

Penerapan *Flipped Classroom* Dengan Model *Problem Based Learning* PBL Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Adaptabilitas Lingkungan Murid SMA Materi Perubahan Lingkungan

Fika Ayu Ningtias^{1*}, Retni Sulistiyoning², Saparuddin³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jambi

^{1*}Fikaayuningtias4@email.com, ^{2*}retni.sulistiyoning@unja.ac.id, ^{3*}saparuddin89@unja.ac.id

Abstrak

Pembelajaran biologi di tingkat SMA masih banyak menggunakan pendekatan konvensional yang kurang efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan adaptabilitas lingkungan peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penerapan *Flipped Classroom* dengan model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap kemampuan berpikir kritis dan adaptabilitas lingkungan murid SMA pada materi perubahan lingkungan. Penelitian eksperimen semu dengan desain *Non-Randomized Control Group Pretest-Posttest* dilakukan pada kelas X Fase E. Kelas eksperimen menerapkan integrasi *Flipped Classroom* dan PBL, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran langsung. Data dikumpulkan melalui tes esai berbasis indikator FRISCO untuk berpikir kritis dan angket berbasis *GreenComp* untuk adaptabilitas lingkungan. Analisis data menggunakan *ANCOVA* setelah memenuhi uji prasyarat yaitu normalitas, homogenitas, dan linieritas. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh signifikan $p < 0,05$ terhadap kedua variabel dengan *effect size* besar *Partial Eta Squared* 0,606 untuk berpikir kritis dan 0,700 untuk adaptabilitas lingkungan. Rata-rata skor kelas eksperimen mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Kesimpulan penelitian ini adalah integrasi *Flipped Classroom* dan PBL efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta adaptabilitas lingkungan peserta didik. Model ini dapat menjadi alternatif pembelajaran inovatif yang mendukung Kurikulum Merdeka dan pengembangan kompetensi abad ke-21 berbasis isu lingkungan.

Kata Kunci: Adaptabilitas Lingkungan, Berpikir Kritis, *Flipped Classroom*, Perubahan Lingkungan, *Problem Based Learning*

PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi pada abad ke-21 menuntut peserta didik tidak hanya menguasai konsep-konsep ilmiah, tetapi juga memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi yang relevan dengan permasalahan kehidupan nyata. Kemampuan berpikir kritis yaitu kemampuan menganalisis masalah, mengevaluasi informasi ilmiah, dan menarik kesimpulan secara logis menjadi salah satu kompetensi utama. Kemudian adaptabilitas terhadap perubahan lingkungan juga merupakan kompetensi penting, di mana peserta didik mampu menyesuaikan cara berpikir, sikap, dan tindakan dalam menghadapi kondisi yang dinamis dan tidak pasti. Model pembelajaran seperti *Problem Based Learning* (PBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan *Flipped Classroom* dipandang ideal untuk mengembangkan kedua keterampilan tersebut secara simultan, khususnya pada materi perubahan lingkungan yang sarat dengan isu autentik seperti pencemaran, deforestasi, pemanasan global, dan penurunan keanekaragaman hayati. Pendekatan ini mendorong peserta didik aktif melakukan penyelidikan, diskusi kolaboratif, serta pengambilan keputusan berbasis bukti, sejalan dengan kerangka *GreenComp* yang menekankan *envisioning sustainable futures* (Bianchi *et al.*, 2022; Alfarisi *et al.*, 2022).

Penerapan pembelajaran biologi di SMA masih cenderung berpusat pada guru (*teacher-centered*) dengan model pembelajaran langsung yang mengandalkan ceramah dan media seperti infocus. Observasi di SMA Adhyaksa 1 Jambi menunjukkan bahwa guru lebih banyak berbicara, sementara peserta didik hanya menerima penjelasan, sehingga kurang melatih kemandirian dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Akibatnya, rata-rata ketuntasan belajar siswa kelas X.E hanya mencapai 17,06%, dengan kemampuan berpikir kritis mayoritas berada pada kategori sedang hingga rendah (Andriani *et al.*, 2021). Penerapan model pembelajaran langsung ini juga kurang sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran aktif dan kontekstual (Asri *et al.*, 2022).

Dampak dari kondisi tersebut adalah rendahnya pengembangan kemampuan berpikir kritis dan adaptabilitas peserta didik. Siswa kurang terlatih dalam menganalisis masalah biologis kompleks, mengevaluasi bukti ilmiah, serta menyesuaikan strategi dalam menghadapi isu lingkungan yang dinamis. Hal ini menyebabkan pemahaman materi yang bersifat teoritis semata, tanpa kemampuan aplikatif terhadap permasalahan nyata, sehingga melemahkan kesiapan siswa menghadapi tantangan keberlanjutan lingkungan di masa depan (Indriyani *et al.*, 2023; Nurhasanah *et al.*, 2024).

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, diperlukan solusi berupa integrasi *Flipped Classroom* dengan Model *Problem Based Learning* (PBL). *Flipped Classroom* memindahkan penyampaian materi dasar ke pembelajaran mandiri sebelum tatap muka, sehingga waktu kelas dapat dimanfaatkan sepenuhnya untuk aktivitas pemecahan masalah autentik melalui PBL. Kombinasi keduanya saling melengkapi: bahan konseptual dipelajari mandiri, sementara pertemuan tatap muka difokuskan pada kolaborasi, investigasi, dan analisis isu lingkungan. Berbagai studi menunjukkan efektivitas pendekatan ini dalam meningkatkan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, serta adaptabilitas (Nurhasanah *et al.*,2024; Fasha *et al.*,2024; Murni *et al.*,2023; Sulistyowati *et al.*,2023; Santosa *et al.*,2023; Hafizah *et al.*,2024; Purnomo *et al.*,2025).

Berdasarkan kajian literatur sistematis terkini, integrasi PBL dan *Flipped Classroom* telah terbukti efektif meningkatkan kemampuan argumentasi, kemandirian belajar, berpikir kritis, serta hasil belajar siswa di berbagai jenjang dan mata pelajaran (Purnomo *et al.*,2025). Namun, penelitian yang secara spesifik menguji pengaruh gabungan PBL-*Flipped Classroom* terhadap berpikir kritis sekaligus adaptabilitas lingkungan pada materi perubahan lingkungan di tingkat SMA masih sangat terbatas. Sebagian besar studi sebelumnya membahas kedua model secara terpisah atau pada konteks mata pelajaran lain, sehingga terdapat *research gap* yang perlu diisi melalui penelitian terkontrol di konteks biologi SMA Indonesia (Biney, 2025; Purnomo *et al.*,2025; Nurhasanah *et al.*,2024). Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian simultan dua variabel outcome yaitu berpikir kritis dan adaptabilitas lingkungan dengan pendekatan PBL *Flipped Classroom* pada materi perubahan lingkungan, yang relevan dengan isu keberlanjutan dan kurikulum merdeka. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penerapan *Flipped Classroom* dengan Model *Problem Based Learning* terhadap kemampuan berpikir kritis dan adaptabilitas lingkungan murid SMA pada materi Perubahan Lingkungan. Penelitian ini diharapkan dapat mengisi celah studi terkait integrasi kedua model tersebut di tingkat SMA, khususnya dalam konteks pendidikan biologi berbasis isu lingkungan di Indonesia.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 di SMA Adhyaksa 1 Jambi. Lokasi dipilih karena proses pembelajaran biologi di sekolah tersebut masih cenderung konvensional, sehingga kemampuan berpikir kritis dan adaptabilitas peserta didik belum optimal. Selain itu, sekolah memiliki fasilitas yang mendukung penerapan *Flipped Classroom* dan belum banyak dilakukan penelitian serupa, sehingga relevan untuk menguji efektivitas model pembelajaran tersebut.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi Penelitian Populasi penelitian adalah seluruh peserta didik kelas X Fase E yang berjumlah 252 orang. Sampel Penelitian Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, yaitu sampel yang sengaja dipilih berdasarkan karakteristik tertentu yang diperlukan dalam penelitian. Kriteria pemilihan sampel adalah kelas yang diajar oleh guru yang sama dan memiliki nilai rata-rata yang setara. Pemilihan ini bertujuan untuk menyamakan pengalaman awal peserta didik. Kelas sampel ditentukan setelah dilakukan uji homogenitas, dengan kelas yang memiliki nilai rata-rata mendekati sama dipilih sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Jenis Penelitian dan Desain Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (*quasi-experiment research*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu perlakuan terhadap variabel tertentu kemudian, Desain penelitian yang digunakan adalah *Non-Randomized Control Group Pretest-Posttest Design*. Penelitian ini terdiri dari dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 1 *Non-Randomized Control Group Pretest-Posttest Design*

Kelas	Pretest	Treatment	Posttest
Eksperimen	T ₁	X	T ₂
Kontrol	T ₁	O	T ₂

(Sumber: Lufri & Ardi, 2014)

Teknik Pengumpulan

Data Pengumpulan data dilakukan melalui tes untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan angket untuk mengukur adaptabilitas lingkungan. Tes berbentuk soal esai yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Variabel penelitian disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Variabel Penelitian

Variabel	Jenis variabel	Jenis instrumen	Jenis Data
<i>Flipped Classroom</i> , PBL	Bebas	Lembar observasi keterlak-sanaan	Normal
Berpikir kritis	Terikat	Tes esai berbasis indikator FRISCO	Interval
Adaptabilitas lingkungan	Terikat	Angket adaptabilitas ling-kungan berbasis Green-Comp	Ordinal

Teknik Validasi dan Uji Instrumen

Validasi instrumen tes dan perangkat pembelajaran dilakukan oleh para ahli yaitu dosen bidang pendidikan biologi. Penilaian validitas menggunakan skala Likert dengan kriteria sangat valid hingga tidak valid. Instrumen dinyatakan valid jika memenuhi kriteria valid atau sangat valid. Uji reliabilitas tes dilakukan menggunakan software Anates dengan kriteria Guilford. Instrumen dinyatakan reliabel jika koefisien reliabilitas berada pada kategori sedang hingga sangat tinggi. Selain itu, dilakukan uji daya beda dan tingkat kesukaran soal menggunakan software SPSS dan Anates untuk memastikan kualitas instrumen tes.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan uji *ANCOVA* untuk mengetahui perbedaan hasil antara kelompok eksperimen dan kontrol dengan mengontrol skor *pretest* sebagai kovariat. Sebelumnya dilakukan uji prasyarat meliputi Uji Normalitas (Kolmogorov-Smirnov di SPSS, data normal jika sig. > 0,05) Uji Homogenitas (Levene Test, homogen jika sig. > 0,05) Uji Linieritas (hubungan linier jika sig. > 0,05) Setelah asumsi terpenuhi, dilakukan *ANCOVA*. Selain itu, dilakukan perhitungan effect size menggunakan Partial Eta Squared (η^2p) untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan (0,01 = kecil; 0,06 = sedang; 0,14 = besar).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

a. Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran dan Instrumen

Validasi perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian dilakukan melalui dua tahap oleh ahli yaitu dengan dosen bidang pendidikan biologi dan guru. Instrumen yang divalidasi meliputi modul ajar, lembar kerja murid, tes berpikir kritis, dan angket adaptabilitas lingkungan. Pada validasi tahap pertama, perangkat dan instrumen masih berada pada kategori tidak valid. Validator memberikan saran perbaikan terkait kesesuaian tujuan dengan kegiatan pembelajaran, penyempurnaan redaksi soal atau pernyataan, serta aspek bahasa dan tampilan. Setelah direvisi sesuai masukan, validasi tahap kedua menunjukkan seluruh instrumen memperoleh kategori sangat valid dengan skor rata-rata 3,8-3,9. Validasi oleh guru juga menghasilkan kategori sangat valid dengan skor 3,8-3,9. Hasil ini menegaskan bahwa perangkat pembelajaran dan instrumen telah memenuhi kriteria kelayakan isi, penyajian, bahasa, dan keterlaksanaan, sehingga siap digunakan dalam penelitian.

b. Hasil Uji Instrumen

1. **Uji Validitas** dilakukan terhadap butir-butir soal tes berpikir kritis dan pernyataan angket adaptabilitas lingkungan menggunakan analisis korelasi Pearson. Semua butir soal dan pernyataan angket dinyatakan valid karena memenuhi kriteria nilai signifikansi ($p > 0,05$).
2. **Uji Reliabilitas**, Tes berpikir kritis (3 butir soal): reliabilitas 0,85 (kategori tinggi). Angket adaptabilitas lingkungan (20 butir): reliabilitas 0,90 (kategori sangat tinggi).
3. **Uji Daya Beda dan Tingkat Kesukaran** Semua butir soal berpikir kritis memiliki indeks daya beda kategori baik (0,43-0,51) dan tingkat kesukaran sedang (0,58-0,64). Hal ini menunjukkan instrumen mampu membedakan kemampuan peserta didik secara efektif dan sesuai untuk mengukur variabel penelitian.

c. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran

Observasi keterlaksanaan pembelajaran dilakukan oleh dua observer. Hasil menunjukkan pembelajaran PBL dengan pendekatan *Flipped Classroom* terlaksana sangat baik yaitu 90-100%. Seluruh sintaks *before class*, *during class*, dan *after class* berjalan sesuai rencana. Peserta didik semakin aktif dari pertemuan ke pertemuan, mulai dari mempelajari materi mandiri hingga berdiskusi, mempresentasikan, dan merefleksikan solusi permasalahan lingkungan. Tingginya keterlaksanaan ini menjadi bukti bahwa model pembelajaran dapat diimplementasikan dengan baik dan mendukung proses *student-centered learning*.

d. Hasil Analisis Data Uji Prasyarat Analisis

Tabel 3 Uji Normalitas Berpikir Kritis

Varibel	Kelompok	Data	Sig.	Keterangan
Berpikir Kritis	Eksperimen	Pretest	0,266	Normal
		Posttest	0,382	Normal
	Kontrol	Pretest	0,232	Normal
		Posttest	0,271	Normal

Tabel 4 Uji *Normalitas* Adaptabilitas Lingkungan

Varibel	Kelompok	Data	Sig.	Keterangan
Adaptabilitas Lingkungan	Eksperimen	Pretest	0,523	Normal
		Posttest	0,267	Normal
	Kontrol	Pretest	0,465	Normal
		Posttest	0,276	Normal

Semua data berdistribusi normal (sig. > 0,05).

Tabel 5 Uji Homogenitas Berpikir Kritis dan Adaptabilitas Lingkungan

Variabel	Sig.	Keterangan
Berpikir Kritis	0,390	Normal
Adaptabilitas Lingkungan	0,307	Homogen

Varians kedua kelompok homogen (sig. > 0,05).

Tabel 6 Uji Linearitas Berpikir Kritis dan Adaptasi Lingkungan

Variabel	Sig.	Keterangan
Berpikir Kritis	0,405	Linear
Adaptabilitas Lingkungan	0,311	Linear

Adaptabilitas Lingkungan 0,311 Linear

e. Uji *ANCOVA*

Tabel 7 Uji *ANCOVA* Berpikir Kritis dan Adaptasi Lingkungan

Variabel	Sig.
Berpikir Kritis	0,000
Adaptasi Lingkungan	0,000

Terdapat pengaruh signifikan penerapan *Flipped Classroom* dengan Model *Problem Based Learning* terhadap kedua variabel terikat setelah mengontrol pretest ($p < 0,05$).

f. Effect Size

Tabel 8 *Effect Size* Berpikir Kritis dan Adaptasi Lingkungan

Variabel	F	Sig.	Partial Eta Squared	Kategori
Berpikir Kritis	106,020	<0,001	0,606	Besar
Adaptasi Lingkungan	160,688	0,000	0,700	Besar

Berdasarkan Tabel 4.21 Pengaruh model pembelajaran terhadap berpikir kritis (60,6%) dan adaptabilitas lingkungan (70,0%) termasuk kategori besar.

Pembahasan

Penerapan *Flipped Classroom* dengan Model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi perubahan lingkungan terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan adaptabilitas lingkungan peserta didik. Hasil uji *ANCOVA* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah mengontrol skor pretest, dengan nilai *effect size* yang besar pada kedua variabel *Partial Eta Squared* 0,606 untuk berpikir kritis dan 0,700 untuk adaptabilitas lingkungan. Temuan ini memperkuat bahwa integrasi kedua model pembelajaran mampu menciptakan proses belajar yang lebih bermakna, aktif, dan sesuai dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis

Peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dijelaskan melalui mekanisme pembelajaran yang diterapkan. Pada tahap *before class*, peserta didik mempelajari materi secara mandiri melalui video dan modul ajar. Hal ini memberikan bekal konsep awal yang memadai sebelum memasuki kegiatan tatap muka. Selanjutnya, pada tahap *during class*, waktu kelas dimanfaatkan sepenuhnya untuk aktivitas PBL, yaitu identifikasi masalah, penyelidikan, diskusi kolaboratif, penyusunan solusi, presentasi, dan refleksi. Proses ini secara langsung melatih indikator FRISCO (*Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity, Overview*) secara bertahap dan berulang. Pada pertemuan awal, peserta didik masih beradaptasi sehingga partisipasi dan kualitas argumentasi belum maksimal. Pada pertemuan kedua dan ketiga terlihat peningkatan yaitu peserta didik lebih mandiri dalam mengidentifikasi masalah, mampu memberikan alasan ilmiah yang logis, mengevaluasi berbagai alternatif solusi, serta menarik kesimpulan berbasis bukti. Temuan ini sejalan dengan Nurhasanah *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa PBL pada materi perubahan lingkungan meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui keterlibatan aktif dalam pemecahan masalah autentik. Kemudian

Indriyani *et al.*, (2023) dan Hafizah *et al.*, (2024) dalam meta analisisnya menegaskan bahwa integrasi *Flipped Classroom* dan PBL memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi di tingkat SMA.

Peningkatan Adaptabilitas Lingkungan

Adaptabilitas lingkungan juga mengalami peningkatan yang signifikan. Melalui pendekatan *Flipped Classroom*, peserta didik belajar mengelola waktu dan sumber belajar secara mandiri, sementara PBL mendorong mereka untuk menghadapi ketidakpastian, menyesuaikan strategi berpikir, serta merumuskan solusi yang berorientasi keberlanjutan. Indikator adaptabilitas yaitu kesadaran terhadap perubahan, respons terhadap ketidakpastian, penyesuaian cara berpikir, orientasi masa depan berkelanjutan, dan kesiapan mengambil tindakan adaptif, pada murid berkembang secara bertahap melalui diskusi, investigasi, dan refleksi. Murid tidak hanya memahami konsep perubahan lingkungan secara teoritis, tetapi juga mampu menghubungkannya dengan isu nyata di sekitar mereka. Proses ini membangun fleksibilitas berpikir dan sikap proaktif terhadap masalah lingkungan. Hasil ini mendukung kerangka *GreenComp* (Bianchi *et al.*, 2022) yang menekankan adaptabilitas sebagai kompetensi penting dalam *envisioning sustainable futures*. Selain Purnomo *et al.*, (2025) yang melalui kajian literatur sistematis menyimpulkan bahwa integrasi PBL dan *Flipped Classroom* efektif meningkatkan kemandirian, argumentasi, serta adaptabilitas peserta didik. Penelitian Santosa *et al.*, (2023) juga menunjukkan bahwa kombinasi kedua model ini meningkatkan fleksibilitas berpikir dan respons adaptif terhadap permasalahan kontekstual, termasuk isu lingkungan.

Implikasi dan Keunggulan Model Keberhasilan model ini tidak terlepas dari sinergi antara *Flipped Classroom* yang menyediakan fleksibilitas belajar mandiri dan PBL yang menekankan pemecahan masalah autentik. Kombinasi ini menciptakan pembelajaran *student-centered* yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Peserta didik tidak lagi bersifat pasif menerima penjelasan guru, melainkan aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman, kolaborasi, dan refleksi. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi aktif dengan lingkungan dan permasalahan nyata. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa penerapan *Flipped Classroom* dengan Model *Problem Based Learning* merupakan pendekatan inovatif yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran biologi, khususnya pada materi perubahan lingkungan. Model ini tidak hanya meningkatkan aspek kognitif (berpikir kritis), tetapi juga kompetensi afektif dan perilaku adaptif yang sangat dibutuhkan di era perubahan iklim dan isu lingkungan global. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi guru dan pengembang kurikulum dalam mendesain pembelajaran yang lebih kontekstual, adaptif, dan berorientasi pada kompetensi abad ke-21.

KESIMPULAN

Terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan *Flipped Classroom* dengan model *Problem Based Learning* terhadap kemampuan berpikir kritis dan adaptabilitas lingkungan murid SMA pada materi perubahan lingkungan. Hal ini dibuktikan berdasarkan hasil uji *ANCOVA* yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$) untuk kedua variabel, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Selain itu, rata-rata skor kemampuan berpikir kritis serta adaptabilitas lingkungan pada kelas eksperimen mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Dengan demikian, penerapan *flipped classroom* yang dipadukan dengan model *problem based learning* terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis sekaligus adaptabilitas lingkungan murid pada materi perubahan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarisi, M. F., Supeno, S., & Wicaksono, I. (2022). Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa dalam Pembelajaran IPA Materi Tata Surya Menggunakan Media Komik Manga Chibi Digital. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(2), 226–235. <https://doi.org/10.23887/jipp.v6i2.43122>
- Andriani, R., Subanji, S., & As'ari, A. R. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Pada Pembelajaran Problem Posing. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 6(3), 604. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i3.652>
- Asri, Y. N., Alti, R. M., & Rizqi, V. (2022). *Model-model Pembelajaran*. Haura Utama.
- Bianchi, G., Pisiotis, U., Cabrera, M., Punie, Y., & Bacigalupo, M. (2022). *GreenComp The European sustainability competence framework*. Luxembourg: European Union. <https://doi.org/10.2760/13286>
- Biney, E. (2025). Systematic review of problem-based learning in environmental education. *Educational Point*, 2(2), Article e131. <https://doi.org/10.71176/edup/17292>
- Fasha, A. N., Hidayah, N., & Wahyuni, F. (2024). Pendekatan Komunikasi Adaptif melalui Problem-Based Learning untuk Meningkatkan Kompetensi Konselor dalam Public Speaking. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, 15(3), 337–347. <https://doi.org/10.23887/jibk.v15i3.89031>
- Hafizah, M., Solin, S., Purba, C. T., Sihotang, M. M., Rahmad, R., & Wirda, M. A. (2024). Meta-Analysis : The Impact



- of Problem-Based Learning (PBL) Models on Students ' Critical Thinking Skills. *Journal of Digital Learning and Education*, 04(3), 167–179. <https://doi.org/10.52562/jdle.v4i3.1393>
- Indriyani, M. D., Sitompul, S. S., & Habellia, R. C. (2023). Flipped Classroom Meta-Analysis of Critical Thinking Skills and Learning Outcomes in High School Physics Learning. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2), 218–228.
- Murni, P., Sahlan, M., Fatma, Y., Sesmiarni, Z., & Rasyid, H. (2023). Penggunaan Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Hasil Belajar. *Jurnal Kajian Penelitian Pendidikan Dan Kebudayaan*, 1(1), 10–25. <https://doi.org/10.59031/jkppk.v1i1.57>
- Nurhasanah, M., Suprpto, P. K., & Ardiansyah, R. (2024a). The Effectiveness of Problem-Based Learning Assisted by Articulate Storyline Interactive Students' Critical Thinking Skills.pdf. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 10(1), 1–9.
- Purnomo, R. A. (2017). Analisis Statistik Ekonomi. In *Cv. Wade Group*.
- Santosa, T. A., Ilahi, D. P., Utami, L., Festiyed, Desnita, Asrizal, Diliarosta, S., Yerimadesi, & Arsih, F. (2023). Effectiveness of the Flipped Classroom Model on the Problem- Solving Abilities of Science Education Students : A Meta- analysis Study. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 64–71. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.6318>
- Sulistyowati, E., Hukom, J., & Muhtadi, A. (2023). Meta-Analysis of Flipped Classroom on Students' Mathematics Abilities_ Effectiveness and Heterogeneity Analysis. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 25(2), 140–159.