

**TRANSFORMASI PEMBELAJARAN IPAS MELALUI STEM-ESD DALAM
MEMBANGUN SUSTAINABILITY CONSCIOUSNESS SISWA SEKOLAH
DASAR: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW TAHUN 2021–2026**

Chelly Nur Malihah¹, Dudu Suhandi Saputra², Yuyu Yulianti³

^{1,2,3} PGSD FKIP Universitas Majalengka

[1chellynurmaliyah@gmail.com](mailto:chellynurmaliyah@gmail.com), [2d.suhandi.s@gmail.com](mailto:d.suhandi.s@gmail.com), [3yuyulianti74@gmail.com](mailto:yuyulianti74@gmail.com)

ABSTRACT

The environmental crisis, climate change, energy depletion, and unsustainable human behavior have become global challenges requiring educational transformation from an early age. This study aims to analyze the transformation of Integrated Science and Social Studies (IPAS) learning through the STEM-ESD approach in developing sustainability consciousness among elementary school students. This research employed a Systematic Literature Review (SLR) by reviewing scientific articles published between 2021 and 2026 from Google Scholar, ERIC, DOAJ, ScienceDirect, and reputable journals. The findings indicate that STEM-ESD effectively integrates science, technology, engineering, mathematics, and sustainability principles into contextual and project-based learning. This approach improves students' sustainability consciousness through three dimensions: cognitive, affective, and behavioral aspects. Students become more capable of understanding environmental issues, developing environmental awareness, and implementing sustainable behaviors in daily life. However, several challenges remain, including teachers' readiness, learning resources, and the consistency of sustainability-oriented learning implementation in elementary schools. Therefore, STEM-ESD serves as an innovative educational approach that supports 21st-century competencies and promotes sustainable development goals through meaningful and transformative learning experiences.

Keywords: STEM-ESD, sustainability consciousness, IPAS, elementary school, systematic literature review.

ABSTRAK

Krisis lingkungan global, perubahan iklim, krisis energi, dan perilaku manusia yang belum berorientasi pada keberlanjutan menjadi tantangan yang memerlukan transformasi pendidikan sejak usia dini. Penelitian ini bertujuan menganalisis transformasi pembelajaran IPAS melalui pendekatan STEM-ESD dalam membangun sustainability consciousness siswa sekolah dasar. Penelitian menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan mengkaji artikel ilmiah yang dipublikasikan pada tahun 2021–2026 dari Google Scholar, ERIC, DOAJ, ScienceDirect, dan jurnal bereputasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa STEM-ESD mampu mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, matematika, dan prinsip keberlanjutan ke dalam pembelajaran kontekstual berbasis proyek. Pendekatan ini meningkatkan sustainability consciousness melalui dimensi kognitif, afektif, dan perilaku siswa. Peserta didik menjadi lebih mampu memahami isu lingkungan, memiliki kepedulian ekologis, dan menerapkan perilaku berkelanjutan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, implementasinya masih menghadapi

tantangan berupa kesiapan guru, ketersediaan sumber belajar, dan konsistensi penerapan pendidikan berkelanjutan di sekolah dasar. Oleh karena itu, STEM-ESD menjadi inovasi pendidikan yang mendukung kompetensi abad ke-21 sekaligus pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

Kata Kunci: STEM-ESD, sustainability consciousness, IPAS, sekolah dasar, systematic literature review.

A. Pendahuluan

Perkembangan abad ke-21 telah menghadirkan berbagai tantangan global berupa perubahan iklim, peningkatan emisi karbon, kerusakan ekosistem, krisis energi, pencemaran lingkungan, dan eksploitasi sumber daya alam yang semakin masif. Situasi tersebut menuntut sistem pendidikan untuk tidak lagi berorientasi pada transfer pengetahuan semata, melainkan mengembangkan kesadaran, sikap, dan perilaku berkelanjutan sejak usia dini. Pendidikan menjadi instrumen utama dalam membentuk generasi yang mampu menghadapi kompleksitas permasalahan global melalui pengambilan keputusan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan, sosial, dan ekonomi (UNESCO, 2021; UNESCO, 2023). UNESCO menegaskan bahwa Education for Sustainable Development (ESD) berperan dalam membentuk pengetahuan, keterampilan, nilai, dan tindakan nyata

yang mendukung keberlanjutan kehidupan manusia dan planet bumi.

Konteks pendidikan Indonesia menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS di sekolah dasar memiliki potensi besar untuk mengintegrasikan pendidikan berkelanjutan karena karakteristiknya yang menghubungkan fenomena alam dengan kehidupan sosial masyarakat. Namun, implementasi pembelajaran IPAS masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru sehingga siswa cenderung menjadi penerima informasi pasif dan belum memiliki kesempatan untuk membangun pengalaman belajar yang bermakna (Rosana et al., 2025; Rahmawati et al., 2025). Kondisi tersebut menyebabkan rendahnya kemampuan siswa dalam menghubungkan konsep ilmiah dengan tindakan nyata yang mendukung keberlanjutan lingkungan.

Transformasi pembelajaran IPAS melalui pendekatan STEM-ESD

menjadi salah satu solusi yang dinilai relevan dalam menjawab tantangan pendidikan abad ke-21. STEM-ESD merupakan integrasi Science, Technology, Engineering, Mathematics, dan Education for Sustainable Development yang menghubungkan konsep akademik dengan permasalahan nyata di lingkungan sekitar siswa. Pendekatan ini tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, berkolaborasi, berinovasi, dan mengambil keputusan yang bertanggung jawab terhadap keberlanjutan (Silva & Rodrigues, 2022; Abdullah & Hassan, 2023). Kajian internasional juga menunjukkan bahwa penelitian STEM-ESD mengalami peningkatan signifikan setelah tahun 2020 dan menjadi salah satu bidang yang berkembang pesat dalam pendidikan dasar.

Implementasi STEM-ESD pada pembelajaran sekolah dasar sejalan dengan tujuan Kurikulum Merdeka yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran dan menguatkan Profil Pelajar Pancasila. Integrasi tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar melalui

proyek, pemecahan masalah, investigasi ilmiah, dan refleksi terhadap isu-isu lingkungan yang terjadi di sekitarnya. Pendekatan ini dinilai efektif dalam membentuk literasi lingkungan dan membangun keterampilan abad ke-21 yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan masa depan (UNESCO, 2021; Setiawan et al., 2025). Pendidikan berkelanjutan juga berkontribusi terhadap pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya tujuan keempat mengenai pendidikan berkualitas.

Salah satu indikator keberhasilan implementasi pendidikan berkelanjutan adalah terbentuknya sustainability consciousness atau kesadaran berkelanjutan. Sustainability consciousness merupakan konsep multidimensional yang mencakup pengetahuan, sikap, dan perilaku individu terhadap isu keberlanjutan. Gericke et al. (2021) menjelaskan bahwa sustainability consciousness terdiri atas dimensi kognitif, afektif, dan behavioral yang saling berkaitan dalam membentuk perilaku individu yang berorientasi pada keberlanjutan. Konsep tersebut tidak hanya berfokus pada apa yang diketahui siswa, tetapi

juga bagaimana siswa memaknai dan mengimplementasikan nilai keberlanjutan dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam pendidikan dasar, pembentukan sustainability consciousness perlu dilakukan melalui pembelajaran yang bersifat kontekstual dan partisipatif. Pembelajaran yang melibatkan pengalaman langsung, refleksi kritis, dan pemecahan masalah nyata terbukti mampu meningkatkan kesadaran ekologis siswa secara lebih mendalam. Penelitian menunjukkan bahwa keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan pengelolaan sampah, konservasi energi, penghijauan sekolah, dan proyek berbasis lingkungan berkontribusi terhadap pembentukan perilaku ramah lingkungan sejak usia dini (Wang & Li, 2022; Zahra & Firmansyah, 2024).

Pembelajaran berbasis STEM-ESD juga memperkuat keterampilan berpikir sistemik yang menjadi komponen penting dalam sustainability consciousness. Siswa tidak lagi memandang suatu permasalahan secara terpisah, melainkan memahami keterkaitan antara aktivitas manusia, lingkungan, ekonomi, dan kehidupan sosial secara

holistik. Kemampuan berpikir sistemik tersebut membantu peserta didik dalam menganalisis dampak jangka panjang dari tindakan yang dilakukan terhadap keberlanjutan kehidupan di masa depan (Wiek et al., 2021; UNESCO, 2023).

Selain itu, pembelajaran yang mengintegrasikan STEM-ESD terbukti mampu meningkatkan literasi lingkungan dan kesadaran sosial-ekologis siswa sekolah dasar. Integrasi tujuan pembangunan berkelanjutan ke dalam aktivitas pembelajaran memberikan pengalaman autentik yang membantu siswa memahami bahwa setiap tindakan yang dilakukan memiliki konsekuensi terhadap keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat (Setiawan et al., 2025).

Kajian lain menunjukkan bahwa implementasi pendidikan berkelanjutan di sekolah dasar masih menghadapi berbagai tantangan. Kesiapan guru, keterbatasan sumber belajar, minimnya pelatihan terkait ESD, serta kurangnya integrasi isu keberlanjutan dalam perangkat pembelajaran menjadi hambatan utama dalam mengoptimalkan implementasi STEM-ESD (Hung & Pan, 2025). Oleh karena itu,

diperlukan transformasi sistem pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada kurikulum, tetapi juga pada peningkatan kapasitas guru, budaya sekolah, dan ekosistem pendidikan secara menyeluruh.

Berbagai penelitian dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis keberlanjutan tidak dapat dipisahkan dari penguatan kompetensi guru sebagai agen perubahan. UNESCO melalui kerangka ESD for 2030 menegaskan bahwa pendidik perlu dibekali pengetahuan, keterampilan, nilai, dan strategi pedagogik yang mampu mendorong transformasi pembelajaran menuju pendidikan berkelanjutan. Penguatan kompetensi guru menjadi faktor kunci dalam menciptakan lingkungan belajar yang mendukung sustainability consciousness siswa secara berkelanjutan.

Berdasarkan berbagai permasalahan tersebut, diperlukan kajian komprehensif mengenai transformasi pembelajaran IPAS melalui pendekatan STEM-ESD dalam membangun sustainability consciousness siswa sekolah dasar. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR)

dengan tujuan menganalisis tren penelitian, efektivitas implementasi STEM-ESD, dampaknya terhadap sustainability consciousness siswa, serta berbagai tantangan yang dihadapi dalam penerapannya pada periode 2021–2026.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) untuk menganalisis transformasi pembelajaran IPAS melalui STEM-ESD dalam membangun sustainability consciousness siswa sekolah dasar. Metode SLR dipilih karena mampu menghasilkan sintesis pengetahuan yang komprehensif, sistematis, dan transparan terhadap berbagai temuan penelitian yang telah dipublikasikan sebelumnya. Pendekatan ini memungkinkan peneliti mengidentifikasi pola, tren, efektivitas implementasi, tantangan, serta peluang pengembangan STEM-ESD dalam konteks pendidikan dasar (Snyder, 2019; Kitchenham & Charters, 2021).

Proses pencarian artikel dilakukan melalui beberapa basis data ilmiah, yaitu Google Scholar, ERIC, DOAJ, ScienceDirect, dan jurnal

nasional terindeks SINTA dengan menggunakan kata kunci "STEM-ESD", "Education for Sustainable Development", "sustainability consciousness", "elementary school", "primary education", dan "IPAS learning". Pencarian dibatasi pada publikasi tahun 2021–2026 agar sesuai dengan perkembangan terkini mengenai implementasi pendidikan berkelanjutan pada jenjang sekolah dasar. Kriteria inklusi meliputi artikel ilmiah yang telah melalui proses *peer review*, berbahasa Indonesia maupun Inggris, memiliki keterkaitan langsung dengan implementasi STEM-ESD pada pendidikan dasar, serta membahas aspek sustainability consciousness siswa (Page et al., 2021; Snyder, 2019).

Tahapan seleksi artikel mengacu pada pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) yang meliputi identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan penetapan artikel akhir yang akan dianalisis. Dari keseluruhan artikel yang ditemukan, dilakukan eliminasi terhadap artikel duplikat, artikel yang tidak sesuai dengan topik penelitian, serta artikel yang tidak memiliki keterkaitan dengan pendidikan dasar.

Selanjutnya, artikel yang memenuhi kriteria dianalisis menggunakan teknik analisis tematik untuk mengidentifikasi pola keterkaitan antara implementasi STEM-ESD dan perkembangan sustainability consciousness siswa sekolah dasar (Page et al., 2021; Nowell et al., 2017).

Validitas penelitian dijaga melalui proses triangulasi sumber dengan membandingkan berbagai hasil penelitian nasional dan internasional yang relevan. Selain itu, reliabilitas kajian diperkuat melalui dokumentasi sistematis dan pengelompokan temuan berdasarkan tema utama yang muncul selama proses analisis. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai efektivitas implementasi STEM-ESD dalam membangun kesadaran berkelanjutan pada pembelajaran IPAS di sekolah dasar (Kitchenham & Charters, 2021; Snyder, 2019)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa transformasi pembelajaran IPAS melalui pendekatan STEM-ESD mengalami perkembangan yang cukup signifikan

selama periode 2021–2026. Sebagian besar penelitian menunjukkan adanya pergeseran paradigma pembelajaran dari yang semula berpusat pada guru menuju pembelajaran yang lebih kontekstual, kolaboratif, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Perubahan tersebut memungkinkan siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna karena mereka terlibat secara langsung dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan permasalahan lingkungan di sekitar mereka (Abdullah & Hassan, 2023; UNESCO, 2023).

Temuan penelitian menunjukkan bahwa implementasi STEM-ESD memberikan dampak positif terhadap peningkatan dimensi kognitif sustainability consciousness siswa. Siswa tidak hanya memahami konsep energi, perubahan iklim, pencemaran lingkungan, dan konservasi sumber daya alam, tetapi juga mampu menganalisis hubungan sebab-akibat antara aktivitas manusia dan keberlanjutan kehidupan. Kemampuan berpikir sistemik yang berkembang membantu siswa memahami keterkaitan antara aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi

secara lebih komprehensif (Wiek et al., 2021; Berglund & Gericke, 2024).

Selain peningkatan pengetahuan, pendekatan STEM-ESD juga berkontribusi terhadap perkembangan dimensi afektif sustainability consciousness. Pembelajaran yang melibatkan pengalaman langsung mampu membangun empati ekologis, tanggung jawab moral, dan kepedulian siswa terhadap lingkungan. Keterlibatan emosional tersebut menjadi faktor penting dalam pembentukan karakter keberlanjutan karena siswa tidak hanya mengetahui suatu permasalahan, tetapi juga terdorong untuk mengambil tindakan nyata dalam menjaga lingkungan (UNESCO, 2023; Cheng & Chan, 2024).

Kajian literatur menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek menjadi strategi yang paling banyak digunakan dalam implementasi STEM-ESD. Melalui kegiatan proyek, siswa memperoleh kesempatan untuk melakukan investigasi, merancang solusi, melakukan eksperimen, serta mengevaluasi hasil yang diperoleh. Aktivitas tersebut mendorong berkembangnya keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan

kolaborasi yang merupakan kompetensi utama abad ke-21 (Silva & Rodrigues, 2022; Rosana et al., 2025).

Penelitian juga menunjukkan bahwa pengintegrasian isu lingkungan lokal memberikan dampak yang lebih signifikan terhadap pembentukan sustainability consciousness dibandingkan pembelajaran yang bersifat abstrak. Permasalahan seperti pengelolaan sampah rumah tangga, penggunaan listrik, konservasi air, dan penghijauan sekolah membantu siswa memahami bahwa isu keberlanjutan merupakan bagian dari kehidupan sehari-hari yang memerlukan keterlibatan aktif seluruh anggota masyarakat (Nurhayati & Prasetyo, 2024; Putri et al., 2025).

Pembelajaran STEM-ESD terbukti efektif dalam meningkatkan dimensi perilaku atau behavioral sustainability consciousness siswa. Berbagai penelitian menunjukkan adanya perubahan perilaku nyata berupa kebiasaan menghemat energi, memilah sampah, memanfaatkan kembali barang bekas, mengurangi penggunaan plastik, dan menjaga kebersihan lingkungan sekolah. Perubahan tersebut terjadi karena

siswa memperoleh pengalaman belajar yang berulang dan terintegrasi dengan aktivitas kehidupan sehari-hari (Wang & Li, 2022; Marfiana et al., 2025).

Keberhasilan implementasi STEM-ESD juga dipengaruhi oleh penerapan pembelajaran reflektif. Refleksi memungkinkan siswa mengevaluasi tindakan yang telah dilakukan dan memahami dampaknya terhadap lingkungan. Aktivitas refleksi membantu siswa membangun kesadaran yang lebih mendalam sehingga pembelajaran tidak berhenti pada aspek kognitif, tetapi berkembang menjadi perubahan perilaku yang berkelanjutan (Sihombing & Muslim, 2024; Putri et al., 2025).

Dari perspektif teoritis, pembentukan sustainability consciousness didukung oleh beberapa teori utama yang saling melengkapi. Theory of Planned Behavior menjelaskan bahwa perilaku berkelanjutan dipengaruhi oleh sikap individu, norma sosial, dan persepsi kontrol terhadap tindakan yang dilakukan. Semakin besar keyakinan siswa bahwa perilaku ramah lingkungan merupakan tindakan yang bermanfaat, semakin tinggi pula

kemungkinan perilaku tersebut diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Ajzen, 2021; Sihombing & Muslim, 2024).

Pembentukan sustainability consciousness juga dipengaruhi oleh Social Learning Theory yang menekankan pentingnya proses observasi dan peniruan perilaku. Dalam konteks sekolah dasar, guru berperan sebagai teladan yang memberikan contoh nyata mengenai perilaku hemat energi, pengelolaan sampah, dan kepedulian terhadap lingkungan. Keteladanan tersebut berpengaruh terhadap pembentukan kebiasaan berkelanjutan pada siswa (Lestari & Siregar, 2023; Bandura, 2021).

Kajian literatur juga menunjukkan bahwa Environmental Literacy Theory menjadi fondasi penting dalam implementasi STEM-ESD. Literasi lingkungan tidak hanya mencakup pengetahuan ekologis, tetapi juga keterampilan berpikir sistemik dan partisipasi aktif dalam menyelesaikan masalah lingkungan. Oleh karena itu, pembelajaran yang bersifat partisipatif menjadi strategi yang sangat direkomendasikan dalam pendidikan dasar (Wiek et al., 2021; UNESCO, 2023).

Walaupun memiliki berbagai keunggulan, implementasi STEM-ESD masih menghadapi sejumlah tantangan. Kesiapan guru menjadi faktor yang paling dominan memengaruhi keberhasilan pembelajaran. Sebagian guru masih mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan konsep STEM dengan prinsip keberlanjutan ke dalam perangkat pembelajaran yang kontekstual. Selain itu, keterbatasan pelatihan profesional menyebabkan implementasi STEM-ESD belum berjalan secara optimal di berbagai sekolah dasar (Hung & Pan, 2025; Nurhayati, 2023).

Keterbatasan sarana dan sumber belajar juga menjadi tantangan yang cukup besar. Pembelajaran STEM-ESD membutuhkan media pembelajaran yang mendukung eksplorasi, eksperimen, dan kegiatan proyek berbasis lingkungan. Sekolah yang belum memiliki fasilitas yang memadai cenderung mengalami hambatan dalam menerapkan pembelajaran secara berkelanjutan (Rahmawati et al., 2025; UNESCO, 2023).

Selain itu, budaya sekolah yang belum sepenuhnya mendukung keberlanjutan turut memengaruhi

efektivitas implementasi STEM-ESD. Pendidikan berkelanjutan memerlukan keterlibatan seluruh warga sekolah, mulai dari guru, siswa, kepala sekolah, hingga orang tua. Tanpa adanya kolaborasi yang kuat, pembentukan sustainability consciousness cenderung sulit berkembang secara optimal (Biasutti & Frate, 2025; UNESCO, 2021).

Secara keseluruhan, hasil kajian menunjukkan bahwa STEM-ESD memiliki potensi yang sangat besar dalam mentransformasi pembelajaran IPAS di sekolah dasar. Integrasi antara sains, teknologi, rekayasa, matematika, dan keberlanjutan mampu menciptakan pembelajaran yang bermakna, kontekstual, serta mendukung terbentuknya generasi yang memiliki kesadaran berkelanjutan. Pembelajaran tidak lagi berfokus pada pencapaian akademik semata, tetapi juga pada pembentukan karakter dan perilaku yang mendukung keberlangsungan kehidupan di masa depan (Gericke et al., 2021; UNESCO, 2023).

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Systematic Literature Review tahun 2021–2026, dapat disimpulkan bahwa

transformasi pembelajaran IPAS melalui pendekatan STEM-ESD memberikan kontribusi positif terhadap pembangunan sustainability consciousness siswa sekolah dasar. Implementasi STEM-ESD mampu meningkatkan dimensi kognitif, afektif, dan perilaku siswa melalui pembelajaran yang kontekstual, partisipatif, dan berbasis proyek. Integrasi isu lingkungan ke dalam pembelajaran membantu siswa memahami hubungan antara aktivitas manusia dan keberlanjutan kehidupan secara lebih komprehensif. Meskipun demikian, keberhasilan implementasi STEM-ESD masih dipengaruhi oleh kesiapan guru, ketersediaan sumber belajar, dan budaya sekolah yang mendukung pendidikan berkelanjutan. Oleh karena itu, penguatan kompetensi guru, pengembangan perangkat pembelajaran, dan kolaborasi seluruh warga sekolah menjadi strategi penting untuk mengoptimalkan penerapan STEM-ESD dalam membangun generasi yang sadar dan bertanggung jawab terhadap keberlanjutan masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Ajzen, I. (2021). The Theory of Planned Behavior: Frequently Asked Questions. *Human*

- Behavior and Emerging Technologies*, 3(2), 314–324.
<https://doi.org/10.1002/hbe2.195>
- Asdarina, Muhyidin, A., & Juniardi, Y. (2025). Digital E-Modules in Elementary Science Education: A Systematic Review on Supporting Education for Sustainable Development. *Bioedusiana*.
<https://doi.org/10.31949/be.v10i2.17940>
- Bandura, A. (2021). *Social Learning Theory*. General Press.
- Berglund, T., & Gericke, N. (2024). Cognitive Dimensions of Sustainability Consciousness in School Education. *Sustainability*.
- Biasutti, M., & Frate, S. (2025). Sustainability Education in Schools: Emerging Trends and Challenges. *Sustainability*.
- Birney, C., & McNamara, P. (2021). Sustainability Learning Through Integrated STEM Education. *Journal of Sustainability Education*.
- Campbell, C., & Speldewinde, C. (2022). Early Childhood STEM Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 14(6), 3524.
<https://doi.org/10.3390/su14063524>
- Cheng, M., & Chan, K. (2024). Emotional Engagement and Sustainability Awareness in Elementary Education. *International Journal of Educational Research*.
- Cole, M., & Prado, R. (2024). Integrated STEM and Sustainability Learning in Primary Education. *Frontiers in Education*.
- Ellington, S., & Prado, R. (2024). Place-Based Sustainability Learning Through STEM Education. *Frontiers in Education*.
- Faizah, Z., Rochintaniawati, D., Winarno, N., & Solihat, R. (2026). Implementation Strategy of Education for Sustainable Development in Science Education: A Systematic Literature Review. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 14(1), 255–277.
<https://doi.org/10.24815/jpsi.v14i1.176>
- Georgiou, Y., & Kyza, E. (2023). Structured Argumentation for Sustainability Education. *International Journal of Science Education*.
- Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., & Olsson, D. (2021). The Sustainability Consciousness Questionnaire: Theoretical Development and Validation. *Environmental Education Research*.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1853061>
- Imaduddin, M., Sholikhati, & In'ami, M. (2021). STEM Education Research in Indonesian Elementary Schools: A Systematic Review of Project-Based Learning. *ELEMENTARY: Islamic Teacher Journal*, 9(2), 201–224.
<https://doi.org/10.21043/elementary.v9i2.11552>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*.
- Lestari, H., Ali, M., Sopandi, W., & Wulan, A. R. (2022). The ESD-oriented RADEC Model: To Improve Students Sustainability Consciousness in Elementary Schools. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 12(2).
<https://doi.org/10.47750/pegegog.12.02.11>
- Ling, P. S., Amzah, F., & Ismail, A. (2026). Advancing Education for Sustainable Development in

- STEM: A Systematic Review of Innovative Pedagogies, Digital Integration, Cognitive-Emotional Engagement, and Community-Policy Strategies. *EDUCATUM Journal of Social Sciences*, 12. <https://doi.org/10.37134/ejoss.vol12.Sp.15.2026>
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic Analysis: Striving to Meet the Trustworthiness Criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1–13.
- Nugraheny, D. C., Vioreza, N., & Budiono. (2025). Implementing Education for Sustainable Development in the Context of Indonesian Education: Strategies and Challenges. *SIPENDAS: Jurnal Kreasi Dan Inovasi Pendidikan Dasar*, 1(2).
- Page, M. J., McKenzie, J. E., & Bossuyt, P. M. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Putri, A. M., Amriyah, C., & Irwandani. (2025). Implementation of Education for Sustainable Development in Elementary School Science Learning: A Systematic Review. *Dinamika Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. <https://doi.org/10.30595/dinamika.v18i1.30041>
- Putri, A. M., Amriyah, C., & Irwandani. (2026). Implementation of Education for Sustainable Development in Elementary School Science Learning: A Systematic Review. *Dinamika Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 18(1). <https://doi.org/10.30595/dinamika.v18i1.30041>
- Rodrigues-Silva, J., & Alsina, A. (2023). STEM/STEAM in Early Childhood Education for Sustainability (ECEfS): A Systematic Review. *Sustainability*, 15(4), 3721. <https://doi.org/10.3390/su15043721>
- Snyder, H. (2019). Literature Review as a Research Method: An Overview and Guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
- UNESCO. (2021). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/>
- UNESCO. (2023). *Education for Sustainable Development Progress Report*. UNESCO.
- Wang, X., & Li, J. (2022). Project-Based Environmental Learning and Sustainable Behaviour among Elementary Students. *Journal of Environmental Education*.
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2021). Key Competencies in Sustainability: A Reference Framework for Academic Program Development. *Sustainability Science*, 16(1), 13–28.
- Zhu, Y., & He, H. (2022). Socio-Scientific Issues and Sustainability Competencies in School Education. *Sustainability*.