



PENGARUH PENERAPAN LKPD BERBASIS PjBL TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN HASIL BELAJAR KOGNITIF SISWA

Ewi Suhendri^{1*}, Titi Laily Hajiriah², & Ida Royani³

^{1,2,&3}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan, Universitas Pendidikan Mandalika, Jalan Pemuda Nomor 59A, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83125, Indonesia

*Email: ewisuhendri@gmail.com

Submit: 02-04-2026; Revised: 13-07-2026; Accepted: 14-07-2026; Published: 17-07-2026

ABSTRAK: Penelitian pre-eksperimental dengan desain *one group pretest-posttest* ini bertujuan untuk menguji kevalidan dan efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada materi pencemaran lingkungan terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif siswa. Populasi penelitian melibatkan seluruh siswa SMAN 8 Mataram, dengan sampel kelas X MIPA 1 yang dipilih melalui teknik *non-random sampling*. Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes esai berpikir kritis (6 butir), tes pilihan ganda kognitif (12 butir), dan lembar validasi ahli. Analisis data menggunakan indeks Aiken's V untuk validitas dan formula *N-Gain* untuk mengukur peningkatan kompetensi. Hasil penelitian menunjukkan seluruh perangkat berada pada kategori sangat valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,89 (modul ajar), 0,76 (LKPD), 0,87 (tes berpikir kritis), dan 0,89 (tes kognitif). Penerapan LKPD berbasis PjBL terbukti cukup efektif meningkatkan kemampuan siswa, ditunjukkan oleh nilai *N-Gain* keterampilan berpikir kritis sebesar 0,57 (efektivitas 57,55%) dan hasil belajar kognitif sebesar 0,56 (efektivitas 56,20%). Integrasi sintaks PjBL dalam LKPD ini efektif memfasilitasi kemandirian berpikir dan penguasaan konsep esensial siswa.

Kata Kunci: Hasil Belajar Kognitif, Keterampilan Berpikir Kritis, LKPD Berbasis PjBL.

ABSTRACT: This pre-experimental study, utilizing a *one-group pretest-posttest* design, aimed to examine the validity and effectiveness of a *Project-Based Learning* (PjBL)-based Student Worksheet on the topic of environmental pollution regarding students' critical thinking skills and cognitive learning outcomes. The study population comprised all students at SMAN 8 Mataram, with class X MIPA 1 selected as the sample using a *non-random sampling* technique. Data were collected using instruments consisting of a critical thinking essay test (6 items), a cognitive multiple-choice test (12 items), and expert validation sheets. Data analysis employed Aiken's V index for validity and the *N-Gain* formula to measure competency improvement. The results indicated that all materials fell into the "highly valid" category, with average Aiken's V indices of 0.89 (teaching module), 0.76 (LKPD), 0.87 (critical thinking test), and 0.89 (cognitive test). The implementation of the PjBL-based LKPD proved sufficiently effective in enhancing student abilities, as evidenced by *N-Gain* scores of 0.57 for critical thinking skills (57.55% effectiveness) and 0.56 for cognitive learning outcomes (56.20% effectiveness). Integrating PjBL syntax into this LKPD effectively facilitated independent thinking and students' mastery of essential concepts.

Keywords: Cognitive Learning Outcomes, Critical Thinking Skills, PjBL-based Student Worksheet.

How to Cite: Suhendri, E., Hajiriah, T. L., & Royani, I. (2026). Pengaruh Penerapan LKPD Berbasis PjBL terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(3), 1785-1805. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i3.1209>



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan is Licensed Under a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



PENDAHULUAN

Kebijakan Kurikulum Merdeka yang diterapkan oleh pemerintah bertujuan untuk menciptakan pembelajaran yang lebih fleksibel, fokus pada materi esensial, serta mengembangkan karakter dan kompetensi peserta didik. Salah satu karakteristik utamanya adalah pengembangan kompetensi dan karakter peserta didik yang berlandaskan pada nilai-nilai Pancasila melalui implementasi *project based learning* (Nurbani *et al.*, 2024; Vhalery *et al.*, 2022). Model *Project Based Learning* (PjBL) merupakan salah satu alternatif strategi pembelajaran biologi yang direkomendasikan untuk menstimulasi dan mencapai elemen pemahaman sains serta keterampilan proses (Hamidah *et al.*, 2023). Pembelajaran biologi sangat sesuai dengan PjBL, karena mampu mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui proses pemecahan masalah yang autentik dan berbasis proyek. Salah satu bentuk media pembelajaran yang dapat digunakan untuk mendukung implementasi ini adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (Suaidiah *et al.*, 2024).

LKPD berbasis PjBL disusun untuk memberikan panduan langkah-langkah kerja yang sistematis dalam melaksanakan proyek, sehingga dapat memfasilitasi peserta didik untuk berpikir kritis (Wahyudi & Adipitoyo, 2025). Panduan langkah-langkah kerja yang sistematis tersebut meliputi: 1) memulai dengan pertanyaan esensial, yaitu menghadirkan pertanyaan yang relevan dengan dunia nyata untuk memicu rasa ingin tahu peserta didik; 2) merancang rencana proyek secara kolaboratif, mencakup aturan kerja, pemilihan aktivitas, serta identifikasi alat dan bahan; 3) menyusun jadwal pelaksanaan proyek yang memuat *timeline* dan batas waktu; 4) *monitoring*; 5) mengevaluasi hasil proyek; dan 6) melakukan refleksi (Nababan *et al.*, 2023).

Pada penelitian ini, LKPD yang disusun adalah LKPD berbasis PjBL pada materi pencemaran lingkungan. LKPD berbasis PjBL difasilitasi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada indikator yang diukur adalah klarifikasi dasar, keputusan dasar, inferensi, penjelasan lebih lanjut, menalar dan pengintegrasian, serta kemampuan tambahan. Berdasarkan hal tersebut, diharapkan juga dapat meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik, dengan indikator yang diukur sesuai dengan tingkatan indikator keterampilan berpikir kritis C4 hingga C6.

Kurikulum Merdeka yang berlandaskan pada nilai-nilai Pancasila melalui implementasi PjBL bertujuan untuk mengembangkan pendidikan yang lebih holistik dan mencakup pengembangan karakter, keterampilan, dan kemampuan berpikir siswa (Vhalery *et al.*, 2022). Salah satu keterampilan yang penting untuk dilatih pada pembelajaran adalah keterampilan berpikir kritis (Ramdani *et al.*, 2020). Berpikir kritis adalah kemampuan untuk menganalisis situasi berdasarkan fakta dan bukti, sehingga dapat diambil suatu simpulan yang tepat. Selain itu, berpikir kritis juga mencakup kemampuan untuk mengembangkan dan menjelaskan argumen berdasarkan data yang ada (Agnafia, 2019).

Kemampuan berpikir kritis sangat penting dalam pembelajaran, terutama dalam mata pelajaran biologi. Ketika siswa tidak difasilitasi untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, siswa akan mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah atau persoalan dalam pembelajaran biologi. Hal ini



dapat menyulitkan siswa dalam memahami konsep-konsep biologi yang berdampak pada kurangnya perkembangan pengetahuan dan menyebabkan rendahnya hasil belajar (Efendi & Safnowandi, 2016; Mareti *et al.*, 2021).

Siswa dengan keterampilan berpikir kritis yang rendah seringkali kurang aktif dalam proses pembelajaran. Mereka cenderung hanya menerima informasi dari guru tanpa melakukan penyaringan atau mengekspresikan pendapat mereka sendiri. Kondisi ini menyebabkan pemahaman materi yang kurang mendalam. Akibatnya, ketika guru memberikan evaluasi untuk mengukur pemahaman materi, siswa mungkin memperoleh nilai yang tidak memuaskan, sehingga hal tersebut memengaruhi hasil belajar mereka secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk merangsang dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa selama proses pembelajaran agar dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara efektif (Mareti *et al.*, 2021).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik Indonesia dapat dikategorikan rendah (Hulu *et al.*, 2024). Sejalan dengan hasil penelitian *Program for International Student Assessment (PISA)* 2022 yang diumumkan pada 5 Desember 2023, menunjukkan bahwa Indonesia menempati peringkat ke-68 dengan skor 379 untuk matematika, 398 untuk sains, dan 371 untuk membaca. Skor-skor ini masih di bawah rata-rata negara-negara OECD, mengindikasikan perlunya perbaikan dalam metode pendidikan di Indonesia, khususnya dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis (Putrawangsa & Hasanah, 2022). Pentingnya pengembangan keterampilan berpikir kritis tersebut karena dapat berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik (Insyasiska *et al.*, 2017).

Kesenjangan kontekstual (*practical gap*) pertama terlihat dari kontradiksi antara regulasi nasional dengan realitas di tingkat sekolah. Secara makro, Kurikulum Merdeka mengamanatkan implementasi model pembelajaran inovatif seperti PjBL untuk membekali siswa dengan kecakapan kompetensi abad ke-21 (Nurbani *et al.*, 2024; Vhalery *et al.*, 2022). Tuntutan ini mendesak demi memperbaiki kemerosotan skor literasi sains dan matematika Indonesia yang berada di bawah rata-rata negara OECD berdasarkan laporan PISA 2022 (Putrawangsa & Hasanah, 2022). Namun, temuan riil menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik Indonesia secara umum masih dikategorikan rendah (Hulu *et al.*, 2024). Kondisi empiris ini terbukti lewat observasi langsung di SMAN 8 Mataram, dimana perangkat modul ajar, LKPD, hingga instrumen evaluasi biologi belum diorientasikan untuk memfasilitasi indikator berpikir kritis siswa. Dampak dari ketidaktersediaan perangkat yang adaptif ini membuat siswa pasif, kurang mendalam memahami konsep biologi, dan berujung pada rendahnya capaian hasil belajar kognitif secara keseluruhan (Mareti *et al.*, 2021).

Kesenjangan materi (*material gap*) kedua terletak pada kelemahan desain struktural bahan ajar harian yang digunakan dalam pembelajaran. Secara teoretis, LKPD berbasis PjBL harus dirancang secara mekanis untuk memandu siswa melewati enam tahapan kerja sistematis, mulai dari pertanyaan esensial hingga fase refleksi (Nababan *et al.*, 2023). Integrasi panduan sistematis tersebut sangat krusial, karena LKPD berbasis PjBL berfungsi sebagai media utama untuk



menstimulasi rasa ingin tahu dan memfasilitasi nalar kritis siswa secara bertahap (Wahyudi & Adipitoyo, 2025). Kendati demikian, kajian literatur mengonfirmasi bahwa penyusunan lembar tugas harian sering kali masih bersifat konvensional atau hanya berorientasi pada penyelesaian administratif semata (Aninda *et al.*, 2020). Terdapat kelalaian dalam merumuskan instruksi aktivitas yang melatih penalaran analitis, sehingga fungsi lembar kerja sebagai pendorong siswa untuk berpikir kritis melalui proyek-proyek nyata belum berjalan secara optimal (Harahap *et al.*, 2021).

Kesenjangan empiris (*variable gap*) ketiga berkaitan dengan pembuktian hubungan sebab-akibat antarvariabel penelitian secara terpadu di dalam kelas. Pembelajaran biologi pada dasarnya sangat relevan dengan PjBL, karena model ini mampu melatih elemen pemahaman sains sekaligus keterampilan proses melalui pemecahan masalah autentik (Hamidah *et al.*, 2023; Suaidiah *et al.*, 2024). Penguatan performa berpikir kritis ini sangat penting, karena terbukti memberikan pengaruh linear yang signifikan terhadap peningkatan penguasaan konsep dan hasil belajar peserta didik (Insyasiska *et al.*, 2017; Ramdani *et al.*, 2020). Namun, mayoritas peneliti terdahulu masih menguji efektivitas perangkat secara parsial, dan hanya mengukur variabel hasil belajar saja atau mengukur keterampilan berpikir kritis secara terpisah. Masih sangat jarang ditemukan penelitian yang secara simultan mengintegrasikan solusi intervensi LKPD berbasis proyek untuk menjawab akar masalah riil sekolah, sekaligus mengukur dampaknya terhadap profil berpikir kritis Ennis dan tingkat hasil belajar kognitif (C4–C6) siswa dalam satu ekosistem yang utuh.

Berdasarkan uraian di atas, maka penting untuk melakukan penelitian dengan judul “Penerapan LKPD Berbasis *Project Based Learning* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Pencemaran Lingkungan”. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat kevalidan produk LKPD berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada materi pencemaran lingkungan yang dikembangkan, serta menganalisis kuantum peningkatan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif peserta didik di SMAN 8 Mataram setelah penerapan perangkat pembelajaran tersebut.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen kuasi dengan kategori *pre-experimental* menggunakan rancangan *one group pretest-posttest design*. Pemilihan desain ini didasarkan pada efisiensi waktu dan keterbatasan sumber daya di lapangan, namun tetap mengendalikan variabel pengganggu seperti karakteristik awal, motivasi, dan kemampuan dasar peserta didik melalui pemberian instrumen tes awal (*pre-test*). Desain eksperimen ini secara visual disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. One Group Pretest-Posttest Design.

<i>Pre-test</i>	Perlakuan	<i>Post-test</i>
O ₁	X	O ₂

Sumber: Sugiyono (2015).

Keterangan:

O₁ = *Pre-test* untuk menguji keterampilan penyelesaian masalah siswa masalah sebelum diberikan



perlakuan;

X = Perlakuan model pembelajaran LKS berbasis etnosains; dan

O₂ = *Post-test* untuk menguji keterampilan penyelesaian masalah setelah diberi perlakuan.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMAN 8 Mataram. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik *non-random sampling* berdasarkan kriteria tertentu (*purposive*), sehingga ditetapkan siswa kelas X MIPA 1 SMAN 8 Mataram sebagai kelas intervensi. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 yang diselenggarakan secara penuh dengan masa penyampaian materi biologi mengenai pencemaran lingkungan di sekolah tersebut.

Instrumen Penelitian

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi: 1) instrumen tes keterampilan berpikir kritis, yaitu berupa tes subjektif berbentuk esai sebanyak 6 butir soal yang mewakili indikator berpikir kritis Ennis; 2) instrumen tes hasil belajar kognitif, yaitu berupa tes objektif berbentuk pilihan ganda sebanyak 12 butir soal yang mengukur ranah taksonomi kognitif tingkat tinggi berlevel C4 hingga C6; dan 3) lembar validasi ahli, yaitu digunakan oleh 4 validator ahli untuk menilai kelayakan modul ajar dan LKPD berbasis PjBL menggunakan lembar penilaian berskala *Likert* 1-5 dengan ketentuan skor, yaitu sangat kurang (1), kurang (2), cukup (3), baik (4), dan sangat baik (5) (Riduwan, 2016).

Teknik Analisis Data

Uji Validitas

Proses analisis data untuk setiap butir pernyataan pada angket validasi instrumen menggunakan formula Aiken's V (Aiken, 1985).

$$V = \frac{\sum s}{(n(c-1))}$$

Keterangan:

V = Indeks validitas;

$\sum s$ = r-1o;

r = Angka yang diberikan oleh penilai;

1o = Angka penilaian validitas yang terendah yakni (1);

c = Angka penilaian validitas tertinggi yakni (4); dan

n = Jumlah validator.

Berdasarkan hasil uji validasi dari ketiga validator kemudian dilakukan interpretasi data berdasarkan kriteria kevalidan. Tingkat kevalidan ditentukan berdasar Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Kevalidan Perangkat (Aiken, 1985).

Rentang Nilai	Tingkat Validasi
$V \geq 0.4$	Kurang Valid
$0.4 > V < 0.8$	Valid
$V \geq 0.8$	Sangat Valid

Analisis Deskriptif

Teknik analisis data untuk tes keterampilan berpikir kritis siswa pada materi pencemaran lingkungan dianalisis menggunakan persamaan berikut:

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera>



$$\text{Skor} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Uji N-Gain

Teknik analisis data untuk melihat peningkatan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar menggunakan *N-Gain score*. *N-Gain* memberikan gambaran umum peningkatan skor hasil pembelajaran antara sebelum dan sesudah diterapkan suatu perlakuan (Hake, 1999). Adapun rumus uji *N-Gain* sebagai berikut:

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{Skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{Skor ideal} - \text{skor pretest}} \times 100$$

Kategori atau tafsiran dari nilai *N-Gain score* dapat menggunakan nilai *N-Gain* langsung atau dalam bentuk persentase. Berikut adalah tabel pembagian skor *N-Gain* yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Kriteria N-Gain.

Nilai N-Gain	Kategori
$G > 0.7$	Tinggi
$0.3 \leq G \leq 0.7$	Sedang
$G < 0.3$	Rendah

Tabel 4. Tafsiran Efektivitas Standar N-Gain.

Persentase	Kategori
$< 40\%$	Tidak efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif
$40 - 55\%$	Kurang efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif
$56 - 75\%$	Cukup efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif
$> 76\%$	Efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil Uji Validasi Instrumen

Validasi instrumen dilakukan oleh empat orang ahli yang berkompeten pada bidangnya. Instrumen yang divalidasi berupa modul ajar, LKPD, instrumen tes *essay* keterampilan berpikir kritis, dan instrumen tes pilihan ganda hasil belajar kognitif. Proses validasi bertujuan untuk memastikan bahwa setiap instrumen memiliki kelayakan isi, konstruksi, dan bahasa sebelum digunakan dalam penelitian. Adapun hasil validasi sebagai berikut:

1) Hasil Validasi Modul Ajar

Validitas modul ajar dianalisis menggunakan indeks Aiken's V, mencakup tiga komponen utama, yaitu kevalidan isi, kevalidan penyajian, dan kevalidan bahasa. Hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Modul Ajar.

No.	Komponen	Indeks Aiken's V	Keterangan
1	Kevalidan Isi	0.83	Sangat Valid
2	Kevalidan Penyajian	0.85	Sangat Valid
3	Kevalidan Bahasa	1	Sangat Valid
	Rata-rata	0.89	Sangat Valid



Tabel 5 menunjukkan hasil validasi modul ajar yang secara keseluruhan memiliki rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,89 dengan kategori sangat valid. Secara rinci, kevalidan isi memperoleh skor 0,83 yang dikategorikan sangat valid, menunjukkan bahwa konten dalam modul telah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan substansi materi yang relevan. Kevalidan penyajian memiliki nilai 0,85 dan termasuk dalam kategori sangat valid, mengindikasikan bahwa tampilan dan alur penyampaian materi cukup baik, namun masih memiliki ruang untuk perbaikan. Sedangkan aspek kevalidan bahasa memperoleh nilai sempurna, yaitu 1 yang berarti penggunaan bahasa sangat baik, komunikatif, dan mudah dipahami oleh peserta didik.

2) Hasil Validasi LKPD

Validitas LKPD dianalisis menggunakan indeks Aiken's V mencakup tiga komponen utama, yaitu kevalidan isi, kevalidan penyajian, dan kevalidan bahasa. Hasil validasi sebagaimana tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi Lembar Kerja Peserta Didik.

No.	Komponen	Indeks Aiken's V	Keterangan
1	Kevalidan Isi	0.79	Valid
2	Kevalidan Penyajian	0.69	Valid
3	Kevalidan Bahasa	0.81	Sangat Valid
	Rata-rata	0.76	Valid

Berdasarkan Tabel 6, LKPD dinyatakan valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,76. Kevalidan isi memperoleh nilai 0,79, menunjukkan kesesuaian materi dengan kompetensi. Kevalidan penyajian sebesar 0,69 menunjukkan alur dan petunjuk tersusun baik. Kevalidan bahasa bernilai 0,81, menandakan bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami. LKPD layak digunakan dengan revisi pada beberapa aspek. Hasil validasi ini menunjukkan bahwa LKPD telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan ajar.

3) Hasil Validasi Instrumen Berpikir Kritis

Validitas instrumen berpikir kritis dianalisis menggunakan indeks Aiken's V yang mencakup tiga komponen utama, yaitu kevalidan isi, kevalidan penyajian, dan kevalidan bahasa. Hasil validasi sebagaimana tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Validasi Instrumen Berpikir Kritis.

No.	Komponen	Indeks Aiken's V	Keterangan
1	Kevalidan Isi	0.86	Sangat Valid
2	Kevalidan Penyajian	0.88	Sangat Valid
3	Kevalidan Bahasa	0.88	Sangat Valid
	Rata-rata	0.87	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 7, instrumen berpikir kritis dinyatakan sangat valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,87. Kevalidan isi memperoleh nilai 0,86 yang menunjukkan bahwa butir-butir dalam instrumen telah sesuai dengan indikator berpikir kritis. Kevalidan penyajian mendapatkan skor 0,88 yang menandakan bahwa format dan petunjuk pengerjaan soal sangat jelas dan sistematis. Kevalidan bahasa juga memperoleh skor 0,88 yang menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan sangat komunikatif dan mudah dipahami.



4) Hasil Validasi Instrumen Hasil Belajar Kognitif

Validitas instrumen hasil belajar kognitif dianalisis menggunakan indeks Aiken's V yang mencakup kevalidan materi, konstruksi, penyajian, dan kevalidan bahasa. Hasil validasi sebagaimana tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Validasi Instrumen Hasil Belajar Kognitif.

No.	Komponen	Indeks Aiken's V	Keterangan
1	Kevalidan Materi	0.88	Sangat Valid
2	Kevalidan Konstruksi	0.92	Sangat Valid
3	Kevalidan Penyajian	0.94	Sangat Valid
4	Kevalidan Bahasa	0.83	Sangat Valid
	Rata-rata	0.89	Sangat Valid

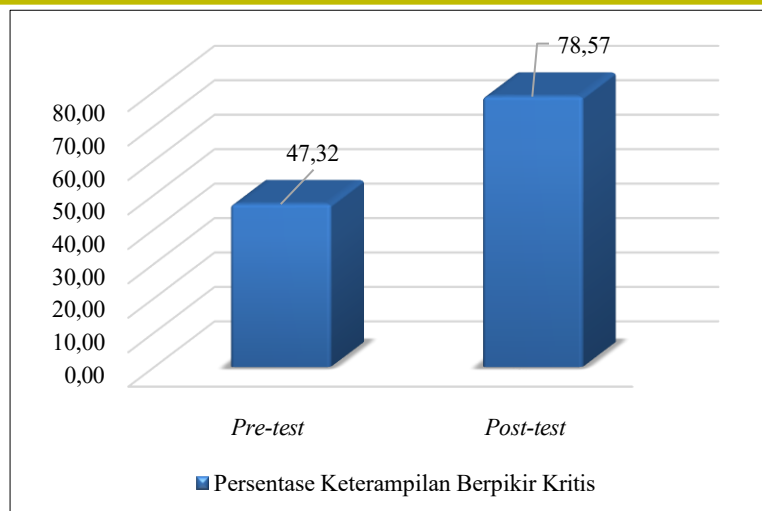
Berdasarkan Tabel 8, instrumen hasil belajar kognitif dinyatakan sangat valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,89. Kevalidan materi memperoleh nilai 0,88 yang menunjukkan bahwa isi soal sesuai dengan kompetensi yang diukur. Kevalidan konstruksi dan bahasa masing-masing bernilai 0,92 dan 0,94 yang menandakan bahwa susunan soal serta penggunaan bahasa sudah tepat dan jelas. Kevalidan penyajian mendapat skor sempurna, yaitu 0,94 yang menunjukkan bahwa format dan petunjuk pengerjaan soal sangat jelas dan sistematis.

Hasil Uji Keterampilan Berpikir Kritis

Pada penelitian ini dilakukan penerapan LKPD berbasis PjBL yang bertujuan untuk menganalisis efektivitasnya terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Uji coba menggunakan *one grup pretest-posttest design*. Dalam *design* ini, sebelum perlakuan diberikan terlebih dahulu dilakukan *pre-test* (tes awal sebelum diterapkan LKPD berbasis PjBL), dan diberikan *post-test* (tes akhir setelah diterapkan LKPD berbasis PjBL). Rancangan *one group pretest-posttest* dipilih karena memungkinkan pengukuran yang akurat terhadap perubahan yang terjadi pada peserta didik setelah diberikan intervensi berupa LKPD berbasis PjBL. Rancangan ini efektif untuk mengidentifikasi peningkatan keterampilan berpikir kritis melalui perbandingan antara nilai *pre-test* (sebelum intervensi) dan *post-test* (setelah intervensi). Hasil uji coba sebagai berikut:

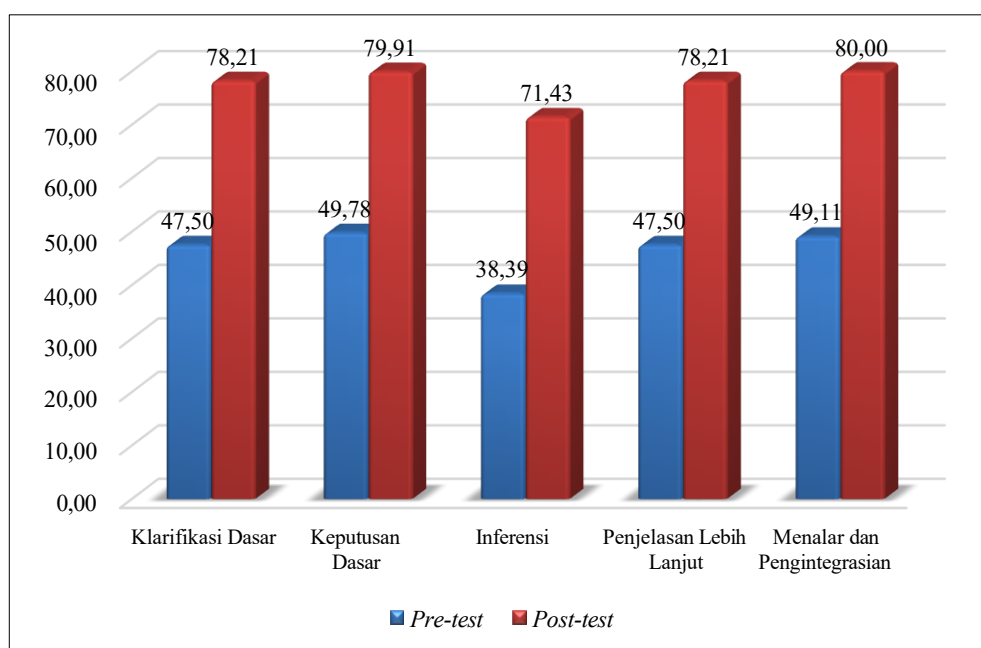
1) Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis diukur menggunakan teknik tertulis dengan bentuk soal tes *essay*. Soal tes disusun berdasarkan tujuan pembelajaran dan disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis. Hasil *pre-test* dan *post-test* kemudian dianalisis untuk mengetahui perubahan keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Analisis dilakukan dengan membandingkan skor yang diperoleh pada saat *pre-test* dan *post-test* sehingga dapat diketahui tingkat peningkatan keterampilan berpikir kritis. Data yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi efektivitas penerapan model pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil analisis tersebut juga menjadi acuan dalam menarik simpulan mengenai pencapaian tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Persentase hasil *pre-test* dan *post-test* keterampilan berpikir kritis disajikan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Perbandingan Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Keterampilan Berpikir Kritis.

Berdasarkan Gambar 1, terjadi peningkatan pada keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya LKPD berbasis PjBL. Nilai rata-rata *pre-test* sebesar 47,32 meningkat menjadi 78,57 pada *post-test*. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis PjBL memberikan dampak positif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.



Gambar 2. Perbandingan Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Keterampilan Berpikir Kritis per Indikator.

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan hasil *pre-test* dan *post-test* keterampilan berpikir kritis per indikator, semua aspek menunjukkan peningkatan setelah penerapan LKPD berbasis PjBL. Nilai rata-rata *pre-test* untuk klarifikasi dasar adalah 47,50 dan meningkat menjadi 78,21 pada *post-test*. Keputusan dasar



naik dari 49,78 menjadi 79,91. Inferensi meningkat dari 38,39 menjadi 71,43. Penjelasan lebih lanjut naik dari 47,50 menjadi 78,21, dan menalar meningkat dari 49,11 menjadi 80,00. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis PjBL efektif meningkatkan berbagai indikator keterampilan berpikir kritis peserta didik.

2) Hasil Uji *N-Gain* Keterampilan Berpikir kritis

N-Gain dapat memberikan gambaran umum peningkatan skor keterampilan berpikir kritis antara sebelum dan sesudah diterapkannya LKPD berbasis PjBL. Peningkatan skor tersebut diperoleh melalui selisih antara tes awal dan tes akhir yang dinormalisasi dengan selisih skor maksimal dengan nilai tes awal yang diperoleh peserta didik. Hasil uji *N-Gain* keterampilan berpikir kritis disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kritis.

No.	Komponen	Hasil	Kategori Skor <i>N-Gain</i>
1	Perolehan <i>N-Gain</i>	0.57	Sedang
2	Tafsiran Efektivitas Standar <i>N-Gain</i>	57.55 %	Cukup Efektif

Berdasarkan Tabel 9, perolehan skor *N-Gain* untuk keterampilan berpikir kritis sebesar 0,57 yang termasuk dalam kategori sedang. Interpretasi efektivitas berdasarkan standar *N-Gain* menunjukkan nilai 57,55% yang berarti pembelajaran menggunakan LKPD berbasis PjBL tergolong cukup efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Tabel 10. Rekapitulasi Hasil *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kritis per Indikator.

Indikator Berpikir Kritis	<i>N-Gain Score</i>	Kategori	(%)	Efektivitas
Klarifikasi Dasar	0.59	Sedang	58.50	Cukup Efektif
Keputusan Dasar	0.60	Sedang	60.00	Cukup Efektif
Inferensi	0.54	Sedang	53.62	Kurang Efektif
Penjelasan Lebih Lanjut	0.59	Sedang	58.50	Cukup Efektif
Menalar	0.61	Sedang	60.70	Cukup Efektif

Berdasarkan Tabel 10, rendahnya skor inferensi (0,54) dibandingkan indikator lainnya disebabkan oleh karakteristik sintaks PjBL dan desain LKPD yang masih berfokus pada pengumpulan data faktual, sehingga kurang memfasilitasi kemampuan deduktif siswa. Temuan ini linier dengan tingginya capaian kognitif C1 akibat aktivitas berbasis proyek, namun rendahnya C6 yang terjadi akibat keterbatasan waktu pada fase refleksi dan evaluasi produk dalam implementasi LKPD. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi instrumen soal penalaran dan peningkatan porsi refleksi kritis dalam LKPD untuk menyeimbangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

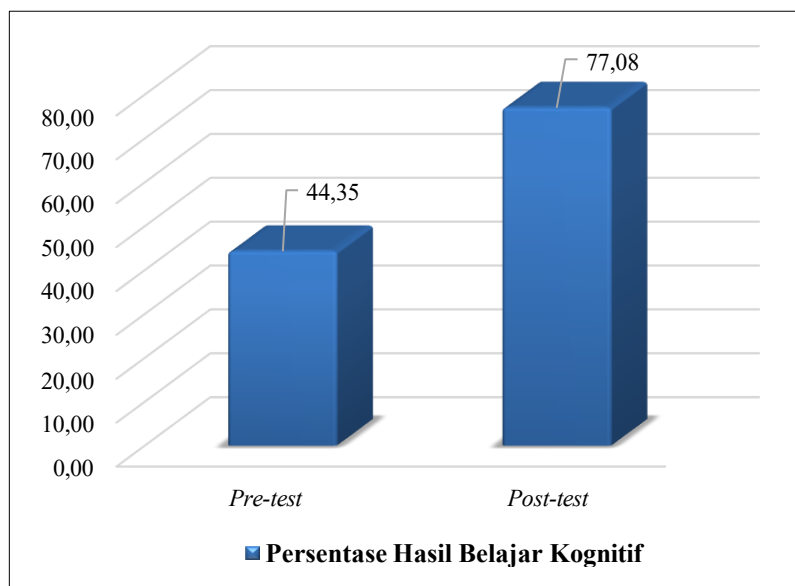
Hasil Uji Hasil Belajar Kognitif

Pada penelitian ini, dilakukan penerapan LKPD berbasis PjBL yang bertujuan untuk menganalisis efektivitasnya terhadap hasil belajar kognitif siswa. Uji coba menggunakan *one grup pretest-posttest design*. Dalam *design* ini sebelum perlakuan diberikan, terlebih dahulu dilakukan *pre-test* (tes awal sebelum diterapkan LKPD berbasis PjBL), dan diberikan *post-test* (tes akhir setelah diterapkan LKPD berbasis PjBL). Rancangan *one group pretest-posttest* dipilih karena memungkinkan pengukuran yang akurat terhadap perubahan yang terjadi

pada peserta didik setelah diberikan intervensi berupa LKPD berbasis PjBL. Rancangan ini efektif untuk mengidentifikasi peningkatan hasil belajar kognitif melalui perbandingan antara nilai *pre-test* dan *post-test*. Hasil uji coba sebagai berikut:

1) Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test* Hasil Belajar Kognitif

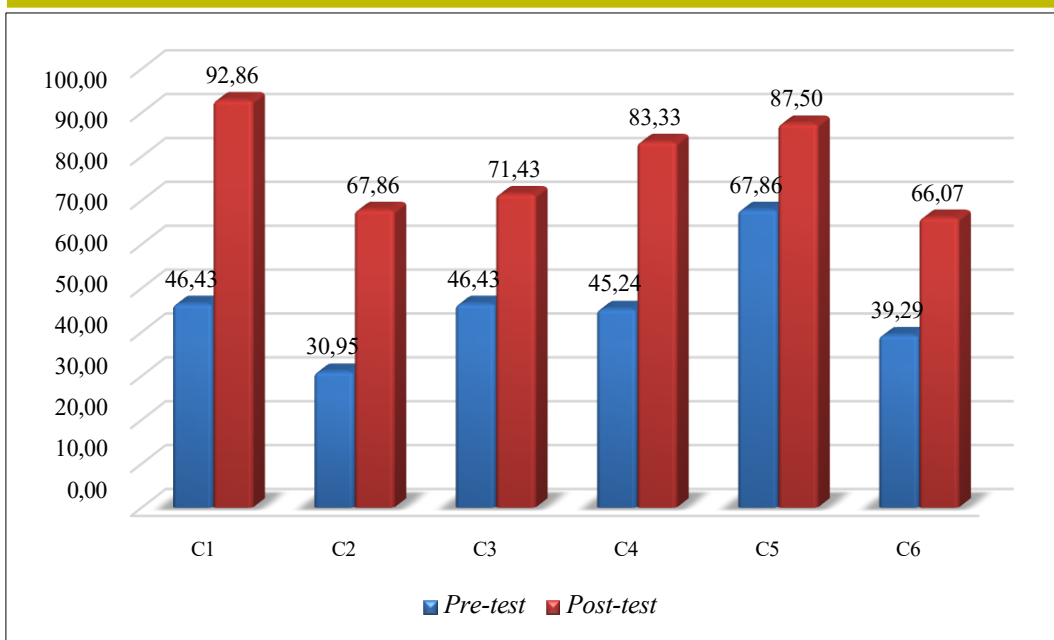
Hasil belajar kognitif diukur menggunakan teknik tertulis dengan bentuk soal pilihan ganda. Soal tes disusun berdasarkan tujuan pembelajaran dan disesuaikan dengan indikator hasil belajar kognitif. Persentase hasil *pre-test* dan *post-test* hasil belajar kognitif disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Hasil Belajar Kognitif.

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* hasil belajar kognitif peserta didik setelah penerapan LKPD berbasis PjBL. Nilai rata-rata *pre-test* sebesar 44,35 meningkat menjadi 77,08 pada *post-test*. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis PjBL efektif dalam membantu peserta didik memahami materi secara lebih mendalam, sehingga hasil belajar kognitif dapat meningkat.

Selain terlihat dari peningkatan nilai rata-rata, hasil tersebut juga menunjukkan bahwa proses pembelajaran dengan LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) mampu mendorong peserta didik untuk lebih aktif dalam mengonstruksi pengetahuan melalui kegiatan proyek, diskusi, dan pemecahan masalah. Keterlibatan aktif peserta didik selama proses pembelajaran memberikan kesempatan untuk menghubungkan konsep yang dipelajari dengan situasi nyata, sehingga pemahaman konsep menjadi lebih baik. Penerapan LKPD berbasis PjBL tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar kognitif, tetapi juga mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan kemampuan memecahkan masalah yang dibutuhkan dalam pembelajaran abad ke-21. Penggunaan LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) dapat menjadi salah satu alternatif yang efektif untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran.



Gambar 4. Perbandingan Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Hasil Belajar Kognitif per Indikator.

Berdasarkan Gambar 4, seluruh indikator hasil belajar kognitif mengalami peningkatan setelah diterapkannya LKPD berbasis PjBL. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator C1 dari 46,43 menjadi 92,86. Indikator lainnya juga menunjukkan kenaikan, yaitu C2 dari 30,95 menjadi 67,86; C3 dari 46,43 menjadi 71,43; C4 dari 45,24 menjadi 83,33; C5 dari 67,86 menjadi 87,50; dan C6 dari 39,29 menjadi 66,07. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis PjBL mampu meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik secara menyeluruh.

2) Hasil Uji *N-Gain* Hasil Belajar Kognitif

N-Gain dapat memberikan gambaran umum peningkatan skor hasil belajar kognitif antara sebelum dan sesudah diterapkannya LKPD berbasis PjBL. Peningkatan skor tersebut diperoleh melalui selisih antara tes awal dan tes akhir yang dinormalisasi dengan selisih skor maksimal dengan nilai tes awal yang diperoleh peserta didik. Hasil uji *N-Gain* hasil belajar kognitif disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi Hasil *N-Gain* Hasil Belajar Kognitif.

No.	Komponen	Hasil	Kategori Skor <i>N-Gain</i>
1	Perolehan <i>N-Gain</i>	0.56	Sedang
2	Tafsiran Efektivitas Standar <i>N-Gain</i>	56.20%	Cukup Efektif

Berdasarkan Tabel 11, perolehan skor *N-Gain* hasil belajar kognitif peserta didik setelah diterapkannya LKPD berbasis PjBL berada pada angka 0,56 dengan kategori sedang. Sementara itu, tafsiran efektivitas berdasarkan standar *N-Gain* mencapai 56,20% yang termasuk dalam kategori cukup efektif. Hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan LKPD berbasis PjBL mampu memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik. LKPD berbasis PjBL dapat menjadi alternatif yang efektif dalam mendukung proses pembelajaran.



Tabel 12. Rekapitulasi Hasil *N-gain* Hasil Belajar Kognitif per Indikator.

Indikator Hasil Belajar Kognitif	<i>N-Gain Score</i>	Kategori	(%)	Efektivitas
C1	0.87	Tinggi	86.67	Efektif
C2	0.53	Sedang	53.45	Kurang Efektif
C3	0.47	Sedang	46.67	Kurang Efektif
C4	0.70	Sedang	69.57	Cukup Efektif
C5	0.61	Sedang	61.11	Cukup Efektif
C6	0.44	Sedang	44.12	Kurang Efektif

Berdasarkan Tabel 12, seluruh indikator hasil belajar kognitif mengalami peningkatan dengan kategori *N-Gain* yang bervariasi. Indikator C1 memiliki skor *N-Gain* tertinggi, yaitu 0,87 dengan efektivitas sebesar 86,67% dan termasuk dalam kategori tinggi serta efektif. Indikator C4 memperoleh skor *N-Gain* 0,70 dengan efektivitas 69,57% dan tergolong cukup efektif. Indikator C5 memiliki skor *N-Gain* 0,61 dengan efektivitas 61,11% juga tergolong cukup efektif. Sementara itu, indikator C2 dan C3 masing-masing memperoleh skor *N-Gain* sebesar 0,53 dan 0,47 dengan efektivitas 53,45% dan 46,67%, keduanya termasuk kategori sedang dan kurang efektif. Indikator C6 menunjukkan skor *N-Gain* terendah yaitu 0,44 dengan efektivitas 44,12% dan juga tergolong kurang efektif. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan LKPD berbasis PjBL mampu meningkatkan hasil belajar kognitif pada semua indikator, meskipun tingkat efektivitasnya berbeda-beda.

Pembahasan

Hasil Uji Validasi Instrumen

Uji kevalidan bertujuan untuk menghasilkan produk yang valid berdasarkan penilaian ahli. Pada penelitian ini, validasi dilakukan oleh dua orang untuk masing-masing instrumen yang divalidasi, modul ajar divalidasi oleh Ibu Sri Nopita Primawati, S.Si., M.Pd., dan Masiah, S.Pd., M.Pd., LKPD divalidasi oleh Bapak Laras Firdaus, S.Pd., M.Pd., dan Ibu Sri Nopita Primawati, S.Si., M.Pd., instrumen berpikir kritis divalidasi oleh Ibu Arini Rizqa, S.Pd., dan Ibu Nurlaeli, S.Pd., M.Pd., dan instrumen hasil belajar kognitif divalidasi oleh Bapak Dwi Budiswanto, S.Pd., dan Ibu Dra. Hj. Agustini. Uji validasi menilai validasi konten (*content validity*) dan validasi konstruk (*construct validity*). Validitas konten (*content validity*) adalah jenis validitas yang mengukur sejauh mana instrumen mencakup secara tepat semua aspek dari konsep yang ingin diukur (Nengsih *et al.*, 2019). Validitas konten yang diukur dalam penelitian ini meliputi kesesuaian Modul ajar, LKPD, instrumen berpikir kritis, dan instrumen hasil belajar kognitif.

Validitas konstruk (*construct validity*) mencerminkan suatu konstruksi dari segi susunan, kerangka, bahas,a dan kegrafisan (Nengsih *et al.*, 2019). Susunan dan kerangka instrumen yang dikembangkan harus disusun secara logis dan sistematis, sehingga setiap bagian saling terkait dalam mendukung pengukuran konsep yang dimaksud. Penggunaan bahasa yang jelas, tepat, dan sesuai dengan perkembangan peserta didik sangat penting untuk menghindari ambiguitas dan kesalahpahaman dalam interpretasi *item*. Aspek kegrafisan seperti penggunaan gambar, diagram, dan tata letak juga harus mendukung pemahaman konsep dan tidak mengalihkan perhatian dari tujuan utama pengukuran (Flake *et al.*, 2017).



1) Validasi Modul Ajar

Validitas modul ajar menunjukkan hasil yang secara keseluruhan memiliki rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,86 dengan kategori sangat valid. Secara rinci, hasil validasi modul ajar pada aspek kevalidan isi memperoleh skor 0,83 yang dikategorikan sangat valid, menunjukkan bahwa konten dalam modul telah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan substansi materi yang relevan. Kevalidan penyajian memiliki nilai 0,85 dan termasuk dalam kategori sangat valid, mengindikasikan bahwa tampilan dan alur penyampaian materi cukup baik namun masih memiliki ruang untuk perbaikan. Sementara itu, aspek kevalidan bahasa memperoleh nilai sempurna, yaitu 1 yang berarti penggunaan bahasa sangat baik, komunikatif, dan mudah dipahami oleh peserta didik. Validitas tinggi pada aspek bahasa menjadi salah satu indikator penting, karena modul yang menggunakan bahasa jelas dan komunikatif mampu mendukung pemahaman peserta didik secara optimal (Maulida, 2022). Dengan demikian, modul ajar ini sangat layak digunakan dalam pembelajaran untuk mendukung tercapainya tujuan pendidikan.

Modul ajar dalam Kurikulum Merdeka memberikan kebebasan kepada guru untuk merancang proses pembelajaran yang fleksibel dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik, termasuk pada mata pelajaran biologi. Dalam penelitian ini, penerapan LKPD berbasis PjBL memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta hasil belajar siswa. Pembelajaran berbasis proyek dalam modul ini mendukung kemampuan berpikir kritis, dan penerapan konsep ilmiah secara praktis yang sejalan dengan tujuan Kurikulum Merdeka dalam menciptakan pembelajaran yang relevan dan kontekstual (Maulida, 2022).

Modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Prapsetyo *et al.* (2025) menunjukkan bahwa penerapan modul PjBL mampu mendorong siswa untuk menganalisis masalah secara mendalam, mengembangkan argumen logis, dan mengevaluasi solusi secara kritis. Hal ini sejalan dengan tujuan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran yang adaptif dan mendorong pengembangan keterampilan abad 21, termasuk berpikir kritis (Kemendikbudristek, 2023). Dengan menggunakan modul ajar berbasis PjBL, guru dapat membimbing siswa dalam proses berpikir kritis secara sistematis melalui proyek yang relevan dan kontekstual.

2) Validasi LKPD

Hasil validasi menunjukkan LKPD berbasis PjBL pada materi pencemaran lingkungan tergolong sangat valid dengan rata-rata indeks Aiken's V 0,76, didukung kevalidan isi (0,79), penyajian (0,69), dan bahasa (0,81) yang tinggi. Meskipun dinyatakan layak, revisi minor diperlukan pada aspek penyajian terkait alur sintaks PjBL, selaras dengan pentingnya kejelasan instruksi dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran (Mudumi *et al.*, 2024). Hasil ini sejalan dengan penelitian Ramadhani *et al.* (2020) yang menegaskan pentingnya validitas perangkat dalam menunjang keterlibatan siswa. Tingkatkan kevalidan materi dan penyajian untuk memastikan media pembelajaran yang efektif. LKPD ini layak digunakan sebagai media pembelajaran setelah dilakukan penyempurnaan sesuai masukan validator.



3) Validasi Instrumen Keterampilan Berpikir Kritis

Berdasarkan Tabel 7, instrumen berpikir kritis dinyatakan sangat valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,87. Kevalidan isi memperoleh nilai 0,86 yang menunjukkan bahwa butir-butir dalam instrumen telah sesuai dengan indikator berpikir kritis. Kevalidan penyajian mendapatkan skor 0,88, menandakan bahwa format dan petunjuk pengerjaan soal sangat jelas dan sistematis. Kevalidan bahasa juga memperoleh skor 0,88, menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan sangat komunikatif dan mudah dipahami.

Berdasarkan penelitian Rini & Budijastuti (2021), instrumen pengukur keterampilan berpikir kritis pada siswa menunjukkan validitas yang sangat tinggi dengan nilai Aiken's V rata-rata sebesar 0,95. Kevalidan isi instrumen mencapai 0,88 yang mengindikasikan bahwa setiap butir soal sudah sesuai dengan indikator berpikir kritis yang diukur. Selain itu, kevalidan penyajian yang diperoleh sebesar 0,98 mengungkapkan bahwa format dan petunjuk pengerjaan instrumen tersusun dengan baik dan memudahkan responden dalam memahami instruksi. Validitas bahasa yang juga tinggi, yaitu sebesar 0,97 memperlihatkan bahwa bahasa yang digunakan komunikatif dan mudah diterima oleh peserta didik, sehingga instrumen dapat diandalkan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis secara akurat.

Penelitian serupa dilakukan oleh Fahrurrozi *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa instrumen berpikir kritis memiliki nilai Aiken's V sebesar 0,94 dengan kevalidan isi mencapai 0,86. Format dan penyajian instrumen mendapat skor sempurna, yakni 1 yang mengindikasikan bahwa instrumen tersebut dirancang secara sistematis dan jelas. Kevalidan bahasa yang diperoleh juga maksimal, yaitu 1 yang menunjukkan bahasa yang digunakan sangat komunikatif dan mudah dipahami oleh siswa. Dengan demikian, instrumen tersebut layak digunakan dalam pengukuran keterampilan berpikir kritis dalam konteks pembelajaran yang menuntut pemahaman mendalam dan analisis kritis.

4) Validasi Instrumen Hasil Belajar Kognitif

Berdasarkan Tabel 8, instrumen hasil belajar kognitif dinyatakan sangat valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,89. Kevalidan materi memperoleh nilai 0,88 yang menunjukkan bahwa isi soal sesuai dengan kompetensi yang diukur. Kevalidan konstruksi dan bahasa masing-masing bernilai 0,92 dan 0,94 yang menandakan bahwa susunan soal serta penggunaan bahasa sudah tepat dan jelas. Kevalidan penyajian mendapat skor sempurna yaitu 0,94 yang menunjukkan bahwa format dan petunjuk pengerjaan soal sangat jelas dan sistematis.

Hasil validasi instrumen hasil belajar kognitif dalam penelitian ini diperkuat oleh temuan Risnawati *et al.* (2021) yang melaporkan bahwa instrumen tes kognitif dinyatakan sangat valid dengan rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,92. Kevalidan isi, konstruksi, dan bahasa pada penelitian tersebut menunjukkan konsistensi dengan hasil penelitian ini, yakni berada pada kategori sangat valid. Instrumen dikembangkan melalui tahap telaah ahli (*expert judgment*) dan disusun berdasarkan indikator kompetensi yang spesifik, sehingga kesesuaian antara isi soal dan tujuan pembelajaran dapat terjamin. Selain itu, aspek penyajian yang memperoleh skor maksimal mencerminkan pentingnya format dan kejelasan



petunjuk dalam mendukung pemahaman siswa terhadap instrumen tes. Hal ini menegaskan bahwa kualitas penyusunan instrumen secara menyeluruh berkontribusi besar terhadap validitas hasil belajar yang diukur.

Hasil Uji Keterampilan Berpikir Kritis

Pada penelitian ini, dilakukan penerapan LKPD berbasis PjBL yang bertujuan untuk menganalisis efektivitasnya terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Uji coba menggunakan *one grup pretest-posttest design*. Dalam *design* ini sebelum perlakuan diberikan, terlebih dahulu dilakukan *pre-test* (tes awal sebelum diterapkan LKPD berbasis PjBL), dan diberikan *post-test* (tes akhir setelah diterapkan LKPD berbasis PjBL). Rancangan *one group pretest-posttest* dipilih karena memungkinkan pengukuran yang akurat terhadap perubahan yang terjadi pada peserta didik setelah diberikan intervensi berupa LKPD berbasis PjBL. Rancangan ini efektif untuk mengidentifikasi peningkatan keterampilan berpikir kritis melalui perbandingan antara nilai *pre-test* (sebelum intervensi) dan *post-test* (setelah intervensi).

Keterampilan berpikir kritis diukur menggunakan teknik tertulis dengan bentuk soal tes *essay*. Soal tes disusun berdasarkan tujuan pembelajaran dan disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis. Berdasarkan Gambar 1, terjadi peningkatan pada keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya LKPD berbasis PjBL. Nilai rata-rata *pre-test* sebesar 47,32 meningkat menjadi 78,57 pada *post-test*. Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan semua aspek mengalami peningkatan setelah penerapan LKPD berbasis PjBL. Nilai rata-rata *pre-test* untuk klarifikasi dasar adalah 47,50 dan meningkat menjadi 78,21 pada *post-test*. Keputusan dasar naik dari 49,78 menjadi 79,91. Inferensi meningkat dari 38,39 menjadi 71,43. Penjelasan lebih lanjut naik dari 47,50 menjadi 78,21, dan menalar meningkat dari 49,11 menjadi 80,00. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis PjBL efektif meningkatkan berbagai indikator keterampilan berpikir kritis peserta didik.

N-Gain dapat memberikan gambaran umum peningkatan skor keterampilan berpikir kritis antara sebelum dan sesudah diterapkannya LKPD berbasis PjBL. Peningkatan skor tersebut diperoleh melalui selisih antara tes awal dan tes akhir yang dinormalisasi dengan selisih skor maksimal dengan nilai tes awal yang diperoleh peserta didik. Berdasarkan Tabel 9, perolehan skor *N-Gain* untuk keterampilan berpikir kritis sebesar 0,57 yang termasuk dalam kategori sedang. Interpretasi efektivitas berdasarkan standar *N-Gain* menunjukkan nilai 57,55% yang berarti pembelajaran menggunakan LKPD berbasis PjBL tergolong cukup efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Berdasarkan Tabel 10, seluruh indikator keterampilan berpikir kritis menunjukkan peningkatan dengan kategori *N-Gain* sedang. Klarifikasi dasar memperoleh skor *N-Gain* 0,59 (58,50%) dengan efektivitas cukup efektif. Keputusan dasar memiliki skor 0,60 (60,00%), juga cukup efektif. Inferensi menunjukkan skor 0,54 (53,62%) dengan kategori kurang efektif. Penjelasan lebih lanjut mencapai skor 0,59 (58,50%) dan menalar memiliki skor tertinggi 0,61 (60,70%), keduanya cukup efektif. Secara keseluruhan, penerapan LKPD berbasis PjBL cukup efektif dalam meningkatkan sebagian besar aspek keterampilan berpikir kritis, meskipun aspek inferensi perlu mendapat perhatian lebih lanjut.



LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, hal tersebut diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Taqiya *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu mendorong siswa untuk lebih aktif dalam menganalisis, mengevaluasi, dan membuat keputusan berdasarkan data yang dikumpulkan sendiri selama proses pembelajaran. Dalam penelitian tersebut, penerapan LKPD berbasis PjBL pada materi IPA menunjukkan peningkatan signifikan dalam indikator berpikir kritis, khususnya pada kemampuan membuat inferensi dan menjelaskan alasan. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD dengan pendekatan PjBL tidak hanya mendukung pemahaman konsep, tetapi juga menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, salah satunya berpikir kritis yang penting dalam menghadapi tantangan abad 21.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Nurfadilah *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis PjBL secara konsisten meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa melalui aktivitas pembelajaran yang bermakna dan kontekstual. Melalui tahapan PjBL yang mencakup penyelidikan, perencanaan, pelaksanaan proyek, hingga presentasi, siswa dilatih untuk berpikir reflektif dan sistematis dalam menyelesaikan permasalahan nyata. Selain itu, format LKPD yang terstruktur dan penggunaan bahasa yang komunikatif mendukung siswa dalam memahami instruksi serta menstimulasi pemikiran logis dan analitis mereka.

Hasil Uji Hasil Belajar Kognitif

Hasil belajar kognitif diukur menggunakan teknik tertulis dengan bentuk soal pilihan ganda. Soal tes disusun berdasarkan tujuan pembelajaran dan disesuaikan dengan indikator hasil belajar kognitif. Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* hasil belajar kognitif peserta didik setelah penerapan LKPD berbasis PjBL. Nilai rata-rata *pre-test* sebesar 44,35 meningkat menjadi 77,08 pada *post-test*. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis PjBL efektif dalam membantu peserta didik memahami materi secara lebih mendalam, sehingga hasil belajar kognitif dapat meningkat.

Berdasarkan Gambar 4, seluruh indikator hasil belajar kognitif mengalami peningkatan setelah diterapkannya LKPD berbasis PjBL. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator C1 dari 46,43 menjadi 92,86. Indikator lainnya juga menunjukkan kenaikan, yaitu C2 dari 30,95 menjadi 67,86; C3 dari 46,43 menjadi 71,43; C4 dari 45,24 menjadi 83,33; C5 dari 67,86 menjadi 87,50; dan C6 dari 39,29 menjadi 66,07. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis PjBL mampu meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik secara menyeluruh.

Peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik setelah diintervensi menggunakan LKPD berbasis PjBL menunjukkan koefisien *N-Gain* sebesar 0,56 dengan kategori sedang, serta tingkat efektivitas sebesar 56,20% yang tergolong cukup efektif. Keberhasilan peningkatan penguasaan konsep biologi ini dipicu secara mekanis oleh karakteristik desentralisasi pembelajaran dalam model PjBL (Insyasiska *et al.*, 2017). Melalui lembar kerja terstruktur, siswa dituntut aktif menginvestigasi fenomena riil pencemaran lingkungan, mengonstruksi pemecahan masalah secara kolaboratif, dan mengevaluasi dampak limbah lokal



secara langsung (Hamidah *et al.*, 2023). Aktivitas bermakna (*meaningful learning*) ini secara simultan mentransformasi memori jangka pendek siswa menjadi retensi konseptual jangka panjang yang lebih kokoh (Ramdani *et al.*, 2020). Temuan empiris ini mengonfirmasi bahwa restrukturisasi bahan ajar harian ke dalam format berbasis proyek terbukti kontributif dalam mengoptimalkan pemahaman kognitif siswa secara kontekstual pasca-perlakuan dilakukan (Suaidiah *et al.*, 2024).

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid berdasarkan penilaian validator menggunakan indeks Aiken's V, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran materi pencemaran lingkungan. Penerapan LKPD berbasis PjBL terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara signifikan, ditunjukkan oleh kenaikan skor rata-rata *pre-test* ke *post-test* dan nilai *N-Gain* pada kategori sedang. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator klarifikasi dasar, penjelasan lebih lanjut, serta menalar dan pengintegrasian, sedangkan indikator inferensi menunjukkan peningkatan paling rendah. Selain itu, penerapan LKPD berbasis PjBL juga meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik pada level C4-C6 dengan kategori *N-Gain* sedang. Peningkatan tertinggi terlihat pada indikator C1-C3, sementara peningkatan pada C6 relatif lebih rendah, menunjukkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi masih memerlukan penguatan lebih lanjut.

SARAN

Pada penelitian ini, uji coba masih terbatas pada satu kelas eksperimen di SMAN 8 Mataram dengan menggunakan *one group pre-test-posttest*, sehingga bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan uji coba dengan kelas yang lebih besar dan di sekolah yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Agnafia, D. N. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi. *Florea : Jurnal Biologi & Pembelajarannya*, 6(1), 45-53. <https://doi.org/10.25273/florea.v6i1.4369>
- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131-142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Aninda, A., Permasari, A., & Ardianto, D. (2020). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Meningkatkan Literasi STEM Siswa SMA. *Journal of Science Education and Practice*, 3(2), 1-16. <https://doi.org/10.33751/jsep.v3i2.1719>



- Efendi, I., & Safnowandi, S. (2016). Peningkatan Keterampilan Sosial dan Hasil Belajar Kognitif Siswa melalui Metode Belajar Aktif Tipe GGE (*Group to Group Exchange*). *JUPE : Jurnal Pendidikan Mandala*, 1(1), 42-49. <http://dx.doi.org/10.58258/jupe.v1i1.54>
- Fahrurrozi, F., Pratiwi, I., & Hayati, N. (2023). Pengembangan Instrumen Pengukuran Kemampuan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) Matematika Kelas X SMA. *Notasi : Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 19–30. <https://doi.org/10.70115/notasi.v1i1.47>
- Flake, J. K., Pek, J., & Hehman, E. (2017). Construct Validation in Social and Personality Research. *Social Psychological and Personality Science*, 8(1), 370-378. <https://doi.org/10.1177/1948550617693063>
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. Bloomington: Indiana University.
- Hamidah, N., Alamsyah, M. R. N., & Kusumaningrum, S. B. C. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Keterampilan Proses Sains dan Motivasi Belajar Siswa SMA Negeri 1 Candimulyo pada Materi Perubahan Lingkungan. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 1(2), 129–142. <https://doi.org/10.60132/jip.v1i2.37>
- Harahap, N. F., Anjani, D., & Sabrina, N. (2021). Analisis Artikel Metode Motivasi dan Fungsi Motivasi Belajar Siswa. *Indonesian Journal of Intellectual Publication*, 1(3), 198–203. <https://doi.org/10.51577/ijipublication.v1i3.121>
- Hulu, T. D. N., Zega, N. A., Gulo, H., & Harefa, A. R. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Konteks Pembelajaran Biologi SMA Negeri 1 Lahewa Timur. *Learning : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 805–812. <https://doi.org/10.51878/learning.v4i3.3207>
- Insyasiska, D., Zubaidah, S., & Susilo, H. (2017). Pengaruh *Project Based Learning* terhadap Motivasi Belajar, Kreativitas, Kemampuan Berpikir Kritis, dan Kemampuan Kognitif Siswa pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 9-21. <http://dx.doi.org/10.17977/um052v7i1p9-21>
- Kemendikbudristek. (2022). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
- Mareti, J. W., Herlina, A., & Hadiyanti, D. (2021). Model *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar IPA Siswa. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 4(1), 31–41. <https://doi.org/10.31949/jee.v4i1.3047>
- Maulida, U. (2022). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Tarbawi : Jurnal Pendidikan dan Pemikiran Islam*, 5(2), 130-138. <https://doi.org/10.51476/tarbawi.v5i2.392>
- Mudumi, S., Irianti, M., & Kumalasari, L. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Literasi Sains pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Pendipa : Journal of Science Education*, 8(3), 407–414. <https://doi.org/10.33369/pendipa.8.3.407-414>



- Nababan, D., Marpaung, A. K., & Koresy, A. (2023). Strategi Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 2(2), 706-719.
- Nengsih, N., Yusmaita, E., & Gazali, F. (2019). Evaluasi Validitas Konten dan Konstruksi Bahan Ajar Asam Basa Berbasis REACT. *EduKimia*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.24036/ekj.v1i1.104017>
- Nurbani, A., Suriswo, S., & Fr, D. A. (2024). Analisis Implementasi Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dalam Kurikulum Merdeka untuk Meningkatkan Kreatifitas dan Kemandirian di Sekolah Dasar. *Journal of Education Research*, 5(3), 3015–3023. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i3.1394>
- Nurfadilah, A., Hakim, A. R., & Nurropidah, R. (2022). Systematic Literature Review: Pembelajaran Matematika pada Materi Luas dan Keliling Segitiga. *Polinomial : Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.56916/jp.v1i1.33>
- Prapsetyo, A. M. D. L., Putri, T. N., & Prapsetyo, A. (2025). Efektivitas Model *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Dwija Kusuma*, 13(1), 1–10. <https://doi.org/10.63824/jdk.v13i1.268>
- Putrawangsa, S., & Hasanah, U. (2022). Analisis Capaian Siswa Indonesia pada PISA dan Urgensi Kurikulum Berorientasi Literasi dan Numerasi. *EduPedika : Jurnal Studi Pendidikan dan Pembelajaran*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.60004/edupedika.v1i1.1>
- Ramadhani, E., Jannah, A. T., & Putri, R. D. (2020). Analysis of Holland Theory Career Guidance in Student Career Planning. *Enlighten : Jurnal Bimbingan dan Konseling Islam*, 3(1), 19–25. <https://doi.org/10.32505/enlighten.v3i1.1492>
- Ramdani, A., Jufri, A. W., Jamaluddin, J., & Setiadi, D. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 119–124. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.388>
- Riduwan. (2016). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.
- Rini, A. F., & Budijastuti, W. (2021). Pengembangan Instrumen Soal HOTS untuk Mengukur Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Sistem Gerak Manusia. *BioEdu : Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(1), 127–137. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n1.p127-137>
- Risnawati, E., Nuraqmarina, F., & Wardani, L. M. I. (2021). Peran *Father Involvement* terhadap *Self-Esteem* Remaja. *Psychopathic : Jurnal Ilmiah Psikologi*, 8(1), 143–152. <https://doi.org/10.15575/psy.v8i1.5652>
- Suaidiah, Jamaluddin, & Hardiana, H. (2024). Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Biologi di SMAN 7 Mataram Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(1), 278–284. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i1.1883>
- Sugiyono, S. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif,*



Kualitatif, dan R&D). Bandung: CV. Alfabeta.

- Taqiya, R., Shaumi, N., Al Zenyta, N., Fitri, M., & Suryanda, A. (2024). Efektivitas Model *Project-Based Learning* (PjBL) dalam Pembelajaran Biologi. *Inkuiri : Jurnal Pendidikan IPA*, 13(2), 168-173. <http://dx.doi.org/10.20961/inkuiri.v13i2.82038>
- Vhalery, R., Setyastanto, A. M., & Leksono, A. W. (2022). Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka: Sebuah Kajian Literatur. *Research and Development Journal of Education*, 8(1), 185–201. <https://doi.org/10.30998/rdje.v8i1.11718>
- Wahyudi, A. R., & Adipitoyo, S. (2025). Meningkatkan Kemampuan *Higher Order Thinking Skill* Siswa Kelas X pada Materi Teks Wayang melalui *Project Based Learning*. *Khatulistiwa : Jurnal Pendidikan dan Sosial Humaniora*, 4(4), 93–107. <https://doi.org/10.55606/khatulistiwa.v4i4.7469>