, keanekaragaman hayati yang tinggi, serta tingginya ketergantungan masyarakat pada sumber daya alam (Styawan, 2024). Dampak perubahan iklim di Indonesia semakin terasa. Hal ini ditandai oleh meningkatnya kejadian bencana hidrometeorologi seperti banjir, tanah longsor, serta banjir rob di wilayah pesisir (Febriosa et al., 2025). Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa Indonesia termasuk negara yang menghadapi risiko tinggi terhadap perubahan iklim, sehingga diperlukan upaya adaptasi dan mitigasi yang tidak hanya berfokus pada aspek teknologi dan kebijakan, tetapi juga pada penguatan kapasitas masyarakat melalui pendidikan (Maulani et al., 2026; Haris et al., 2023; Rasidi, 2024). Oleh karena itu, pendidikan memiliki peran penting dalam membentuk generasi yang memiliki literasi lingkungan dan kesadaran ekologis.

Dalam konteks tersebut, pendidikan memiliki peran strategis sebagai instrumen transformasi sosial. Pendidikan tidak lagi dipahami semata-mata sebagai proses transfer pengetahuan, tetapi juga sebagai sarana pembentukan nilai, sikap, keterampilan, dan tindakan yang bertanggung jawab terhadap keberlanjutan. UNESCO menegaskan bahwa Education for Sustainable Development (ESD) merupakan pendekatan pendidikan yang memberdayakan peserta didik untuk mengambil keputusan secara bertanggung jawab dan bertindak demi keberlanjutan lingkungan, ekonomi, dan masyarakat (UNESCO, 2026). Melalui kerangka ESD for 2030, UNESCO juga menekankan bahwa pendidikan harus berkontribusi pada perubahan individu dan masyarakat melalui lima area prioritas, yaitu kebijakan, lingkungan belajar, penguatan kapasitas pendidik, pemberdayaan generasi muda, dan aksi di tingkat lokal.

Merespons tantangan tersebut, pemerintah Indonesia telah mulai mengintegrasikan isu keberlanjutan dan perubahan iklim ke dalam sektor pendidikan. Kurikulum Merdeka menempatkan pembelajaran kontekstual, penguatan kompetensi abad ke-21, serta pengembangan karakter (Amalia et al., 2024). Pengembangan karakter peduli lingkungan muncul dalam Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5), khususnya pada tema *Gaya Hidup Berkelanjutan*, yang mendorong peserta didik memahami permasalahan lingkungan dan berpartisipasi dalam aksi nyata untuk menjaga keberlanjutan (Purtina et al., 2024). Kebijakan ini menunjukkan bahwa pendidikan di Indonesia memiliki peran strategis dalam membangun literasi lingkungan, literasi iklim, serta perilaku berkelanjutan sejak jenjang pendidikan dasar.

Pada jenjang pendidikan dasar, implementasi ESD menjadi sangat penting karena tahap ini merupakan fase pembentukan dasar pengetahuan, karakter, dan kebiasaan peserta didik. Nilai-nilai kepedulian lingkungan, tanggung jawab ekologis, dan perilaku berkelanjutan akan lebih efektif ditanamkan sejak usia dini (Nopiana, 2025; Yulita et al., 2026). Dalam hal ini, pembelajaran IPA di SD/MI memiliki posisi yang sangat relevan karena secara substantif membahas fenomena alam, ekosistem, hubungan manusia dengan lingkungan, serta dampak aktivitas manusia terhadap keseimbangan alam (Lestari et al., 2025; Putri et al., 2022). Oleh sebab itu, pembelajaran IPA tidak hanya berfungsi untuk mengembangkan pemahaman konseptual peserta didik terhadap sains, tetapi juga berpotensi menjadi wahana untuk menumbuhkan kesadaran dan tindakan ekologis melalui integrasi prinsip-prinsip ESD (Pada et al., 2025). Pandangan ini sejalan dengan kajian yang menegaskan bahwa peran pendidikan sains perlu diperluas untuk mendukung keberlanjutan lingkungan (Husamah et al., 2022).

Penelitian menunjukkan bahwa integrasi ESD dalam pembelajaran sains berkontribusi positif terhadap penguatan literasi lingkungan peserta didik (Harpina et al., 2025). Kajian literatur tentang ESD dalam pembelajaran IPA menunjukkan bahwa pendekatan ini menghubungkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan dalam kerangka pembelajaran yang berorientasi pada keberlanjutan (Salsabila et al., 2026). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pendidikan lingkungan dan pendekatan berbasis keberlanjutan dapat meningkatkan literasi lingkungan peserta didik sekolah dasar, baik dalam aspek pengetahuan, kepedulian, maupun kecenderungan perilaku prolingkungan (AlAli et al., 2025; Pada et al., 2025). Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa penerapan ESD dalam pembelajaran IPA berpotensi menjadi strategi pendidikan yang relevan untuk menghadapi krisis lingkungan.

Meskipun demikian, kajian-kajian yang ada masih menunjukkan beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian mengenai ESD dalam pendidikan sains masih banyak dibahas secara umum atau terfokus pada konteks pendidikan keberlanjutan secara luas, sehingga belum memberikan gambaran yang spesifik mengenai implementasinya dalam pembelajaran IPA pada jenjang SD/MI. Kedua, penerapan ESD dalam pembelajaran IPA masih tersebar dalam berbagai studi dan belum disintesis secara sistematis. Ketiga, hubungan antara pembelajaran IPA berbasis ESD dan upaya menghadapi krisis lingkungan juga belum banyak dianalisis secara terfokus, khususnya dalam konteks pendidikan dasar. Studi review sebelumnya oleh (Entang et al., 2024; Salsabila et al., 2026) telah mengkaji ESD dalam pendidikan sains secara umum, namun belum secara spesifik memfokuskan sintesis pada implementasi ESD dalam pembelajaran IPA di SD/MI serta dampaknya terhadap literasi lingkungan dan perilaku peduli lingkungan.

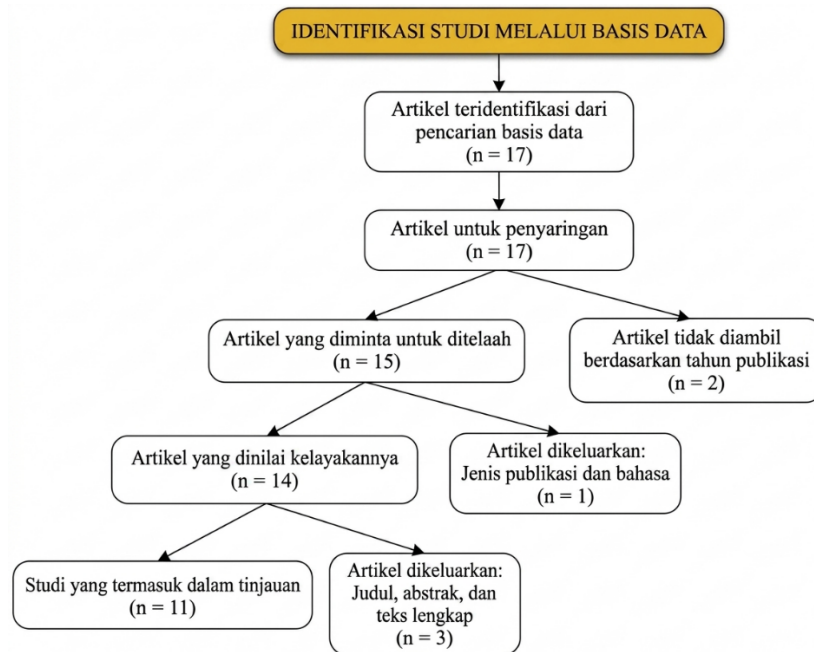
Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian yang mampu memetakan secara komprehensif perkembangan penelitian tentang implementasi ESD dalam pembelajaran IPA di SD/MI. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Systematic Literature Review (SLR)* karena metode ini memungkinkan peneliti mensintesis hasil penelitian secara sistematis, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan. Melalui SLR, penelitian ini diharapkan dapat membangun kerangka konseptual mengenai penerapan ESD dalam pembelajaran IPA serta dampaknya terhadap peserta didik. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bentuk penerapan dan dampak ESD dalam pembelajaran di sekolah dasar, serta tantangannya. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dan praktis dalam pengembangan pembelajaran IPA yang berorientasi pada keberlanjutan di jenjang pendidikan dasar.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review (SLR)* dengan pedoman PRISMA. Sumber data penelitian diperoleh dari basis data Scopus dengan menggunakan kata kunci yang berkaitan dengan Education for Sustainable Development (ESD), pembelajaran IPA, dan SD/MI. Basis data Scopus dipilih karena merupakan salah satu pangkalan data bibliografis terbesar yang mengindeks jurnal-jurnal bereputasi internasional. Kriteria inklusi meliputi: (1) berbentuk artikel ilmiah yang terbit di jurnal terindeks Scopus, (2) artikel ilmiah yang terbit antara tahun 2016 s.d. 2026, (3) berbahasa Inggris, (4) *open access*, dan (5) berkaitan dengan Education for Sustainable Development (ESD), pembelajaran IPA, dan sekolah dasar. Kata kunci yang digunakan yaitu TITLE-ABS-KEY (("education for sustainable development" OR "ESD" OR "sustainability education") AND ("science learning" OR "science education") AND ("elementary school" OR "primary school" OR "elementary education")).

Seleksi artikel dilakukan melalui tahap identifikasi, penghapusan duplikasi, penyaringan judul dan abstrak, serta telaah teks lengkap berdasarkan kriteria inklusi. Data dari artikel yang terpilih kemudian diekstraksi dan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Seluruh artikel yang telah memenuhi kriteria seleksi dibaca secara menyeluruh, kemudian diekstraksi berdasarkan karakteristik penelitian. Data yang diperoleh selanjutnya dikelompokkan ke dalam tema-tema yang memiliki karakteristik yang sama. Proses sintesis dilakukan dengan membandingkan, menginterpretasikan, dan mengintegrasikan temuan dari berbagai penelitian sehingga diperoleh gambaran tentang bentuk penerapan, dampak dan tantangan implementasi ESD.

Sebanyak 17 artikel diidentifikasi melalui pencarian data. Proses penyaringan terperinci yang mengikuti pedoman PRISMA dapat dilihat pada Gambar 1. Setelah melalui tahapan penelusuran dan seleksi artikel, diperoleh artikel-artikel yang paling relevan dengan fokus kajian. Seluruh artikel terpilih kemudian dianalisis lebih lanjut untuk melihat kecenderungan topik, pendekatan pembelajaran, serta konteks implementasi ESD dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Dengan demikian, kumpulan artikel akhir yang dianalisis dalam penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan riset ESD pada level pendidikan dasar dalam kurun waktu yang ditetapkan.



Gambar 1. Alur penyaringan dengan PRISMA

Gambar 1 menunjukkan hasil pencarian hingga prosedur identifikasi terakhir. Pada tahap identifikasi, diperoleh 17 artikel dari hasil pencarian pada basis data Scopus. Selanjutnya, sebanyak 2 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria tahun publikasi, sehingga tersisa 15 artikel untuk proses penyaringan. Pada tahap berikutnya, satu artikel dikeluarkan karena tidak sesuai dengan kriteria jenis publikasi dan bahasa yang telah ditetapkan. Sebanyak 14 artikel kemudian dinilai kelayakannya melalui penelaahan judul, abstrak, dan teks lengkap. Dari proses tersebut, tiga artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi penelitian. Dengan demikian, sebanyak 11 artikel memenuhi seluruh kriteria dan diikutsertakan dalam tinjauan sistematis.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan proses seleksi literatur yang mengikuti pedoman PRISMA, sebanyak 11 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis dalam penelitian ini. Analisis terhadap studi-studi tersebut difokuskan pada implementasi *Education for Sustainable Development* (ESD) dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar, termasuk bentuk penerapannya, dampak yang dihasilkan, serta tantangan yang dihadapi dalam pelaksanaannya. Rekapitulasi karakteristik artikel yang dianalisis disajikan pada Tabel 1.

Artikel-artikel yang dianalisis juga merepresentasikan variasi konteks penelitian dari berbagai negara, sehingga memberikan perspektif yang lebih luas mengenai implementasi ESD dalam pendidikan dasar. Selain itu, rentang tahun publikasi yang cukup beragam menunjukkan bahwa kajian ESD dalam pembelajaran IPA terus mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Hal ini mengindikasikan meningkatnya perhatian peneliti terhadap integrasi isu keberlanjutan dalam pendidikan dasar sebagai respons terhadap tantangan global. Hal ini sekaligus memperkuat urgensi pengembangan dan integrasi ESD dalam praktik pembelajaran IPA di tingkat sekolah dasar.

Tabel 1. Hasil Tinjauan Artikel

No.	Nama penulis	Judul Penelitian	Tahun terbit	Metode	Hasil temuan penelitian
1	Rommel AlAli, Ali Al-Barakat, Tahani Alrosaa, Sarah Alotaibi, Ali Abdullatif, Sultan Almughyirah	Science Education and Environmental Identity: An Integrative Approach to Fostering Sustainability Practices in Primary School Students	2025	Kualitatif (Grounded Theory) dengan observasi kelas dan wawancara semi-terstruktur.	Pendidikan sains melalui integrasi praktik keberlanjutan membantu peserta didik mengembangkan identitas lingkungan. Mengintegrasikan aktivitas sehari-hari di sekolah dengan konsep lingkungan menghasilkan pemahaman teoritis. Peserta didik menjadi terlibat dengan keberlanjutan melalui pengalaman langsung, sehingga memperkuat pemahaman mereka tentang ilmu lingkungan dan mendorong perubahan perilaku.
2	Duhita Savira Wardani, Ari Widodo, Ernawulan Syaodih, Muslim	Harnessing outdoor learning in primary science education: impact on developing technological innovations for waste management and sustainability awareness	2026	Kuantitatif (Structural Equation Modeling - SEM) dengan kuesioner dan rubrik penilaian produk.	Pembelajaran di luar ruangan (outdoor learning) berhubungan positif secara signifikan dengan kesadaran keberlanjutan peserta didik dan kemampuan mereka dalam menciptakan inovasi teknologi pengelolaan sampah.
3	Lili-Ann Wolff, Sari Vuorenpää, Pia Sjöblom	Chicken raising in a diverse finnish classroom: Multidimensional sustainability learning	2018	Etnografi dan analisis interaksi.	Memelihara hewan di kelas meningkatkan pembelajaran biologi dan mempromosikan dimensi ekologis serta sosial dari keberlanjutan melalui etika kepedulian (ethics of care).
4	Katja N. Andersen	Evaluation of school tasks in the light of sustainability education: textbook research in science education in Luxembourgish primary schools	2017	Penelitian buku teks (analisis konten kualitatif).	Buku teks sains sekolah dasar di Luksemburg memiliki konten terkait keberlanjutan yang sangat sedikit, topik yang dibahas sebagian besar hanya berkaitan dengan keberlanjutan secara tidak langsung dan pendekatan pembelajaran berbasis tindakan serta tugas masih kurang dimanfaatkan dalam topik ESD. Tugas sekolah belum ditemukan yang berbasis pendidikan berkelanjutan.
5	Sare Asli, Zinab Safi, Abeer Shehadeh-Nasser, Avi Hofstein, Muhamad Hugerat	Learning Styles of A Story About Sustainability: Their Effect on The Level of Questioning of Students in Primary Education	2023	Kuantitatif (Quasi-eksperimental).	1. Penggunaan cerita sains tentang keberlanjutan yang disajikan secara tersegmentasi lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan bertanya peserta didik dibandingkan penyajian cerita secara utuh. 2. Tingkat pertanyaan mengenai keberlanjutan yang diajukan oleh peserta didik tergolong rendah. Perlu adanya pengintegrasian ESD dalam kurikulum sains SD.
6	Matija Purkat, Iztok Devetak, Matej Vošnjak, Robert Potočnik	From Scientific Inquiry to Visual Expression: Developing a Sustainable Worldview Through Science and Fine Art in Primary Education	2026	Penelitian tindakan partisipatif (PAR) selama lima siklus.	Interdisciplinary Teaching in Science and Fine Art (MITSFA) dapat memperdalam pemahaman peserta didik, menumbuhkan keterlibatan emosional, dan mempromosikan kesadaran lingkungan serta sosial secara holistik.

No.	Nama penulis	Judul Penelitian	Tahun terbit	Metode	Hasil temuan penelitian
7	Chen Guo.; Ying Huang; Xiangdong Chen.	Research on Integration of the Sustainable Development Goals and Teaching Practices in a Future Teacher Science Education Course	2024	Metode penelitian kualitatif dan kuantitatif (mixed- methods), analisis konten rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), dan kuesioner.	Mahapeserta didik calon guru sains menunjukkan kompetensi pedagogis dan ESD yang baik; pengetahuan konten, pengetahuan pedagogis konten, serta motivasi terkait pembangunan berkelanjutan terwakili dengan baik dalam RPP.
8	Nadia Rehman, Wenlan Zhan, Muhammad Saifullah Khalid, Mussarat Iqbal, Amir Mahmood	Assessing the knowledge and attitude of elementary school students towards environmental issues in Rawalpindi	2021	Penelitian kuantitatif menggunakan kuesioner ROSE (Relevance of Science Education) dan tes penilaian pengetahuan mandiri.	Tidak ada perbedaan signifikan dalam pengetahuan dan sikap antara peserta didik sekolah negeri dan swasta; peserta didik memiliki sikap positif terhadap isu lingkungan meskipun pengetahuan faktual mereka masih rendah.
9	Rosmiati, Muhammad Satriawan, Arif Fanny, Rarasaning Satianingsih, Sri Utari, Elok Ningsih, Gadis Rasyiida, Andhini Anandha, Putri Anam	Design of reflective - Sustainable development education oriented project-based learning platform for elementary school students in Indonesia	2025	Metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan mixed- methods yang melibatkan enam guru sekolah dasar.	Platform pembelajaran berbasis proyek efektif meningkatkan keterampilan berpikir reflektif guru dengan skor N-Gain rata-rata 91-95 dan mendapatkan persepsi positif dari praktisi.
10	H. Husamah, Hadi Suwono, Hadi Nur, Agus Dharmawan,	Sustainable development research in Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education: A systematic literature review	2022	Systematic Literature Review (SLR) pada Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education (EJMSTE) tahun 2005-2021	Kata kunci paling sering digunakan yaitu pembangunan berkelanjutan dan keberlanjutan. Penulis dominan dari Taiwan dan Tiongkok. Kontribusi penting yang ada dalam artikel terkait tema berkelanjutan yaitu urgensi pendidikan sains dalam mendukung keberlanjutan, ESD dan dana SDGs, kebutuhan adanya reformasi kurikulum dan penguatan kompetensi guru yang berorientasi pada keterlanjutan dan literasi lingkungan, urgensi penggunaan teknologi keberlanjutan dan ESD, dan urgensi efisiensi energi, siklus hijau dan wisata berkelanjutan. Dan terdapat artikel yang dapat digunakan sebagai referensi untuk implementasi di tingkat sekolah dasar sampai perguruan tinggi.
11	Fatih Şeker & Bahattin Aydinli	A Trial Patch to Sustainable Development Perspectives from Extracurricular Activities of Elementary Schools in Turkey	2022	Metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan mixed- methods dengan subjek 92 peserta didik kelas 5 Turki.	Modul Science Education to Sustainable Development (SESD) secara signifikan memengaruhi peserta didik kelas 5 dalam hal pengetahuan dan opini mereka tentang peningkatan keamuan bertindak dan bertanggungjawab dalam pembelajaran sains.

Selanjutnya, hasil sintesis temuan disajikan dan dibahas berdasarkan tema-tema utama yang muncul dari proses analisis.

Bentuk Penerapan ESD

Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi ESD dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu strategi implementasi pembelajaran, bentuk aktivitas dan proyek keberlanjutan, serta media dan instrumen pembelajaran. Kategorisasi ini menunjukkan bahwa ESD tidak hanya diintegrasikan pada tingkat materi pembelajaran, tetapi juga pada pendekatan pedagogis, pengalaman belajar, dan sumber belajar yang digunakan dalam proses pembelajaran.

Temuan AlAli et al. (2025) menunjukkan bahwa strategi implementasi ESD dalam pembelajaran IPA didominasi oleh pendekatan yang berpusat pada peserta didik dan berbasis pengalaman. Salah satu strategi yang banyak digunakan adalah integrasi langsung konsep keberlanjutan ke dalam pembelajaran sains. Studi menunjukkan bahwa isu-isu seperti pengelolaan sampah, konservasi air, dan konsumsi sumber daya diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA untuk menghubungkan konsep ilmiah dengan kehidupan sehari-hari peserta didik (AlAli et al., 2025).

Selain itu, strategi *outdoor learning* menjadi pendekatan yang cukup menonjol. Hal ini sesuai dengan studi yang menunjukkan bahwa pembelajaran ESD melalui *outdoor learning* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar melalui pengalaman nyata dan terlibat langsung dalam penyelesaian masalah lingkungan (Wardani et al., 2026). Strategi lain yang ditemukan adalah pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) dan pembelajaran interdisipliner yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir reflektif (Purkat et al., 2026; Satriawan et al., 2025). Studi Wolff et al. (2018) menunjukkan bahwa proyek pemeliharaan ayam di kelas digunakan sebagai sarana untuk mempelajari aspek biologis sekaligus mengembangkan kepedulian terhadap makhluk hidup. Sementara itu, Purkat et al. (2026) melalui *Model Interdisciplinary Teaching in Science and Fine Art (MITSFA)* mengintegrasikan sains dan seni dalam kegiatan berbasis masalah, eksperimen, refleksi, dan ekspresi kreatif.

Secara umum, strategi implementasi yang ditemukan menunjukkan adanya pergeseran dari pembelajaran yang berorientasi pada penguasaan konsep menuju pembelajaran yang berorientasi pada aksi (*action-oriented learning*). Temuan ini sejalan dengan prinsip ESD yang menekankan pembelajaran partisipatif, reflektif, dan kontekstual untuk mengembangkan kompetensi keberlanjutan peserta didik.

Implementasi ESD juga diwujudkan melalui berbagai aktivitas dan proyek yang memungkinkan peserta didik berinteraksi secara langsung dengan isu-isu keberlanjutan. Aktivitas yang paling sering ditemukan meliputi pemilahan sampah, penanaman pohon, konservasi air, diskusi tentang penggunaan sumber daya, serta kegiatan sekolah ramah lingkungan (AlAli et al., 2025). Aktivitas tersebut digunakan untuk membantu peserta didik memahami keterkaitan antara konsep sains dan praktik keberlanjutan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, dapat pula dilakukan aktivitas seperti persiapan makanan sehat, eksperimen penyaringan air, dan percobaan lampu alternatif (Andersen, 2018).

Selain aktivitas sederhana di lingkungan sekolah, beberapa penelitian menunjukkan bahwa implementasi ESD dapat dilakukan melalui proyek yang lebih kompleks. Studi Wardani et al. (2026) melibatkan peserta didik dalam pengembangan prototipe teknologi pengelolaan sampah berbasis permasalahan lokal. Studi Wolff et al. (2018) menunjukkan bahwa proyek pemeliharaan ayam tidak hanya berfungsi sebagai sarana belajar sains, tetapi juga sebagai media untuk membangun empati, tanggung jawab, dan etika kepedulian. Temuan ini menunjukkan bahwa proyek keberlanjutan memberikan ruang bagi peserta didik untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah.

Berbagai aktivitas dan proyek tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran IPA berbasis ESD lebih efektif ketika peserta didik terlibat dalam pengalaman autentik yang memungkinkan mereka mengamati, menganalisis, dan merespons persoalan lingkungan secara langsung. Dengan demikian, proses pembelajaran tidak hanya menghasilkan pemahaman konseptual, tetapi juga mendorong terbentuknya tindakan nyata yang mendukung keberlanjutan.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa implementasi ESD didukung oleh berbagai media dan instrumen pembelajaran. Salah satu bentuk yang ditemukan adalah penggunaan cerita sains bertema keberlanjutan. Studi Asli et al. (2023) menunjukkan bahwa cerita juga dapat digunakan untuk mengintegrasikan isu lingkungan, sosial, dan ekonomi ke dalam pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik perkembangan peserta didik sekolah dasar. Pendekatan naratif ini membantu peserta didik memahami isu keberlanjutan melalui konteks yang lebih dekat dengan pengalaman mereka.

Selain itu, implementasi ESD juga dilakukan melalui pengembangan modul pembelajaran dan pemanfaatan teknologi digital. Studi dasar Şeker & Aydinli (2023) menunjukkan integrasi prinsip-prinsip ESD ke dalam modul pembelajaran sains di sekolah. Sementara itu, Rosmiati & Satriawan (2022) mengembangkan platform pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan laboratorium virtual, portal sumber daya, dan alat kolaborasi untuk mendukung pembelajaran yang berorientasi pada *Sustainable Development Goals* (SDGs). Temuan ini menunjukkan bahwa perkembangan teknologi membuka peluang yang lebih luas untuk mengimplementasikan ESD secara lebih inovatif dan fleksibel.

Secara keseluruhan, penggunaan media dan instrumen pembelajaran yang beragam menunjukkan bahwa implementasi ESD tidak hanya bergantung pada aktivitas lapangan, tetapi juga didukung oleh sumber belajar yang mampu memfasilitasi pemahaman, refleksi, dan partisipasi peserta didik terhadap isu keberlanjutan.

Berdasarkan keseluruhan temuan, implementasi ESD dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar tidak lagi dipahami sebagai sekadar penyisipan materi keberlanjutan ke dalam kurikulum, melainkan sebagai transformasi pendekatan pembelajaran yang mencakup strategi pedagogis, pengalaman belajar autentik, serta pemanfaatan media yang mendukung pengembangan kompetensi keberlanjutan. Ketiga bentuk implementasi tersebut saling melengkapi dalam membangun lingkungan belajar yang berpusat pada peserta didik, kontekstual, partisipatif, dan berorientasi pada pemecahan masalah. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa ESD seharusnya diimplementasikan melalui proses pembelajaran yang memungkinkan peserta didik tidak hanya memahami konsep keberlanjutan, tetapi juga mengembangkan kompetensi seperti *critical thinking* dan kolaborasi (Khoerunisa, 2024; Purnamasari & Nurawaliyah, 2023).

Dengan demikian, pembelajaran IPA berbasis ESD berperan sebagai wahana untuk mentransformasikan pembelajaran dari yang semula berorientasi pada penguasaan konsep menjadi pembelajaran yang mendorong terbentuknya aksi nyata dalam menghadapi berbagai persoalan lingkungan. Temuan ini sekaligus menegaskan bahwa implementasi ESD tidak ditentukan oleh penggunaan satu model atau media tertentu, melainkan oleh sejauh mana seluruh komponen pembelajaran dirancang secara terpadu untuk membangun kompetensi keberlanjutan peserta didik.

Dampak ESD

Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi ESD dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar memberikan dampak multidimensional, mencakup ranah kognitif, afektif, perilaku, dan keterampilan. Temuan ini menunjukkan bahwa ESD tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar sains, tetapi juga mendukung pengembangan kompetensi keberlanjutan (*sustainability competencies*) yang diperlukan untuk menghadapi tantangan lingkungan di masa depan.

Pada ranah kognitif, ESD berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep keberlanjutan, pengetahuan lingkungan, serta kemampuan berpikir tingkat tinggi. Studi menunjukkan bahwa integrasi praktik keberlanjutan dalam pembelajaran sains memperkuat pemahaman peserta didik terhadap isu-isu lingkungan (AlAli et al., 2025; Andersen, 2018; Wardani et al., 2026). Temuan serupa juga menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan berpikir tingkat tinggi (Asli et al., 2023; Purkat et al., 2026). Peningkatan ini dapat dijelaskan karena pembelajaran berbasis ESD umumnya menggunakan masalah nyata sebagai konteks belajar, sehingga peserta didik tidak hanya menghafal konsep, tetapi juga menggunakannya untuk menganalisis dan mencari solusi atas persoalan lingkungan. Temuan tersebut sejalan dengan pandangan bahwa ESD mendorong pembelajaran yang reflektif, kritis, dan berorientasi pada pemecahan masalah (Rehman et al., 2021).

Pada ranah afektif, ESD berkontribusi terhadap peningkatan kesadaran lingkungan, identitas lingkungan, serta kepedulian terhadap makhluk hidup. Studi menunjukkan bahwa keterlibatan peserta didik dalam aktivitas keberlanjutan membantu membangun identitas lingkungan yang lebih kuat (AlAli et al., 2025). Wardani et al. (2026) juga menemukan bahwa pembelajaran luar ruang berhubungan positif dengan peningkatan kesadaran keberlanjutan. Sementara itu, temuan lain menunjukkan bahwa pengalaman memelihara ayam di kelas mendorong berkembangnya empati dan etika kepedulian (Wolff et al., 2018). Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa pengalaman langsung dan keterlibatan emosional dalam aktivitas lingkungan menjadi faktor penting yang memungkinkan peserta didik membangun hubungan personal dengan isu keberlanjutan. Dengan demikian, pembelajaran berbasis ESD tidak hanya membentuk pengetahuan, tetapi juga menumbuhkan nilai dan sikap yang mendukung keberlanjutan.

Pada ranah perilaku, implementasi ESD menunjukkan potensi untuk mendorong terbentuknya perilaku pro-lingkungan serta tanggung jawab pribadi terhadap lingkungan. Studi menunjukkan adanya perubahan perilaku peserta didik baik di sekolah maupun di rumah (AlAli et al., 2025). Temuan serupa juga menunjukkan bahwa pengalaman belajar berbasis masalah lingkungan mendorong peserta didik untuk merancang solusi praktis terhadap persoalan

lingkungan lokal (Wardani et al., 2026). Hasil ini menunjukkan bahwa ESD berpotensi menjembatani kesenjangan antara pengetahuan dan tindakan melalui pengalaman belajar yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam konteks kehidupan nyata. Secara lebih sederhana, dampak implementasi ESD terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Peta Dampak Implementasi ESD dalam Pembelajaran IPA SD/MI

Dimensi	Hasil Utama	Kontribusi terhadap Kompetensi Keberlanjutan
Kognitif	Berpikir kritis dan kreatif, pemahaman konsep keberlanjutan, kemampuan bertanya, berpikir reflektif	Membantu peserta didik memahami dan menganalisis permasalahan lingkungan secara ilmiah
Afektif	Kesadaran lingkungan, identitas lingkungan, empati, motivasi keberlanjutan	Membentuk nilai, sikap, dan kepedulian terhadap lingkungan
Perilaku	Perilaku pro-lingkungan, tanggung jawab pribadi dan kolektif	Mendorong tindakan nyata dalam menjaga keberlanjutan lingkungan

Selain itu, dampak ESD juga terlihat pada pengembangan keterampilan abad ke-21. Studi Asli et al., (2023) menunjukkan peningkatan kemampuan mengajukan pertanyaan tingkat tinggi. Sedangkan temuan lain menunjukkan peningkatan kreativitas, kolaborasi, komunikasi, refleksi, dan pemecahan masalah (Purkat et al., 2026; Rosmiati & Satriawan, 2022).

Hasil sintesis menunjukkan bahwa kompetensi keberlanjutan memiliki irisan yang kuat dengan kompetensi abad ke-21. Dalam implementasinya, pembelajaran berbasis ESD mendorong proses belajar yang reflektif, kritis, dan berorientasi pada pemecahan masalah, sehingga peserta didik mampu mengambil keputusan secara bertanggung jawab serta mengembangkan solusi yang berkelanjutan terhadap berbagai tantangan lingkungan (Asli et al., 2023; Rehman et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran ESD juga menekankan pengembangan kompetensi abad ke-21 yang meliputi berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi, kolaborasi, serta keterampilan berpikir tingkat tinggi yang diperlukan untuk menganalisis dan menyelesaikan persoalan yang kompleks.

Secara keseluruhan, dampak ESD bersifat holistik dan saling berkaitan. Peningkatan pengetahuan lingkungan tidak berdiri sendiri, tetapi berkontribusi terhadap terbentuknya kesadaran lingkungan yang selanjutnya mendorong perubahan perilaku serta pengembangan berbagai keterampilan yang relevan dengan kehidupan berkelanjutan. Temuan ini memperkuat kerangka konseptual ESD yang menempatkan pengetahuan, sikap, keterampilan, dan tindakan sebagai komponen yang tidak dapat dipisahkan dalam proses pendidikan menuju keberlanjutan. Dari perspektif pendidikan IPA, hasil ini menunjukkan bahwa ESD dapat berfungsi sebagai pendekatan pembelajaran yang tidak hanya meningkatkan literasi sains, tetapi juga membentuk warga negara yang bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Tantangan Implementasi ESD

Meskipun sebagian besar penelitian menunjukkan dampak positif implementasi ESD dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar, hasil sintesis juga mengidentifikasi sejumlah tantangan yang masih menghambat penerapannya secara optimal. Tantangan tersebut berkaitan dengan aspek kurikulum, bahan ajar, kompetensi guru, serta kesenjangan antara pengetahuan dan perilaku peserta didik.

Tantangan pertama yaitu masih terbatasnya integrasi konten keberlanjutan dalam kurikulum dan bahan ajar formal. Andersen menunjukkan bahwa buku teks sains sekolah dasar di Luksemburg hanya memuat sedikit materi yang secara eksplisit berkaitan dengan keberlanjutan (Andersen, 2018). Bahkan, pendekatan berbasis tindakan dan tugas yang mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam isu keberlanjutan masih relatif jarang ditemukan. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun wacana keberlanjutan semakin berkembang dalam kebijakan pendidikan, implementasinya dalam sumber belajar belum sepenuhnya terwujud. Kondisi tersebut berpotensi membatasi kesempatan peserta didik untuk memahami hubungan antara konsep sains dan tantangan lingkungan yang dihadapi masyarakat.

Tantangan kedua adalah adanya kesenjangan antara sikap positif terhadap lingkungan dan penguasaan pengetahuan faktual. Studi menunjukkan bahwa peserta didik memiliki kepedulian yang cukup tinggi terhadap isu lingkungan, tetapi pemahaman ilmiahnya masih terbatas (Rehman et al., 2021). Temuan ini menunjukkan bahwa perubahan pada dimensi afektif tidak selalu diikuti oleh peningkatan pada dimensi kognitif. Dari perspektif pendidikan keberlanjutan, kondisi ini menjadi tantangan penting karena tindakan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan memerlukan kombinasi kesadaran, pemahaman ilmiah, dan kemampuan untuk membuat keputusan yang tepat. Oleh karena itu, implementasi ESD perlu dirancang secara seimbang agar tidak hanya menumbuhkan kepedulian, tetapi juga memperkuat literasi lingkungan peserta didik.

Tantangan ketiga berkaitan dengan kompetensi guru dan kesiapan sistem pendidikan. Penelitian oleh Asli et al. (2023) menekankan perlunya pengintegrasian ESD secara lebih sistematis ke dalam kurikulum sains sekolah dasar. Sementara itu, penelitian lain menyoroti pentingnya penguatan kompetensi guru dalam bidang keberlanjutan, literasi lingkungan, dan pemanfaatan teknologi pendidikan (Husamah et al., 2022). Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi ESD tidak hanya ditentukan oleh model pembelajaran yang digunakan, tetapi juga oleh kapasitas guru dalam merancang pengalaman belajar yang relevan dengan isu keberlanjutan. Tanpa dukungan kompetensi yang memadai, ESD berisiko hanya menjadi tambahan materi tanpa mampu menghasilkan perubahan perilaku yang diharapkan.

Tantangan lainnya yaitu kebutuhan untuk mentransformasikan pembelajaran dari sekadar penyampaian informasi menjadi pengalaman belajar yang benar-benar transformatif. Beberapa studi menunjukkan bahwa potensi pengembangan kompetensi keberlanjutan sudah tersedia dalam kurikulum dan bahan ajar, tetapi belum sepenuhnya dimanfaatkan dalam praktik pembelajaran (Guo et al., 2024; Husamah et al., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa tantangan implementasi ESD bukan hanya terkait dengan ketersediaan materi, tetapi juga dengan bagaimana materi tersebut diterjemahkan menjadi aktivitas belajar yang kontekstual, partisipatif, dan berorientasi pada tindakan nyata.

Berdasarkan keseluruhan temuan, tantangan implementasi ESD di sekolah dasar dapat dikelompokkan ke dalam tiga isu utama, yaitu keterbatasan integrasi keberlanjutan dalam kurikulum dan bahan ajar, kesenjangan antara pengetahuan dan sikap lingkungan peserta didik, serta kebutuhan akan penguatan kompetensi guru dan inovasi pedagogi. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengembangan ESD di masa depan perlu diarahkan pada reformasi kurikulum yang lebih responsif terhadap isu keberlanjutan, pengembangan sumber belajar yang kontekstual, serta peningkatan kapasitas guru dalam menerapkan pembelajaran berbasis keberlanjutan. Implikasi praktis dari hasil ini adalah perlunya kolaborasi antara pembuat kebijakan, pengembang kurikulum, sekolah, dan guru untuk memastikan bahwa ESD tidak hanya hadir sebagai konsep, tetapi juga menjadi praktik pendidikan yang mampu menghasilkan perubahan nyata dalam perilaku dan gaya hidup peserta didik yang berkelanjutan.

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi ESD dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar telah berkembang menjadi pendekatan pembelajaran yang bersifat transformatif, tidak lagi terbatas pada penyampaian konsep keberlanjutan, tetapi juga mengintegrasikan strategi pedagogis, pengalaman belajar autentik, serta pemanfaatan media yang beragam. Sintesis hasil kajian memperlihatkan bahwa pembelajaran IPA berbasis ESD mampu membangun keterkaitan antara pengetahuan ilmiah dan konteks kehidupan nyata sehingga mendorong berkembangnya kompetensi keberlanjutan yang mencakup kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, kesadaran lingkungan, serta perilaku prolingkungan. ESD memperkuat peran pembelajaran IPA sebagai sarana untuk membentuk peserta didik yang memiliki literasi sains sekaligus kapasitas untuk berkontribusi dalam menghadapi krisis lingkungan. Meskipun implementasi ESD menunjukkan potensi yang besar, keberhasilannya dipengaruhi oleh kesiapan kurikulum, kualitas sumber belajar, serta kompetensi guru dalam merancang pembelajaran yang kontekstual, partisipatif, dan berorientasi pada tindakan nyata. Oleh karena itu, pengembangan ESD di masa mendatang perlu diarahkan pada penguatan kebijakan pendidikan, inovasi pedagogi, dan peningkatan kapasitas pendidik agar pembelajaran IPA mampu menghasilkan kompetensi keberlanjutan secara lebih optimal. Temuan penelitian ini memberikan landasan konseptual bagi pengembangan pembelajaran IPA berbasis ESD sekaligus menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya dalam merancang model pembelajaran yang lebih efektif untuk mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan.

Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan atas dukungan dan fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan atas dukungan akademik yang telah diberikan sehingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- AlAli, R., Al-Barakat, A., Alrosaa, T., Alotaibi, S., Abdullatif, A., & Almughyirah, S. (2025). Science Education and Environmental Identity: An Integrative Approach to Fostering Sustainability Practices in Primary School Students. *Sustainability (Switzerland)*, 17(19). Scopus. <https://doi.org/10.3390/su17198883>
- Amalia, N. I., Mutmainnah, S. R., & Ilma Nurmisa. (2024). Implementasi Kurikulum Merdeka dan Kompetensi Abad 21 dalam Pembelajaran PGMI di Era Digital. *Shibyan: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 2(2), 95–106. <https://doi.org/10.30999/shibyan.v2i2.3821>
- Andersen, K. N. (2018). Evaluation of school tasks in the light of sustainability education: Textbook research in science education in Luxembourgish primary schools. *Environmental Education Research*, 24(9), 1301–1319. Scopus. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1384798>
- Asli, S., Safi, Z., Shehadeh-Nasser, A., Hofstein, A., & Hugerat, M. (2023). Learning Styles of A Story About Sustainability: Their Effect on The Level of Questioning of Students in Primary Education. *Journal of Baltic Science Education*, 22(6), 1011–1024. Scopus. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.1011>
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Ha, M. (with Lee, H.). (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan, Eds.; First). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Entang, E., Aria Utama, J., Liliawati, W., Sohn, J., & Wahyudi, I. (2024). Research Trends About Education for Sustainable Development (ESD) in Science Learning: A Bibliometric Analysis During 2014-2024. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(3), 1317–1328. <https://doi.org/10.23960/jpmipa/v25i3.pp1317-1328>
- Febriani Irma, M., & Gusmira, E. (2024). Tingginya Kenaikan Suhu Akibat Peningkatan Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia. *JSSIT: Jurnal Sains Dan Sains Terapan*, 2(1). <https://doi.org/10.30631/jssit.v2i1.49>
- Febriosa, S., Pratama, W. S., Mahdalena, Z., & Ikhwan, I. (2025). Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kualitas Lingkungan Hidup Dan Kehidupan Sosial Masyarakat. *MUDABBIR Journal Research and Education Studies*, 5(2), 2211–2221. <https://doi.org/10.56832/mudabbir.v5i2.1480>
- Guo, C., Huang, Y., & Chen, X. (2024). Research on Integration of the Sustainable Development Goals and Teaching Practices in a Future Teacher Science Education Course. *Sustainability (Switzerland)*, 16(12). Scopus. <https://doi.org/10.3390/su16124982>
- Haris, A., Tahir, S., Nurjaya, M., & Baharuddin, T. (2023). Analisis Bibliometrik Tentang Mitigasi Bencana dan Pembangunan Berkelanjutan: Inisiasi Kebijakan Untuk

- Indonesia. *Jurnal Pemerintahan Dan Politik*, 8(4), 314–324. <https://doi.org/10.36982/jpg.v8i4.3394>
- Harpina Harpina, Sutra Awaliyah Darfin, & Umi Nur Kholifatun. (2025). Science Literacy and Climate Change Issues in Elementary School Science Learning as a Green Education Effort. *Journal of Humanities, Social Sciences, and Education*, 1(2), 55–68. <https://doi.org/10.64690/jhuse.v1i2.34>
- Husamah, H., Suwono, H., Nur, H., & Dharmawan, A. (2022). Sustainable development research in Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(5). Scopus. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11965>
- Khoerunisa, S. (2024). Karakter Peduli Lingkungan Peserta Didik Dalam Penerapan Eco Literacy Untuk Mendukung ESD Di Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 24(1), 110–118. <https://doi.org/10.17509/jpp.v24i1.69282>
- Lestari, S., Damanik, Muhd. H., & Manurung, A. A. (2025). Konsep Dasar dan Metode Pengajaran Fisika, Biologi, Kimia, Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa dalam IPA di SD/MI. *Research and Development Journal of Education*, 11(2), 1431. <https://doi.org/10.30998/rdje.v11i2.21140>
- Maulani, D. G., Septiana, R., Tamza, F. B., & Samad, T. S. (2026). Strategi Penguatan Ketahanan Masyarakat Desa Hanura terhadap Perubahan Iklim berbasis Pendekatan Partisipatif. *Abdi: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 8(1), 315–323. <https://doi.org/10.24036/abdi.v8i1.1791>
- Miao, Q., & Nduneseokwu, C. (2024). Global Environmental Leadership: Addressing the Triple Planetary Crisis. In Q. Miao & C. Nduneseokwu, *Environmental Leadership in a VUCA Era* (pp. 37–119). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-0324-4_2
- Nopiana. (2025). Model Pembelajaran Berbasis Alam untuk Meningkatkan Ecoliterasi Anak Usia Dini. *Journal of Humanities, Social Sciences, and Education*, 1(4), 96–108. <https://doi.org/10.64690/jhuse.v1i4.209>
- Pada, A., Chanunan, S., & Rahmat, I. (2025). Fostering Environmental Awareness Through Sustainable Development Goal-Oriented Ethno-STEM Approach in Elementary Education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(3). <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i3.24420>
- Purkat, M., Devetak, I., Vošnjak, M., & Potočnik, R. (2026). From Scientific Inquiry to Visual Expression: Developing a Sustainable Worldview Through Science and Fine Art in Primary Education. *Education Sciences*, 16(1). Scopus. <https://doi.org/10.3390/educsci16010058>
- Purnamasari, S., & Nurawaliyah, S. (2023). Studi Literatur: Penilaian Kompetensi Keberlanjutan dan Hasil Belajar Education for Sustainable Development (ESD). *Jurnal Pendidikan UNIGA*, 17(1), 686. <https://doi.org/10.52434/jpu.v17i1.2553>
- Purtina, A., Zannah, F., & Syarif, A. (2024). Inovasi Pendidikan Melalui P5: Memperkuat Karakter Siswa dalam Kurikulum Merdeka. *Pedagogik: Jurnal Pendidikan*, 19(2), 147–152. <https://doi.org/10.33084/pedagogik.v19i2.7947>
- Putri, S. E., Zenien, S., & Amirullah. (2022). Penguatan Sikap Peduli Lingkungan melalui Integrasi Nilai Islam dalam Mata Pelajaran IPA Materi Keseimbangan Ekosistem

- Kelas 6 Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 12(2), 81–87. <https://doi.org/10.23887/jppii.v12i2.56560>
- Rasidi, R. (2024). Strategi pendidikan mitigasi bencana berbasis masyarakat: Memperkuat kapasitas lokal untuk menghadapi perubahan iklim di Indonesia. *Borobudur Educational Review*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.31603/bedr.11624>
- Rehman, N., Zhan, W., Khalid, M. S., Iqbal, M., & Mahmood, A. (2021). Assessing the knowledge and attitude of elementary school students towards environmental issues in Rawalpindi. *Present Environment and Sustainable Development*, 15(1), 5–21. Scopus. <https://doi.org/10.15551/pesd2021151001>
- Rosmiati, R., & Satriawan, M. (2022). Pengembangan Modul Digital Materi Kebumihan untuk Meningkatkan Literasi Iklim di Indonesia. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(2), 177–189. <https://doi.org/10.37478/optika.v6i2.2268>
- Salsabila, N. A. N., Trisnowati, E., & Juliyanto, E. (2026). Systematic Literature Review: Education for Sustainable Development (ESD) in Science Learning to Develop 21st Century Skills. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 14(1), 57–75. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v14i1.18406>
- Satriawan, M., Fanny, A., Satianingsih, R., Utari, S., Ningsih, E., Rasyiida, G., Anandha, A., & Anam, P. (2025). Design of reflective—Sustainable development education oriented project-based learning platform for elementary school students in Indonesia. *Multidisciplinary Science Journal*, 7(9). Scopus. <https://doi.org/10.31893/multiscience.2025444>
- Şeker, F., & Aydinli, B. (2023). A Trial Patch to Sustainable Development: Perspectives from Extracurricular Activities of Elementary Schools in Turkey. *Science and Education*, 32(2), 421–446. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00315-x>
- Styawan, W. E. (2024). Ancaman Perubahan Iklim di Pulau Kecil: Studi Kasus Kerentanan Ekologis Pulau Bawean. *Jurnal Ekologi, Masyarakat Dan Sains*, 5(2), 211–221. <https://doi.org/10.55448/cs8gnr31>
- UNESCO, U. (2026, February 12). *What you need to know about education for sustainable development*. <https://www.unesco.org/en/sustainable-development/education/need-know>
- Wardani, D. S., Widodo, A., & Syaodih, E. (2026). Harnessing outdoor learning in primary science education: Impact on developing technological innovations for waste management and sustainability awareness. *Frontiers in Sustainability*, 7. Scopus. <https://doi.org/10.3389/frsus.2026.1765148>
- Wolff, L.-A., Vuorenää, S., & Sjöblom, P. (2018). Chicken raising in a diverse finnish classroom: Multidimensional sustainability learning. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11). Scopus. <https://doi.org/10.3390/su10113886>
- Yulita, H., Sari, S. N., & Anggraini, W. (2026). Implementasi Kurikulum Berbasis Eco-Education untuk Menanamkan Perilaku Ramah Lingkungan pada Anak Usia 4-5 Tahun di PAUD Permata Hati Bunda Kecamatan Kota Agung Barat Kabupaten Tanggamus. *AS-SABIQUN*, 8(3), 257–277. <https://doi.org/10.36088/assabiqun.v8i3.6106>