



Implementasi *problem-based learning* berbasis *education for sustainable development* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik

Veronica Christiani Gurning ^{a,1}, Ganda Hijrah Selaras ^{a,2*}

^a, Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Padang, Padang, Sumatera Barat, 25171, Indonesia

¹ veronicacg2512@gmail.com; ² gandaselaras@fmipa.unp.ac.id*

*Corresponding author

INFORMASI ARTIKEL

Lini Masa Artikel	Keywords
Draft diterima : 2024-06-20	<i>Critical thinking;</i>
Revisi diterima : 2024-11-25	<i>Education for Sustainable Development;</i>
Diterbitkan : 2025-04-24	<i>Problem Based Learning;</i>
ABSTRAK	ABSTRACT
<p>Pembelajaran merupakan komponen penting dalam proses pendidikan, sehingga diperlukan model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Salah satu cara yang paling efektif adalah dengan menerapkan model pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> berbasis <i>Education for Sustainable Development</i> yang sesuai dengan kompetensi di era abad 21. Pendekatan <i>Education for Sustainable Development</i> sangat penting untuk memahami perubahan lingkungan hidup dari sudut pandang pengembangan karakter peserta didik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji literatur terkait model <i>Problem Based Learning</i> berbasis <i>Education for Sustainable Development</i> dalam membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Metode yang digunakan adalah studi literatur terhadap 20 artikel dari database ilmiah seperti Scimago dan jurnal yang terindeks Sinta dengan rentang 5 tahun terakhir. Sampel yang digunakan adalah 5 artikel. Berdasarkan hasil analisis, model <i>Problem Based Learning</i> berbasis ESD memiliki pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.</p>	<p>Learning plays a crucial role in the educational process; therefore, educators need to apply learning models that can improve students' critical thinking skills.. One of the most effective approaches is to use a Problem-Based Learning model centered on education for Sustainable Development, which aligns with 21st-century competencies. The Education for Sustainable Development approach is critical to understanding environmental changes from the perspective of developing students' character. This research aims to review the literature on the Problem-Based Learning model centered on Education for Sustainable Development in improving students' critical thinking capacities. The methodology was a literature review of 20 papers from the last five years found in scientific databases like Sinta and Scimago. There were five articles in the sampling. Based on the analysis, the ESD-based Problem-Based Learning model positively influences students' critical thinking skills.</p>

Cara Sitasi Artikel Ini (APA Style):

Gurning, V. C. & Selaras, G. H. (2025). Implementasi *problem-based learning* berbasis *education for sustainable development* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Bio-Pedagogi*. 14(1), 27-35. <https://dx.doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v14i1.88657>.

Artikel ini dapat diakses secara bebas dengan lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



PENDAHULUAN

Pendidikan penting dalam kehidupan suatu bangsa ([Suryawati dkk, 2020](#)). Menurut [Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional](#), pendidikan adalah usaha sadar untuk menyiapkan peserta didik melalui kegiatan bimbingan, pengajaran, dan/atau latihan bagi peranannya di masa yang akan datang (Setiawan, 2023). Pendidikan harus dapat menyiapkan warga negara agar dapat menghadapi masa idealnya ([Duda dkk, 2019](#)). Secara ideal, pendidikan harus mampu menciptakan individu yang lebih kemanusiaan, berdaya guna dan mempunyai pengaruh di masyarakatnya serta dapat bertanggung jawab atas hidupnya sendiri dan orang lain, yang tentunya dilengkapi dengan watak yang luhur dan berkeahlian. Sehingga peningkatan mutu pendidikan sangat dibutuhkan untuk mencapai hal tersebut ([Masdi dkk, 2022](#)).

Dalam dunia pendidikan, Indonesia masih tertinggal dibandingkan dengan negara-negara lain di dunia, khususnya di ASEAN ([Nasution dkk, 2019](#)). Berdasarkan hasil studi PISA (*Program for International Student Assessment*), Indonesia menempati posisi ke-62 dari 70 negara dalam hal literasi. Pendidikan yang berkualitas rendah sering dikaitkan dengan proses pembelajaran yang kurang kreatif dalam melibatkan peserta didik secara aktif ([Suradika dkk, 2023](#)). Berdasarkan pengamatan dan analisis studi literatur, masih ada guru yang kurang tepat dalam memilih metode pembelajaran. Guru masih terpaku pada satu metode pembelajaran tanpa adanya variasi, ini akan membuat peserta didik yang biasanya aktif dalam pembelajaran menjadi cepat bosan sehingga akan berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik ([Karmila, 2021](#)). Pembelajaran yang berpusat pada guru lebih menekankan pada kemampuan menghafal teori sehingga peserta didik tidak memiliki kemampuan untuk mengaplikasikan pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari ([Son, 2023](#)). Dalam mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan paradigma pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan memberikan mereka kesempatan untuk memecahkan masalah dunia nyata, dan mempersiapkan pendidikan yang dapat mendukung pembangunan berkelanjutan yang mencakup wawasan ([Jirout, 2020](#)). Pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* berbasis *Education for Sustainable Development* adalah metode yang menarik untuk mencapai tujuan ini ([Guerra, 2017](#)).

Problem Based Learning (PBL) adalah metodologi pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk bertanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri dan untuk mengembangkan seperangkat keterampilan generik dan atribut, serta pengetahuan konten yang relevan ([Mayer dkk, 2023](#)). *Problem Based Learning* adalah pembelajaran yang memberikan permasalahan kepada peserta didik dan peserta didik dituntut dapat menyelesaikan dan memberikan solusi atas permasalahan tersebut ([Hadi & Rahmantika, 2016](#)). *Problem Based Learning* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menyisipkan target kompetensi ESD. Metode *Problem Based Learning* dapat dianggap sebagai salah satu proses yang menantang peserta didik untuk bekerja dalam kelompok dan dituntut untuk memecahkan masalah ([Pertiwi dkk, 2020](#)).

Model PBL mengutamakan tugas pendidik untuk memfokuskan diri untuk membantu peserta didik mencapai keterampilan ([Ekantini, 2018](#)). Pendidik dalam mendemonstrasikan pembelajaran berperan sebagai penyaji masalah, penanya, mengadakan pertukaran, membantu menemukan masalah, dan pemberi fasilitas pembelajaran ([Wijnia dkk, 2024](#)). Penerapan model *Problem Based Learning* juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik ([Ekselsa dkk, 2023](#)). Berdasarkan analisis kompetensi berpikir kritis pada peserta didik, ESD menjadi salah satu cara untuk meningkatkan kompetensi berpikir kritis dan meningkatkan kesadaran berkelanjutan ([Ida dkk, 2021](#)). Selain itu, dapat memperkenalkan kepada peserta didik terkait ESD di Indonesia serta isu-isu global dalam bidang pendidikan ([Clarisa dkk, 2020](#)).

Berpikir kritis adalah kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan mensintesis informasi dengan cara yang logis dan sistematis ([Fitriyyah & Wulandari, 2019](#)). Adapun indikator kompetensi berpikir kritis yaitu; 1) 4 kompetensi peserta didik dalam mengajukan pertanyaan atau

mempertanyakan norma, praktek, serta opini yang diterima; 2) pertanyaan yang sudah diajukan membangun persepsi, nilai, serta tindakan sendiri; dan 3) mengambil posisi dalam wacana keberlanjutan. Namun, untuk membekalkan kompetensi berpikir kritis perlu diterapkan dengan media yang sesuai sehingga menciptakan pembelajaran yang efektif pada peserta didik.

Pendidikan menjadi salah satu upaya yang dapat dijadikan capaian dari *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang telah dikemukakan oleh *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Allison & Goldston, 2018). SDGs ini disepakati oleh berbagai negara termasuk Negara Indonesia di dalamnya yang dapat menyelesaikan kemiskinan, meminimalisir kesenjangan, dan menjaga keutuhan lingkungan (Susanti, 2019). SDGs berisi 17 tujuan untuk pencapaian pembangunan global di tahun 2030 (UNESCO, 2018). Salah satu bagian dari SDGs dalam bidang pendidikan adalah *Education for Sustainable Development* (ESD) yang dirancang untuk mempersiapkan pendidikan yang dapat mendukung pembangunan global dari sumber daya manusia. ESD membutuhkan keterampilan yang lebih maju dibandingkan keterampilan dasar seperti membaca, menulis, dan berhitung. Kompetensi yang dideklarasikan ESD meningkatkan kreativitas, pencarian solusi, dan keterampilan perilaku peserta didik (Hoerunnisa, 2024). Kompetensi ini merupakan kompetensi penting bagi ESD. Sebab tanpa kompetensi tersebut, peserta didik tidak dapat mencapai ranah keberlanjutan. Salah satu bidang keberlanjutan adalah berpikir kritis (Mardiah et al., 2021).

Dalam mendukung pembangunan berkelanjutan (ESD), salah satunya ditunjukkan dengan menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis ESD (Machado & Davim, 2023). *Education for Sustainable Development* (ESD) adalah suatu proses pembelajaran berdasarkan tujuan dan prinsip-prinsip yang mendasari keberlanjutan dan berkaitan dengan semua tingkat dan jenis pendidikan (Safrina, 2018). ESD mempunyai 3 perspektif yang menjadi pilar utama yakni sosial budaya, lingkungan dan ekonomi (UNESCO, 2020). Peran guru dalam ESD melalui mata pelajaran biologi diharapkan dapat mengajak peserta didik untuk lebih mengetahui mengenai pembangunan berkelanjutan dan bagaimana pembangunan berkelanjutan yang ada di Indonesia, yaitu salah satunya melalui materi biologi. Beberapa penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Model pembelajaran ini adalah solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) berorientasi *Education for Sustainable Development* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

METODE

Jenis metode yang digunakan adalah meta-analisis. Meta-analisis adalah teknik statistik yang bertujuan untuk menggabungkan beberapa temuan utama dari penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik tertentu (Sari & Tanjung, 2022). Meta-analisis yang digunakan dengan menggunakan 5 artikel yang terdiri dari 4 artikel yang terindeks sinta 2 dan 1 artikel yang terakreditasi Q2. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menelusuri dan menganalisis beberapa jurnal dari database ilmiah seperti Scimago dan jurnal nasional yang terindeks sinta. Kata kunci yang digunakan adalah *Problem Based Learning*, *Education for Sustainable Development* dan kemampuan berpikir kritis. Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan skor sebelum tindakan dengan setelah tindakan.

Untuk mengetahui hubungan dari penerapan model *Problem Based Learning* berbasis *Education for Sustainable Development* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dengan cara memberikan perbandingan efek yang dihasilkan dengan menggunakan hasil penelitian sebelumnya. Rumus yang digunakan untuk mencari effect size untuk setiap kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen tertuang pada Rumus 1. Setelah mendapatkan nilai *effect size*, selanjutnya *effect size* dapat dikategorikan pada tingkatan seperti yang terdapat pada **Tabel 1**.

$$d = \frac{M2-M1}{\sqrt{\frac{SD1^2+SD2^2}{2}}} \quad (1)$$

- D = Effect Size
M2 = Mean Kelompok Perlakuan
M1 = Mean Kelompok Pembanding
SD1 = Standar Deviasi Kelompok 1
SD2 = Standar Deviasi Kelompok 2

Tabel 1. Kriteria Penilaian *Effect Size*

No.	Besar <i>Effect Size</i> (ES)	Kategori
1.	0,00-0,20	Memiliki efek lemah (sangat rendah)
2.	0,21-0,50	Memiliki efek rendah
3.	0,51-1,00	Memiliki efek sedang
4.	>1,00	Memiliki efek tinggi

Sumber: [\(Cohen dkk, 2018\)](#).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan review pada lima artikel yang sesuai dengan kriteria penelitian ini, artikel-artikel tersebut diterbitkan dengan rentang tahun 2020-2024. Artikel-artikel ini dipublikasikan pada database ilmiah seperti Scimago dan jurnal nasional yang terakreditasi Sinta tentang *Problem Based Learning; Education for Sustainable Development (ESD)* dan **Kemampuan Berpikir Kritis**. Berikut adalah 5 artikel yang telah dianalisis, dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Meta-analisis 5 Artikel

No.	Judul Penelitian	Jurnal	Author	Tahun Publikasi
1.	<i>Comparison of the Effectiveness of Project-Based 6E Learning and Problem-Based Quantum Learning</i>	<i>Journal of Research in Innovative Teaching & Learning</i>	Seyma Sahin & Abdurrahman Kilic	2024
2.	<i>Problem-Based Learning Tool Integrated with Education for Sustainable Development on Biodiversity Topic to Improve Science Literacy</i>	<i>Indonesian Journal of Science Education</i>	Anisa Shabrina, Suhartini & Tzou-Chi Huang	2024
3.	<i>Improving Evidence-Based Argumentation on Socioscientific Issues Through Problem-Based Learning in Science Students</i>	Jurnal Pendidikan Biologi	Luthfiana Nurtamara & Dewi Amelia Widyastuti	2023
4.	<i>Project-Based Learning and Problem-Based Learning Models in Critical and Creative Students</i>	Jurnal Pendidikan IPA Indonesia	Suradika, H. I. Dewi & M. I. Nasution	2023
5.	Implementasi <i>Problem Based Learning (PBL)</i> terintegrasi <i>Education for Sustainable Development (ESD)</i> terhadap Literasi Lingkungan Siswa Pada Topik Energi	Jurnal Kajian Pendidikan IPA	Leli Nailul Zulfah, Shinta Purnama Sari & Dudung Abdurrahman	2024

Pada **Tabel 3**, data dari hasil penelitian diperoleh dengan menggunakan *effect size*. Sumber artikel yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk pengkodean. Pengkodean pada artikel ini menunjukkan spesifikasi artikel yang digunakan, misalnya artikel pertama diberi kode A1.

Tabel 3. Kategori *Effect Size*

No.	Kode Artikel	Rata-Rata Kelas Kontrol	Rata-Rata Kelas Eksperimen	Standar Deviasi Gabungan	<i>Effect Size</i>	Kategori
1.	A1	17,19	20,52	10,69	0,31	Kecil
2.	A2	15,30	21,30	12,34	0,48	Kecil
3.	A3	20,05	30,45	18,71	0,55	Sedang
4.	A4	60,10	81,50	11,70	1,82	Tinggi
5.	A5	51,85	87,65	11,57	3,09	Tinggi

Hubungan antarvariabel dalam meta-analisis ini adalah pengaruh model PBL berbasis ESD terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Berdasarkan hasil analisis literatur, dapat dilihat jika model PBL berpengaruh yang positif terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Artikel 1 menunjukkan *effect size* dengan kategori kecil. Pada artikel ini, proses pembelajaran pada kelompok eksperimen menggunakan model pembelajaran berbasis PBL dan kelompok dengan model pembelajaran 6E berbasis proyek. Penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis PBL lebih baik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Akan tetapi, perbedaan yang ada tidak begitu mencolok, sehingga *effect size* yang dianalisis kecil ([Sahin & Kilic, 2024](#)).

Artikel 2 menunjukkan *effect size* dengan kategori kecil. Dalam artikel ini, proses pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan perangkat pembelajaran PBL ESD sedangkan kelas kontrol menggunakan LKS cetak dengan topik keanekaragaman hayati. Dalam penelitian ini, materi di kelas kontrol hanya mencakup tentang pembangunan berkelanjutan tetapi tidak menyajikan isu-isu pembangunan berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran PBL-ESD lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dibandingkan dengan metode pengajaran konvensional ([Shabrina et al., 2024](#)). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [Pradipta dkk., \(2021\)](#) bahwa PBL efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah.

Pada artikel 3, didapatkan *effect size* sedang. Dalam artikel ini, proses pembelajaran pada kelompok eksperimen menggunakan model PBL dan kelompok kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional. Hasil yang didapatkan bahwa pembelajaran PBL berpengaruh positif dan dapat digunakan untuk membantu peserta didik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis ([Luthfiana & Widyastuti, 2023](#)). Pada artikel 4, didapatkan *effect size* dalam kategori besar. Dalam artikel ini, proses pembelajaran pada dua kelompok diberlakukan terhadap 2 perlakuan. Kelompok pertama dengan menerapkan model PBL dan kelompok kedua dengan menggunakan model PBL. Berdasarkan hasil penelitian, tidak terdapat perbedaan signifikan pada hasil belajar peserta didik pada kelompok yang menggunakan model PBL dan kelompok yang menggunakan PBL. Tetapi pada aspek kemampuan berpikir kritis, terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai $p\text{-value} < 0,05$ sehingga H_a diterima ([Suradika et al., 2023](#)).

Pada artikel 5, didapatkan *effect size* tinggi. Dalam artikel ini, proses pembelajaran pada kelompok eksperimen menggunakan model PBL dan kelompok kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional. Hasil menunjukkan keterampilan berpikir kritis didapatkan nilai $n\text{-gain}$ sebesar 0,55 termasuk ke kategori sedang. Sedangkan hasil $N\text{-gain}$ pada indikator model PBL yang terintegrasi ESD menunjukkan persentase rata-rata 98,53% dengan kategori hampir semua terlaksanakan. Maka, rata-rata dari kedua nilai tersebut ada pada kategori tinggi ([Zulfah et al., 2024](#)).

Penerapan model PBL melibatkan serangkaian langkah-langkah, yakni; tahap orientasi masalah, mengorganisasikan peserta didik untuk memfasilitasi pengembangan dan penyajian hasil kerja dan evaluasi hasil pemecahan masalah. Penggunaan model PBL memberi peserta didik kesempatan untuk memperoleh pengalaman pemecahan masalah yang bermakna dan dapat diterapkan pada situasi dunia nyata. Kemampuan seorang peserta didik dalam memecahkan masalah secara mandiri dapat memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik ([Hastawan dkk, 2023](#)).

KESIMPULAN

Hasil menunjukkan bahwa model PBL dapat berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal ini dapat dilihat pada nilai *effect size* beberapa penelitian, terdapat tiga kategori dari *effect size* yang telah diukur dari lima artikel terkait yaitu kategori tinggi, sedang dan rendah. Pada artikel A1 dan A2 memiliki *effect size rendah* yang mengindikasikan bahwa intervensi yang diterapkan dalam eksperimen memberikan dampak yang kecil. Sedangkan pada artikel A3 memiliki *effect size* yang berada pada kategori sedang yaitu 0,55, dan pada artikel A4 dan A5 memiliki *effect size* yang berada pada kategori tinggi. Berdasarkan pada hasil analisis *effect size*, dapat disimpulkan bahwa model PBL berbasis ESD dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Allison, E., & Goldston, M. J. 2018. Modern Scientific Literacy: A Case Study of Multiliteracies and Scientific Practices in a Fifth Grade Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 27(3): 270–283. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9723-z>
- Asiyah, A., Topano, A., Walid, A. (2021). Pengaruh *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA Negeri 10 Kota Bengkulu. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3):717-727.
- Clarisa, G., Danawan, A., Fani, A., & Wijaya, C. (2020). Penerapan *Flipped Classroom* dalam Konteks ESD untuk Meningkatkan Kemampuan Membangun *Sustainability Awareness* Siswa. *Journal of Nature Science and Integration*, 3(1): 13-25. <https://doi.org/10.24815/jipi.v8i2.39013>
- Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education (8th ed)*. Routledge: Taylor & Francis Group.
- Duda, H. J., Susilo, H., & Newcombe, P. 2019. Enhancing different ethnicity science process skills: Problem-based learning through practicum and authentic assessment. *International Journal of Instruction*, 12(1): 1207–1222. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12177a>
- Ekantini, A., & Wilujeng, I. 2018. The development of science student worksheet based on education for environmental sustainable development to enhance scientific literacy. *Universal Journal of Educational Research*, 6(6): 1339–1347. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060625>
- Ekselsa, R. A., Purwianingsih, W., Anggraeni, S., & Wicaksono, A. G. C. 2023. Developing system thinking skills through project-based learning loaded with education for sustainable development. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(1): 62–73. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i1.24261>
- Fitriyyah, S. J., & Wulandari, T.S.H. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap Berpikir Kritis Siswa SMP pada Pembelajaran Biologi Materi Pemanasan Global. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 1–7. <http://dx.doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v12i1.27354>
- Guerra, A. (2017). Integration of sustainability in engineering education: Why is PBL an answer? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(3): 436–454. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2016-0022>
- Hadi, F. R. (2016). Penerapan Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Profesi Pendidikan Dasar*, 3(2), 84–91. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1728>
-

-
- Hastawan, I., Suryandari, K. C., & Ngatman. (2023). Penerapan Model *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*. 11(3): 1-10.
- Hoerunnisa, M., Purnamasari, S., & Lestari, W. Y. (2024). Penerapan Model Problem Based Learning berbasis Education for Sustainable Development untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Materi Pemanasan Global. *Unnes Physics Education Journal*, 13(3), 219-236. <https://doi.org/10.15294/upej.v13i3.11505>
- Ida, T. W., Sari, P. M., & Kowiyah, K. (2021). Identifikasi Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPAdi SDNGugus 1 Kecamatan Duren Sawit. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 12(1), 1222. <https://doi.org/10.21009/JPD.012.02>
- Indah, A., Arsih, F., Lufri., & Zulyusri. (2021). Studi Meta Analisis: Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Pada Pelajaran Biologi di SMA Ditinjau Dari Aspek Kognitif. *Jurnal Edukasi dan Sains Biologi*. 3 (2): 92-99. <https://doi.org/10.37301/esabi.v3i2.17>
- Irwandi, I., Wulandari, N., & Topano, A. (2018). Pengaruh *Problem Based Learning* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kognitif Siswa SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*. 191-196.
- Jirout, J. J. 2020. Supporting Early Scientific Thinking Through Curiosity. *Frontiers in Psychology*, 11(1717), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01717>
- Karmila, N., Wilujeng, I., & Sulaiman, H. 2021. The Effectiveness of Problem Based Learning (PBL) Assisted Google Classroom to Scientific Literacy in Physics Learning. *Proceedings of the 6th International Seminar on Science Education (ISSE 2020)*, 541: 447-452. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210326.064>
- Luthfiana, N., & Widyastuti, D. A. (2023). Improving Evidence Based Argumentation on Socioscientific Issues Through Problem Based Learning in Science Students. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 16 (2): 439-446.
- Machado, C. F., & Davim, J. P. 2023. Sustainability in the Modernization of Higher Education: Curricular Transformation and Sustainable Campus – A Literature Review. *Sustainability*, 15(11): 1-28. <https://doi.org/10.3390/su15118615>
- Mardiah, N. R., Hamdu, G., & Nur, L. (2021). Analisis Muatan Kompetensi Berpikir Kritis dan Topik ESD dalam Modul Pembelajaran Daring di Sekolah. *Jurnal Education and Development*, 9(3):351-357. <https://doi.org/10.37081/ed.v9i3.2810>
- Masdi, S. F., Palennari, M., & Syamsiah. (2022). Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis *Contextual Teaching and Learning* dengan *Mind Mapping* pada Materi Sistem Koordinasi Siswa Kelas XI SMA. *UNM Journal of Biological Education*, 5(2): 1-11
- Mayer, C. W., Rausch, A., & Seifried, J. (2023). Analysing Domain Specific Problem Solving Processes Within Authentic Computer Based Learning and Training Environments By Using Eye Tracking: a Scoping Review. *Empirical Research in Vocational; Education and Training*. 15:1-27.
- Nasution, I. B., Liliawati, W., & Hasanah, L. 2019. Effectiveness problem-based learning (PBL) with reading infusion strategic to improving scientific literacy for high school students on topic global warming. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5): 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052013>
-

- Pertiwi, W. D. D., Roshayanti, F., Untari, M. F. A., & Mulyani, M. (2023). Pengaruh Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbantu Media Lagu Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VI SD Negeri Pedurungan Kidul 01. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 5(2), 597-602. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i2.12860>
- Pradipta, D.D., Madlazim, & Hariyono, E. (2021). The effectiveness of science learning tools based on education sustainable development (ESD) to Improve problem-solving skills. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 2(3):342-353. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v2i3.113>
- Prihono, E. W, & Khasanah, F. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 8(1),74-87.
- Safrina, R., Riswandi, & Sugiman. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based learning* terhadap Kemampuan Bepikir Kritis di Kelas IV. *Jurnal FKIP UNILA*, 7(01), 1-9. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.36709/jpm.v2i1.1957>
- Sahin, S., & Kilic, A. (2024). Comparison of The Effectiveness of Project Based 6E Learning and Problem Based Quantum Learning: Solomon four Group Design. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*. 2397-7604. <https://doi.org/10.1108/JRIT-09-2023-0139>
- Sari, Y., & Tanjung, S. (2022). *Meta Analisis Terhadap Pengaruh Pembelajaran Inkuiri*. Tasikmalaya: Edu Publisher.
- Setiawan, H., Koosbandiah Surtikanti, H., Kusnadi, K., & Riandi, R. 2023. Sustainability Awareness, Engagement, and Perception of Indonesian High School Students during Sustainability Project Based Learning Implementation in Biology Education. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6): 4227-4236. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3971>
- Shabrina, A., Suhartini., & Huang, T. C. (2024). Problem Based Learning Tool Integrated with Education for Sustainable Development on Biodiversity Topic to Improve Science Literacy. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 12 (2): 338-353. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i2.36218>
- Sitompul, N. N. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP Kelas IX. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 04 (01), 45-54.
- Son, H. K. (2023). Effects of Simulation with Problem Based Learning (S-PBL) on Nursing Students' Clinical Reasoning Ability: Based on Tanner's Clinical Judgment Model. *BMC Medical Education*. 23: 601.
- Sukmawati, A. (2020). Meta Analisis Model *Problem Based Learning* Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Matematika. *Thinking Skills and Creativity Journal*. 3(2), 63-68.
- Suradika, A., Dewi, H. I., & Nasution. (2023). Project Based Learning and Problem Based Learning Models in Critical and Creative Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 12 (1): 153-167.
- Suryawati, E., Suzanti, F., Zulfarina, Putriana, A. R., & Febrianti, L. 2020. The implementation of local environmental problem-based learning student worksheets to strengthen environmental literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2): 169-178. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i2.22892>

-
- Susanti, E. (2019). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sdn Margorejo VI Surabaya melalui Model Jigsaw. *Bioedusiana*, 4(2), 55–64. <https://doi.org/10.34289/285232>
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2003. (2003). *Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: PT. Armas Duta Jaya.
- UNESCO. (2018). *UNESCO 2017*. France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UNESCO. (2020). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L. R., Rikers, R. M., Loyens, S. M. (2024). The Effects of Problem Based, Project Based, and Case Based Learning on Students' Motivation: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*. 36(29):1-38.
- Zulfah, N. L., Purnamasari, S., Abdurrahman, D. (2024). Implementasi *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi *Education for Sustainable Development* (ESD) Terhadap Literasi Lingkungan Siswa Pada Topik Energi. *Jurnal Kajian Pendidikan IPA*. 4(1): 299-304. <https://doi.org/10.37329/cetta.v8i1.3750>