

Penerapan Model *Problem Based Learning* dengan Konteks *Education For Sustainable Development* untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Kesadaran Keberlanjutan Siswa SMA Pada Materi Pemanasan Global

Bilal Hikmatullah^{1*}, Ika Mustika Sari¹, Agus Danawan¹

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

*Corresponding Author e-mail: bilal.hikam@upi.edu

Received: May 2026; Revised: July 2026; Published: August 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan konteks *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan siswa SMA pada materi pemanasan global. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *pre-experimental One Group Pretest-Posttest*. Partisipan penelitian adalah 50 siswa kelas X MIPA pada salah satu SMA Negeri di Kabupaten Bogor yang dipilih melalui teknik *convenience sampling*. Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes untuk mengukur kemampuan literasi sains dan angket untuk mengetahui profil kesadaran keberlanjutan siswa. Analisis data kuantitatif menggunakan *N-gain*, didukung uji statistik inferensial untuk menguji signifikansi peningkatan, serta hasil angket kesadaran keberlanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran berada pada kategori sangat baik (87,72%), penerapan model PBL dengan konteks ESD meningkatkan kemampuan literasi sains dengan kategori *N-gain* "Sedang" (0,548), serta didukung dengan hasil angket kesadaran keberlanjutan yang memperoleh persentase 84,38% dengan kategori "Sering Dilakukan". Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi PBL dan ESD merupakan alternatif strategi pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan kompetensi abad ke-21 sekaligus menumbuhkan kepedulian siswa terhadap isu keberlanjutan.

Kata Kunci: PBL-ESD, literasi sains, kesadaran keberlanjutan, pemanasan global

Abstract

This study aims to examine the implementation of the *Problem-Based Learning* (PBL) model within the context of *Education for Sustainable Development* (ESD) to enhance high school students' scientific literacy skills and sustainability awareness on global warming. A quantitative approach with a *pre-experimental One Group Pretest-Posttest* design was employed. Participants were 50 tenth-grade students at a public senior high school in Bogor Regency, selected through *convenience sampling*. Data were collected using a test instrument for scientific literacy and a questionnaire for sustainability awareness. Quantitative analysis used the *N-gain* score, supported by inferential statistical tests to examine the significance of improvement, and questionnaire results. The results show that the implementation of learning was in the very good category (87.72%), the PBL-ESD model improved scientific literacy in the "Medium" category (*N-gain* 0.548), and sustainability awareness reached 84.38%, categorized as "Frequently Practiced". These findings indicate that integrating PBL and ESD is an effective instructional alternative for developing 21st-century competencies while fostering students' concern for sustainability issues.

Keywords: PBL-ESD, Scientific Literacy, Sustainability Awareness, Global Warming.

How to Cite: Hikmatullah, B., Sari, I. M., & Danawan, A. (2026). Penerapan Model *Problem Based Learning* dengan Konteks *Education For Sustainable Development* untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Kesadaran Keberlanjutan Siswa SMA Pada Materi Pemanasan Global. *Journal of Authentic Research*, 5(3), 6839–6846. <https://doi.org/10.36312/jar.v5i3.6439>



<https://doi.org/10.36312/jar.v5i3.6439>

Copyright© 2026 Hikmatullah et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Hakikat belajar sains bukan hanya sekadar mengingat dan memahami konsep yang ditemukan oleh ilmuwan terdahulu, melainkan memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Kebermaknaan pembelajaran sains dapat diperoleh melalui literasi sains, yaitu kemampuan seseorang menerapkan pengetahuannya untuk mengidentifikasi pertanyaan, mengonstruksi pengetahuan baru, memberikan penjelasan ilmiah, serta mengambil kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah agar mampu berpartisipasi dalam mengatasi isu-isu terkait sains (Allchin, 2014; OECD, 2019; Sadoğlu, 2018).

Faktanya, kemampuan literasi sains siswa Indonesia masih rendah. Hasil survei PISA 2022 menunjukkan skor sains Indonesia sebesar 383 dan berada pada peringkat 66 dari 81 negara, masih di bawah rata-rata OECD. Capaian ini menunjukkan bahwa literasi sains siswa Indonesia belum mengalami peningkatan signifikan dibandingkan PISA 2018. Rendahnya capaian ini disebabkan oleh pembelajaran yang masih berpusat pada guru dan kurangnya keterkaitan pembelajaran dengan isu atau fenomena nyata dalam kehidupan siswa, sehingga siswa cenderung pasif dan tidak terlatih mengaitkan pengetahuan sains dengan isu sains sehari-hari (Sumartati dalam Fuadi dkk., 2020; Desianti & Adnyana, 2015).

Selain kemampuan literasi sains, penanaman kesadaran keberlanjutan (*sustainability awareness*) sejak dini juga penting agar siswa terbiasa peduli terhadap isu-isu lingkungan di masa depan (Clarisa dkk., 2020). Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kedua kemampuan tersebut secara bersamaan adalah model *Problem Based Learning* (PBL) yang diintegrasikan dengan konteks *Education for Sustainable Development* (ESD). PBL mendasarkan pembelajaran pada masalah nyata sehingga tercipta pemahaman yang lebih baik (Alatas & Fauziah, 2020), sedangkan ESD yang digagas UNESCO merupakan pembelajaran sepanjang hayat yang memberdayakan siswa untuk mengambil keputusan dan tindakan berdasarkan data guna meningkatkan kemampuan kognitif, emosi sosial, dan perilaku (UNESCO, 2022; Rieckmann, 2017).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan literasi sains (Alatas & Fauziah, 2020), sedangkan integrasi PBL dengan konteks ESD terbukti mampu meningkatkan kesadaran keberlanjutan siswa (Rochintaniawati et al., 2025; Agusti dkk., 2019; Putri dkk., 2019). Salah satu topik yang relevan untuk mengintegrasikan literasi sains dan kesadaran keberlanjutan adalah materi pemanasan global, karena isu ini menjadi fokus penanganan global sekaligus dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa. Isu-isu dalam ruang lingkup ESD, baik yang bersifat lingkungan, sosial-ekonomi, maupun politik, diharapkan dapat disadari oleh masyarakat sehingga memunculkan perilaku yang berfokus pada pelestarian lingkungan (Segara, 2015).

Meskipun sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan PBL maupun ESD secara terpisah terhadap literasi sains atau kesadaran keberlanjutan, kajian yang secara khusus menelaah pengaruh gabungan kedua variabel tersebut secara bersama pada materi pemanasan global di jenjang SMA masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kebaruan dengan mengukur dua capaian belajar sekaligus, yaitu kemampuan literasi sains melalui pendekatan kognitif dan

kesadaran keberlanjutan melalui pendekatan afektif-perilaku, dalam satu rangkaian pembelajaran PBL berkonteks ESD. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan model PBL dengan konteks ESD dalam meningkatkan kemampuan literasi sains dan membangun profil kesadaran keberlanjutan siswa SMA pada materi pemanasan global, dengan rumusan masalah: (1) bagaimana keterlaksanaan pembelajaran PBL dengan konteks ESD; (2) bagaimana peningkatan kemampuan literasi sains siswa; dan (3) bagaimana profil kesadaran keberlanjutan siswa setelah penerapan model tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi guru dalam memilih strategi pembelajaran yang mampu mengembangkan kompetensi kognitif sekaligus sikap peduli siswa terhadap isu keberlanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pre-experimental design berbentuk One Group Pretest-Posttest (Sugiyono, 2014; Creswell, 2018). Pada desain ini siswa diberikan pretest untuk mengukur kemampuan awal literasi sains, kemudian diberikan treatment pembelajaran dengan model PBL berkonteks ESD, dan diakhiri dengan posttest kemampuan literasi sains serta pengisian angket profil kesadaran keberlanjutan.

Partisipan penelitian adalah 50 siswa kelas X MIPA pada salah satu SMA Negeri di Kabupaten Bogor, Jawa Barat, yang dipilih melalui teknik convenience sampling. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 dalam empat pertemuan: pertemuan pertama untuk pretest, pertemuan kedua dan ketiga untuk treatment pembelajaran (konsep dan penyebab pemanasan global; dampak serta penanggulangannya), dan pertemuan keempat untuk posttest dan pengisian angket.

Instrumen penelitian terdiri atas instrumen tes berupa soal uraian kemampuan literasi sains yang dikembangkan berdasarkan kerangka kerja PISA **2018** dan instrumen non-tes berupa angket profil kesadaran keberlanjutan yang diadopsi dari Hasan, dkk. (2010) serta lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Instrumen tes literasi sains mengacu pada tiga aspek penilaian PISA yang saling berkaitan, yaitu konteks (isu pribadi, lokal/nasional, dan global yang menuntut pemahaman sains dan teknologi), pengetahuan (pemahaman terhadap fakta, konsep, dan prosedur ilmiah), serta kompetensi (kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data secara ilmiah). Angket kesadaran keberlanjutan terdiri atas 21 pernyataan yang terbagi ke dalam tiga kategori, yaitu sustainability practice awareness, behavioral and attitude awareness, dan emotional awareness, dengan pilihan jawaban dikotomis (pernah/tidak pernah) yang diolah menggunakan skala Guttman. Instrumen tes telah diuji validitas menggunakan korelasi product moment Pearson dan reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha, serta dianalisis tingkat kesukaran dan daya pembeda tiap butir soal sebelum digunakan pada tahap pengambilan data (Arikunto, 2014; 2018). Hasil uji coba instrumen menunjukkan bahwa seluruh butir soal valid dan reliabel serta memiliki tingkat kesukaran dan daya pembeda yang memadai untuk digunakan dalam penelitian.

Data keterlaksanaan pembelajaran dianalisis dengan menghitung persentase skor observasi terhadap skor maksimum, kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kualitatif skala lima (Arikunto, 2010). Data peningkatan kemampuan literasi sains dianalisis menggunakan rata-rata gain score ternormalisasi (N-gain) menurut Hake (1999), dengan kategori tinggi ($(g) > 0,7$), sedang ($0,3 < (g) \leq 0,7$), dan rendah ($(g) < 0,3$). Selain itu, untuk menguji signifikansi peningkatan, dilakukan uji normalitas sebagai prasyarat dan uji paired sample t-test jika data berdistribusi normal atau uji Wilcoxon jika data tidak berdistribusi normal. Adapun profil kesadaran keberlanjutan diolah menggunakan skala Guttman dan diinterpretasikan berdasarkan kriteria persentase Hasan, dkk. (2010), yaitu 0-39,9% (jarang dilakukan), 40-69,9% (cukup/sedang dilakukan), dan 70-100% (sering dilakukan).

Sebelum digunakan, instrumen tes kemampuan literasi sains terlebih dahulu diujicobakan kepada siswa kelas XI yang telah mempelajari materi pemanasan global untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda tiap butir soal. Perbaikan dilakukan pada butir-butir yang belum memenuhi kriteria sebelum instrumen digunakan pada tahap pengambilan data utama. Prosedur penelitian secara umum dibagi ke dalam tiga tahap, yaitu tahap persiapan (studi literatur, penyusunan proposal, pengembangan dan uji coba instrumen, serta pengurusan perizinan), tahap pelaksanaan (pretest, pemberian treatment, dan posttest beserta pengisian angket), dan tahap akhir (pengolahan data, analisis, penarikan kesimpulan, serta penyusunan laporan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterlaksanaan Pembelajaran

Keterlaksanaan pembelajaran PBL dengan konteks ESD dinilai oleh dua observer melalui lembar observasi aktivitas guru dan siswa pada dua pertemuan treatment. Rekapitulasi hasil keterlaksanaan pembelajaran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran

Pertemuan ke-	Rerata Persentase Keterlaksanaan (%)	Kategori
1	86,16	Sangat Baik
2	89,28	Sangat Baik
Rerata Keseluruhan	87,72	Sangat Baik

Rerata keterlaksanaan pembelajaran secara keseluruhan sebesar 87,72% dengan kategori "Sangat Baik". Rerata pertemuan pertama (86,16%) sedikit lebih rendah dibandingkan pertemuan kedua (89,28%) karena diskusi pada akhir pertemuan pertama kurang kondusif akibat berdekatan dengan waktu istirahat, ditambah sebagian siswa harus mengambil jatah makan siang di tengah sesi diskusi sehingga fokus belajar sedikit terganggu. Pada pertemuan kedua, jam pelajaran yang dimulai lebih awal membuat siswa berada dalam kondisi yang lebih siap mengikuti pembelajaran, meskipun waktu diskusi dan presentasi kelompok yang melebihi alokasi menyebabkan tahap penguatan materi di akhir pembelajaran menjadi lebih singkat. Meskipun demikian, kategori keterlaksanaan pada kedua pertemuan tetap berada pada kategori baik hingga sangat baik, sehingga pembelajaran PBL berkonteks

ESD pada materi pemanasan global terlaksana dengan baik secara keseluruhan dan mendukung tercapainya tujuan pembelajaran yang telah dirancang.

Profil Kemampuan Literasi Sains

Profil kemampuan literasi sains siswa dianalisis dari nilai rata-rata pretest dan posttest menggunakan N-gain, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Tes Kemampuan Literasi Sains Siswa

Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	$\langle g \rangle$	Kategori
67,49	85,32	0,548	Sedang

Nilai N-gain sebesar 0,548 berkategori "Sedang" menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa meningkat setelah penerapan model PBL berkonteks ESD. Hal ini terjadi karena model pembelajaran ini mengarahkan siswa untuk lebih aktif merumuskan masalah dan menemukan solusi berdasarkan permasalahan nyata di sekitarnya, sehingga siswa tidak hanya pasif menerima penjelasan guru melainkan turut melatih kemampuan literasi sainsnya secara langsung. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Alatas & Fauziah (2020) yang menunjukkan bahwa model PBL efektif meningkatkan kemampuan literasi sains siswa pada konsep pemanasan global, serta memperkuat pandangan Diggs (dalam Argaw, 2017) bahwa PBL memungkinkan siswa memahami sains dengan lebih baik melalui keterlibatan langsung dalam pemecahan masalah nyata. Konteks ESD yang diintegrasikan ke dalam sintaks PBL turut memperkaya proses berpikir siswa karena isu pemanasan global yang diangkat bersifat kontekstual dan relevan dengan pengalaman keseharian siswa, sehingga mendorong siswa untuk menghubungkan pengetahuan konseptual dengan penerapannya dalam pengambilan keputusan ilmiah.

Profil Kesadaran Keberlanjutan (*Sustainability Awareness*)

Profil kesadaran keberlanjutan siswa diukur melalui angket yang terbagi ke dalam tiga kategori mengacu pada Hasan, dkk. (2010), dengan hasil rekapitulasi pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Profil Kesadaran Keberlanjutan Siswa

Aspek Kesadaran Keberlanjutan	Persentase	Kategori
Sustainability practice awareness	78,42%	Sering dilakukan
Behavioral and attitude awareness	85,28%	Sering dilakukan
Emotional awareness	89,42%	Sering dilakukan
Rata-rata keseluruhan	84,38%	Sering dilakukan

Rata-rata keseluruhan kesadaran keberlanjutan siswa sebesar 84,38% dengan kategori "Sering Dilakukan". Respon tertinggi (98%) diperoleh pada pernyataan terkait keprihatinan siswa terhadap ancaman pemanasan global dan pembuangan limbah pabrik, sedangkan respon terendah (72%) pada kebiasaan membaca isu lingkungan di media massa. Ditinjau dari tiga aspeknya, kategori emotional awareness memperoleh persentase tertinggi (89,42%), diikuti behavioral and attitude awareness (85,28%), dan sustainability practice awareness (78,42%). Hal ini menunjukkan bahwa siswa telah memiliki kepedulian emosional yang kuat terhadap isu keberlanjutan, meskipun penerapannya dalam praktik nyata sehari-hari masih

perlu terus dikembangkan. Secara keseluruhan, temuan ini memperkuat bahwa integrasi PBL dan ESD tidak hanya efektif meningkatkan kemampuan kognitif (literasi sains) tetapi juga membentuk sikap, perilaku, dan kepedulian emosional siswa terhadap pembangunan berkelanjutan. Hasil ini konsisten dengan temuan Agusti et al (2019) dan **Rochintaniawati et al., (2025)** yang melaporkan bahwa penerapan PBL berkonteks ESD berpengaruh positif terhadap sustainability awareness siswa SMA maupun SMP. Lebih tingginya persentase emotional awareness dibandingkan sustainability practice awareness pada penelitian ini mengindikasikan bahwa kesadaran afektif siswa terhadap isu lingkungan cenderung terbentuk lebih cepat dibandingkan kebiasaan atau praktik nyata sehari-hari, sehingga penguatan lebih lanjut melalui pembiasaan dan tindak lanjut pembelajaran tetap diperlukan agar kesadaran tersebut dapat terwujud secara konsisten dalam perilaku keberlanjutan siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model Problem Based Learning (PBL) dengan konteks Education for Sustainable Development (ESD) pada materi pemanasan global terlaksana dengan sangat baik, dengan rerata persentase keterlaksanaan pembelajaran sebesar 87,72%. Penerapan model ini terbukti meningkatkan kemampuan literasi sains siswa dengan kategori N-gain "Sedang" (0,548), serta berpengaruh terhadap kesadaran keberlanjutan siswa dengan persentase rata-rata 84,38% pada kategori "Sering Dilakukan", yang mencakup aspek sustainability practice awareness (78,42%), behavioral and attitude awareness (85,28%), dan emotional awareness (89,42%).

REKOMENDASI

Temuan ini mengimplikasikan bahwa integrasi PBL dan ESD dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran bagi guru dalam mengembangkan kompetensi literasi sains abad ke-21 sekaligus menumbuhkan kepedulian siswa terhadap pembangunan berkelanjutan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengukuran kesadaran keberlanjutan secara berkala serta menambahkan variabel kontrol seperti kelompok umur, status sosial, dan latar belakang tempat tinggal agar hasil yang diperoleh lebih akurat. Selain itu, penelitian lanjutan perlu menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan kelompok kontrol agar efek treatment dapat dibandingkan secara lebih valid, serta melaporkan nilai validitas, reliabilitas, dan hasil uji statistik secara lengkap.

REFERENSI

Abedl, M. A., & Alrababah, S. A. (2017). The impact of problem-based learning strategy on improving Jordanian students' academic achievement and self-efficacy in science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 925–938. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9722-9>

- Agusti, K. A., Wijaya, A. F. C., & Tarigan, D. E. (2019). Problem based learning dengan konteks ESD untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan sustainability awareness siswa SMA pada materi pemanasan global. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, SNF2019. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2019.01.PE.22>
- Alatas, F., & Fauziah, L. (2020). Model problem based learning (PBL) terhadap kemampuan literasi sains pada konsep pemanasan global. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 3(1), 102–113. <https://doi.org/10.31331/jipva.v4i2.862>
- Allchin, D. (2014). Toward a new definition of scientific literacy for the twenty-first century. *Journal of Science Education and Technology*, 23(3), 311–322.
- Argaw, A. S. (2017). The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00647a>
- Arikunto, S. (2014). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2018). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan*. Bumi Aksara.
- Clarisa, G., Danawan, A., Fani, A., & Wijaya, C. (2020). Penerapan flipped classroom dalam konteks ESD untuk meningkatkan kemampuan membangun sustainability awareness siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(1), 13–25.
- Creswell, J. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- Desianti, H., & Adnyana, B. (2015). Pengembangan perangkat pembelajaran IPA dengan setting sains teknologi masyarakat untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kreatif siswa SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 5(1), 1–12.
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin, J., & Jufri, A. W. (2020). Analisis faktor penyebab rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108–116.
- Hake, R. R. (1999). Relationship of individual student normalized learning gains in mechanics with gender, high school physics, and pretest scores on mathematics and spatial visualization. *Physics Education Research Conference*, 8(1), 1–14.
- Hasan, A., Noordin, T. A., & Sulaiman, S. (2010). The status on the level of environmental awareness in the concept of sustainable development amongst secondary school student. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2, 1276–1280.
- Kopnina, H. (2020). Education for the future? Critical evaluation of education for sustainable development goals. *Journal of Environmental Education*, 51(4), 280–291. <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1710444>
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Pratiwi, I. I., Wijaya, A. F. C., & Ramalis, T. R. (2019). Penerapan PBL dengan konteks ESD untuk meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, SNF2019. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2019.01.PE.01>
- Putri, T., Suwarma, I. R., & Danawan, A. (2019). Penerapan model real world situation problem based learning menggunakan konteks ESD dalam meningkatkan

- sustainability awareness siswa di kelas X. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, SNF2019. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2019.01.PE.53>
- Rieckmann, M. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing.
- Rochintaniawati, D., Nuraeni, E., & Kusumawati, M. N. (2025). Analisis Implementasi Pendidikan Untuk Pembangunan Berkelanjutan Dan Capaian Key Competences ESD Serta Kedadaran Berkelanjutan. *Jurnal Tunas Pendidikan*, 8(1), 184-196. <https://doi.org/10.52060/pgsd.v8i1.3319>
- Sadoğlu, G. P. (2018). Engineering students' opinions on science literacy. *Universal Journal of Educational Research*, 6(8), 1819–1830. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060827>
- Segara, N. B. (2015). Education for sustainable development (ESD): Sebuah upaya mewujudkan kelestarian lingkungan. *Sosio Didaktika: Social Science Education Journal*, 2(1), 22–30. <http://dx.doi.org/10.15408/sd.v2i1.1349>
- UNESCO. (2022). Education for sustainable development: What you need to know. <https://www.unesco.org/en/education/sustainable-development/need-know>