

PENERAPAN MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) BERBANTUAN e-LKM ENERGI TERBARUKAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS MURID SMA

Almayra Rosyana Irawati¹, Budi Jatmiko²

^{1,2}Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

almayra.22100@mhs.unesa.ac.id

ABSTRACT

Critical thinking skills are among the 21st-century competencies that need to be developed in physics education. However, students' critical thinking skills remain low because instruction tends to be teacher-centered and fails to actively involve students in problem-solving. This study aimed to analyze the effectiveness of implementing the Problem-Based Learning (PBL) model, supported by Renewable Energy e-Student Worksheets (e-LKM), in enhancing the critical thinking skills of high school students. A quasi-experimental method with a non-equivalent control group design was employed. The study subjects consisted of two experimental classes and one conventional class at SMA Hang Tuah 2 Sidoarjo. Data were collected via pre-test and post-test assessing critical thinking skills and subsequently analyzed using N-gain, paired t-tests, and independent t-tests. The results showed that the average N-gain was 0.74 for Experimental Class 1 and 0.73 for Experimental Class 2 (both in the high category), whereas the conventional class scored 0.39 (in the medium category). Paired t-test results indicated a significant improvement in critical thinking skills across all classes ($p < 0.05$). Furthermore, independent t-test results revealed that the improvement in critical thinking skills in the experimental classes was significantly higher than in the conventional class ($p < 0.05$), while no significant difference was found between the two experimental classes ($p > 0.05$). Thus, the Problem-Based Learning (PBL) model supported by Renewable Energy e-Student Worksheets proved effective in enhancing students' critical thinking skills regarding the topic of Renewable Energy.

Keywords: *Problem Based Learning, renewable energy e-student worksheets, critical thinking skills*

ABSTRAK

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi abad ke-21 yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran fisika. Namun, keterampilan berpikir kritis murid masih tergolong rendah karena pembelajaran cenderung berpusat pada guru dan belum melibatkan murid secara aktif dalam memecahkan masalah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan e-LKM Energi Terbarukan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid SMA. Penelitian ini menggunakan metode *quasi experimental* dengan

desain *nonequivalent control group design*. Subjek penelitian terdiri atas dua kelas eksperimen dan satu kelas konvensional di SMA Hang Tuah 2 Sidoarjo. Data dikumpulkan melalui tes keterampilan berpikir kritis berupa *pre-test* dan *post-test*, kemudian dianalisis menggunakan uji *N-gain*, uji t-berpasangan, dan uji t-independen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *N-gain* kelas eksperimen 1 sebesar 0,74 dan kelas eksperimen 2 sebesar 0,73 dengan kategori tinggi, sedangkan kelas konvensional sebesar 0,39 dengan kategori sedang. Hasil uji t-berpasangan menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis yang signifikan pada seluruh kelas ($p < 0,05$). Selain itu, hasil uji t-independen menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelas konvensional ($p < 0,05$), sedangkan antara kedua kelas eksperimen tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Dengan demikian, model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan e-LKM Energi Terbarukan terbukti berhasil meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid pada materi Energi Terbarukan.

Kata kunci: *Problem Based Learning*, e-LKM Energi Terbarukan, keterampilan berpikir kritis

A. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ke-21 membawa perubahan yang signifikan terhadap sistem pendidikan. Pembelajaran tidak lagi berfokus pada penguasaan konsep semata, tetapi juga diarahkan untuk mengembangkan berbagai keterampilan yang dibutuhkan dalam menghadapi tantangan global, salah satunya adalah keterampilan berpikir kritis (Sukaesih, 2023; Sudirman *et al.*, 2023). Keterampilan berpikir kritis berperan penting dalam membantu murid menganalisis informasi, mengevaluasi berbagai alternatif

penyelesaian masalah, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti yang dapat dipertanggungjawabkan (Jamil & Murniati, 2025; Effendi *et al.*, 2024). Dalam pembelajaran fisika, keterampilan tersebut menjadi kompetensi yang penting karena fisika tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan memahami fenomena alam, melakukan penyelidikan ilmiah, dan memecahkan masalah secara logis (Arifah *et al.*, 2021; Amalia & Kustijono, 2017). Oleh karena itu, pembelajaran fisika perlu dirancang agar mampu memfasilitasi pengembangan

keterampilan berpikir kritis sebagai salah satu kompetensi esensial abad ke-21.

Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis murid pada pembelajaran fisika masih tergolong rendah. Penelitian Asniar *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa sebanyak 53,6% murid kelas XI MIPA berada pada kategori rendah, sedangkan Sari & Emiliannur (2025) memperoleh capaian rata-rata keterampilan berpikir kritis sebesar 45,96% yang juga termasuk kategori rendah. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil pra-penelitian di SMA Hang Tuah 2 Sidoarjo. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika, pembelajaran masih didominasi oleh penyampaian materi dan latihan soal sehingga murid belum memperoleh kesempatan yang optimal untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui penyelidikan maupun pemecahan masalah. Selain itu, murid masih menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang sulit karena dipenuhi rumus-rumus abstrak dan belum mampu mengaitkan konsep dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Hasil pra

penelitian yang dilakukan di salah satu kelas SMA Hang Tuah 2 Sidoarjo pada materi Energi Terbarukan menunjukkan bahwa rata-rata keterampilan berpikir kritis murid berdasarkan enam indikator menurut Facione (2023) masih berada pada kategori rendah. Hanya indikator *interpretation* (71,50%) dan *analysis* (68,75%) yang telah melampaui Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), sedangkan indikator *evaluation* (51,25%), *explanation* (48,25%), *inference* (46,00%), dan *self-regulation* (44,25%) masih berada di bawah KKM. Temuan tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis tingkat lanjut murid masih memerlukan penguatan melalui pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada murid untuk menganalisis, mengevaluasi, menarik kesimpulan, dan merefleksikan proses berpikirnya secara aktif.

Salah satu model pembelajaran yang berpotensi mengatasi permasalahan tersebut adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model ini menempatkan permasalahan kontekstual sebagai titik awal pembelajaran sehingga mendorong murid untuk melakukan

penyelidikan, mengumpulkan informasi, berdiskusi, serta menyusun solusi berdasarkan bukti yang diperoleh (Syamsidah & Suryani, 2018). Model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan model pembelajaran yang dilaksanakan melalui lima tahapan, yaitu mengorientasikan murid pada masalah, mengorganisasi murid untuk belajar, membimbing penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Ariyana *et al.*, 2018). Karakteristik tersebut menjadikan PBL mampu menciptakan pembelajaran yang berpusat pada murid dan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna (Mallu *et al.*, 2024). Tranas Cahyono & Dwikoranto (2021) juga melaporkan bahwa penerapan PBL mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis sekaligus pemahaman konsep fisika. Agar implementasi PBL berlangsung lebih optimal, diperlukan bahan ajar yang mampu memfasilitasi aktivitas penyelidikan secara sistematis. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah e-LKM, yaitu bahan ajar digital yang memungkinkan murid

mengakses materi, mengamati fenomena, mengumpulkan informasi, dan menyusun solusi secara terstruktur melalui perangkat digital (Kholifahtus *et al.*, 2021; Umaroh *et al.*, 2022). Pada penelitian ini, e-LKM diterapkan pada materi Energi Terbarukan karena materi tersebut berkaitan erat dengan berbagai permasalahan nyata di lingkungan sehingga sesuai dengan karakteristik pembelajaran berbasis masalah.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* yang didukung oleh e-LKM mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid. Yuliana (2023) melaporkan bahwa penerapan PBL berbantuan e-LKM pada materi gelombang cahaya menghasilkan nilai *N-gain* sebesar 0,796 dengan kategori tinggi. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Aini *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi elastisitas dinyatakan layak dan efektif dalam melatih serta meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid pada pembelajaran fisika. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut dilakukan pada materi yang berbeda sehingga belum

memberikan gambaran mengenai penerapan PBL berbantuan e-LKM pada materi Energi Terbarukan dalam pembelajaran fisika SMA. Selain itu, penelitian ini dilatarbelakangi oleh hasil pra-penelitian yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis murid, yang diukur menggunakan enam indikator menurut Facione (2023) masih berada pada kategori rendah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan *Problem Based Learning* berbantuan e-LKM Energi Terbarukan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid SMA. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif pembelajaran inovatif bagi guru fisika dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis murid serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai penerapan pembelajaran berbasis masalah yang didukung bahan ajar digital.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode *quasi experimental* menggunakan desain *Nonequivalent Control Group Design*.

Desain ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas konvensional, tanpa penentuan sampel secara acak (Sugiyono, 2023). Penelitian bertujuan untuk menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritis murid setelah diterapkan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan e-LKM Energi Terbarukan melalui pemberian *pre-test* sebelum perlakuan dan *post-test* setelah perlakuan.

Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 di SMA Hang Tuah 2 Sidoarjo. Subjek penelitian terdiri atas tiga kelas X, yaitu dua kelas eksperimen dan satu kelas konvensional yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan rekomendasi guru fisika dengan mempertimbangkan karakteristik dan kemampuan akademik murid. Kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 memperoleh pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan e-LKM Energi Terbarukan, sedangkan kelas konvensional memperoleh pembelajaran menggunakan metode

konvensional (pemberian ceramah dan latihan soal) pada materi yang sama.

Prosedur penelitian meliputi tiga tahap, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan tahap akhir. Tahap persiapan diawali dengan studi pendahuluan, penyusunan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian, serta validasi oleh dua dosen ahli Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Surabaya dan satu guru fisika SMA Hang Tuah 2 Sidoarjo. Tahap pelaksanaan meliputi pemberian *pre-test*, pelaksanaan pembelajaran sesuai perlakuan pada masing-masing kelas selama tiga pertemuan, pemberian *post-test* di ketiga kelas penelitian. Tahap akhir dilakukan melalui analisis data dan penyusunan laporan penelitian.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis dianalisis menggunakan *normalized gain (N-gain)*. Selanjutnya dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk dengan hipotesis H_0 : data berdistribusi normal dan H_1 : data tidak berdistribusi normal, serta uji homogenitas menggunakan Levene Test dengan hipotesis H_0 : data

memiliki varians yang homogen dan H_1 : data memiliki varians yang tidak homogen. Setelah memenuhi uji prasyarat, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji t-berpasangan dan uji t-independen. Uji t-berpasangan untuk mengetahui perbedaan keterampilan berpikir kritis sebelum dan sesudah perlakuan dengan hipotesis H_0 : tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis murid sebelum dan sesudah pembelajaran, dan H_1 : terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis murid sebelum dan sesudah pembelajaran. Selanjutnya, uji t-independen dilakukan terhadap nilai *N-gain* untuk mengetahui perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antar kelompok dengan hipotesis H_0 : tidak terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antar kelompok dan H_1 : terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antar kelompok. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan *software* SPSS Statistics dengan taraf signifikansi 0,05.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil *Pre-test* dan *Post-test*

Kelas	<i>Pre-test</i> (Mean)	<i>Post-test</i> (Mean)
Eksperimen 1	50,12	87,62
Eksperimen 2	49,63	86,89
Konvensional	48,53	68,87

Berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* pada Tabel 1, rata-rata nilai keterampilan berpikir kritis murid mengalami peningkatan pada seluruh kelas setelah proses pembelajaran. Kelas eksperimen 1 mengalami peningkatan dari 50,12 menjadi 87,62, sedangkan kelas eksperimen 2 meningkat dari 49,63 menjadi 86,89. Peningkatan tersebut lebih tinggi dibandingkan kelas konvensional. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan e-LKM Energi Terbarukan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid secara lebih optimal dibandingkan pembelajaran konvensional.

Tabel 2. Hasil Perhitungan *N-gain*

Kelas	<i>N-gain</i>	Kriteria
Eksperimen 1	0,74	Tinggi
Eksperimen 2	0,73	Tinggi
Konvensional	0,39	Sedang

Tabel 3. Kriteria *N-gain*

Nilai	Kriteria <i>N-gain</i>
$N-gain < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq N-gain < 0,7$	Sedang
$N-gain \geq 0,7$	Tinggi

(Adilla & Jatmiko, 2021)

Hasil tersebut diperkuat oleh nilai *N-gain* yang disajikan pada Tabel 2. Kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 memperoleh *N-gain* dengan kategori tinggi, sedangkan kelas konvensional hanya memperoleh nilai *N-gain* dengan kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan model PBL berbantuan e-LKM memberikan peningkatan keterampilan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional. E-LKM berperan sebagai media pembelajaran interaktif yang memfasilitasi murid dalam memahami permasalahan kontekstual, mengumpulkan informasi, berdiskusi, dan menyusun solusi secara sistematis sehingga proses berpikir kritis dapat berkembang secara optimal.

Tabel 4. Nilai *N-gain* Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Murid

Indikator	Eks 1	Eks 2	Konv
<i>Interpretation</i>	0,86	0,85	0,65
<i>Analysis</i>	0,91	0,92	0,67
<i>Inference</i>	0,82	0,81	0,66
<i>Explanation</i>	0,84	0,84	0,67
<i>Evaluation</i>	0,84	0,84	0,67
<i>Self-Regulation</i>	0,96	0,96	0,62

Kemudian berdasarkan Tabel 4, seluruh indikator keterampilan berpikir kritis pada kedua kelas eksperimen

memperoleh nilai *N-gain* dengan kategori tinggi, sedangkan kelas konvensional memperoleh *N-gain* dengan kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan e-LKM Energi Terbarukan mampu melatih kemampuan murid dalam mengontrol proses berpikir, menganalisis permasalahan, serta mengevaluasi solusi secara mandiri. Temuan ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan keterlibatan aktif murid dalam membangun pengetahuan melalui proses penyelidikan dan pemecahan masalah secara aktif (Subarjo *et al.*, 2023).

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas

Kelas	Sig.	Keputusan Hipotesis	Ket.
Eks 1	0,057	H ₀ diterima	Data berdistribusi normal
Eks 2	0,067	H ₀ diterima	
Konv	0,183	H ₀ diterima	

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas

Kelas	Sig.	Keputusan Hipotesis	Ket.
Seluruh kelas	0,170	H ₀ diterima	Varians homogen

Selanjutnya dilakukan uji prasyarat analisis berupa uji normalitas dan uji homogenitas dan diperoleh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), sehingga H₀ diterima, yang

menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen. Karena hasil uji statistik prasyarat menunjukkan bahwa data penelitian memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas sehingga analisis dilanjutkan menggunakan uji parametrik berupa uji t-berpasangan dan uji t-independen.

Hasil uji t-berpasangan menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,001 ($p < 0,05$), sehingga H₀ ditolak dan H₁ diterima, yang menunjukkan terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis murid setelah pembelajaran pada seluruh kelas.

Tabel 7. Hasil Uji t-berpasangan

Kelas	Sig. (2-tailed)	Keputusan Hipotesis	Ket.
Eks 1	<0,001	H ₀ ditolak	Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis murid sebelum dan sesudah pembelajaran.
Eks 2	<0,001	H ₀ ditolak	
Konv	<0,001	H ₀ ditolak	

Selain itu, hasil uji t-independen antara kelas eksperimen dan kelas

konvensional menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,001 ($p < 0,05$), sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang mengindikasikan terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis murid yang signifikan antara kedua kelompok. Sementara itu, hasil uji t-independen antara kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,700 ($p > 0,05$), sehingga H_0 diterima, yang berarti tidak terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis yang signifikan antara kedua kelas.

Tabel 8. Hasil Uji t-independen

Kelompok	Sig. (2-tailed)	Keputusan Hipotesis	Ket.
Konv dan Eks 1	<0,001	H_0 ditolak	Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antar kelompok.
Konv dan Eks 2	<0,001	H_0 ditolak	Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antar kelompok.
Eks 1 dan Eks 2	0,700	H_0 diterima	Tidak terdapat perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis antar kelompok.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa penerapan model *Problem*

Based Learning (PBL) berbantuan e-LKM Energi Terbarukan memberikan hasil yang konsisten pada kedua kelas eksperimen. Peningkatan keterampilan berpikir kritis tersebut didukung oleh karakteristik model PBL yang menempatkan murid sebagai pusat pembelajaran melalui aktivitas pemecahan masalah secara kolaboratif.

Selama proses pembelajaran, murid mengidentifikasi permasalahan, mengumpulkan informasi, menyusun alternatif solusi, serta mempresentasikan hasil diskusi dengan bantuan e-LKM sebagai media pembelajaran. Proses tersebut sesuai dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar. Dengan demikian, penerapan model PBL berbantuan e-LKM materi Energi Terbarukan mampu menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna sekaligus melatih keterampilan berpikir kritis murid.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Putri *et al.* (2026), Yuliana (2023), serta Sujanem & Putu Suwindra (2023) yang melaporkan bahwa integrasi model *Problem*

Based Learning dengan media pembelajaran digital mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid secara signifikan. Oleh karena itu, model PBL berbantuan e-LKM dapat dijadikan sebagai alternatif pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid pada materi Energi Terbarukan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan e-LKM Energi Terbarukan berhasil meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid SMA. Peningkatan tersebut ditunjukkan oleh rata-rata *N-gain* kelas eksperimen yang berada pada kategori tinggi serta didukung oleh hasil uji t-berpasangan dan uji t-independen yang menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis murid yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilla, I. N., & Jatmiko, B. (2021). Keefektifan Pembelajaran Daring Fisika SMA berbasis Probing Prompting untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(3), 426–435.
<https://doi.org/10.33369/pendipa.5.3.426-435>
- Aini, M., Ali, L. U., & Suhirman. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Elastisitas Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis. *CAHAYA: Journal of Research on Science Education*, 1(2), 73–91.
<https://doi.org/10.70115/cahaya.v1i2.73>
- Amalia, F., & Kustijono, R. (2017). Efektifitas penggunaan E-Book dengan Sigil untuk melatih kemampuan berpikir kritis. *Proceedings of the Universitas Negeri Surabaya Physics Seminar*, 1, 81–85.
- Arifah, N., Kadir, F., & Nuroso, H. (2021). Hubungan antara model pembelajaran problem based learning dengan kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran fisika murid. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya*, 4(1), 14–20.
<https://doi.org/10.46918/karst.v4i1.946>
- Ariyana, Y., Ari Pudjiastuti MPd Reisky Bestary, M., & Zamroni, Mp. (2018). *Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi Pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*.

- Asniar, Nurhayati, & Khaeruddin. (2022). *Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Fisika Peserta Didik di SMAN 11 Makassar*. 18(2), 140–151.
- Facione, P. A. (2023). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Insight Assessment.
- Jamil, S., & Murniati, A. (2025). Integrasi Keterampilan Abad 21 4C (Critical Thinking, Creativity, Collaboration, Communication) Dalam Pembelajaran Fikih di MAS Tahfidz Rokan Hulu. *Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, 1(6), 10677–10685.
- Kholifahtus, Y. F., Agustiniingsih, A., & Wardoyo, A. A. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS. *EduStream: Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(2), 143–151. <https://doi.org/10.26740/eds.v5n2.p143-151>
- Mallu, S., Irani, U. Z., Yulianti, R., Rulangi, R., Kurniawati, I., Nurul Hidayah, S., Warma, A., Setyorini, I. P., Siregar, M., Hasanah, U., Shoufika Hilyana, F., Djerubu, D., Effendi, H., & Jaya, I. (2024). *Problem-Based Learning dalam Kurikulum Merdeka PT. Mifandi Mandiri Digital*.
- Putri, J. A., Gunawan, B., & Putri, D. H. (2026). The Effect of Problem-Based Learning Assisted by Wizer.Me e-LKPD on High School Students' Critical Thinking Skills in Renewable Energy. *Navigation Physics: Journal of Physics Education*, 8(1).
- Sari, M. P., & Emiliannur. (2025). *Analisis Kebutuhan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning Untuk Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Dinamika Partikel*. 6(2), 99–108.
- Subarjo, M. D. P., Suarni, N. K., & Margunayasa, I. G. (2023). Analisis Penerapan Pendekatan Teori Belajar Konstruktivisme pada Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(1), 313–318. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v9i1.834>
- Sudirman, Anggereni, S., Marlinda, N. L. P. M., Silalahi, E. K., Fitriani, A., Siregar, H. T., Br Pa, R. H., Azizah, N. N., Hidayat, Saputri, M., Wirda, Nasrianty, & Karim, S. (2023). *Implementasi Pembelajaran Abad 21* (B. B. I. Pengetahuan, Ed.). CV Media Sains Indonesia.
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sujanem, R., & Putu Suwindra, I. N. (2023). *Problem-Based Interactive Physics E-Module In Physics Learning Through*

- Blended Pbl To Enhance Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 135–145. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.39971>
- Sukaesih, S. (2023). Mewujudkan generasi cerdas, kompetitif, dan berkarakter abad ke-21. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*. FMIPA UNNES.
- Syamsidah, & Suryani, H. (2018). *Model problem based learning (PBL*. Deepublish.
- Tranias Cahyono, B. D., & Dwikoranto, D. (2021). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis pada Siswa. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(1), 1–7.
- Umaroh, U., Novaliyosi, N., & Setiani, Y. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKM) Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Memfasilitasi Kemampuan Penalaran Peserta Didik pada Materi Lingkaran. *Wilangan: Jurnal Inovasi Dan Riset Pendidikan Matematika*, 3(1), 61–70.
- Yuliana, R. (2023). *Pengaruh model PBL berbantuan E-LKPD terhadap kemampuan berpikir kritis*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.