

VALIDITAS DAN KEPRAKTIKAN E-LKPD BERBASIS PjBL PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR KRITIS

Devita Shafira Az zahra¹, Herlina Fitrihidajati²

^{1,2} Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Surabaya

¹devita.22069@mhs.unesa.ac.id, ²herlinafitrihidajati@unesa.ac.id

ABSTRACT

Critical thinking skills are an essential competency in the Merdeka Curriculum to address the demands of 21st-century learning. These skills enable students to understand concepts deeply, analyze problems, and make appropriate decisions with the support of a deep learning approach. One effort to develop this competency is through the implementation of the Project-Based Learning model, which emphasizes project-oriented activities and active student engagement. In addition to instructional models, learning media also play a crucial role. E-LKPD (electronic student worksheets) is one such medium that can enhance student engagement while fostering critical thinking skills. This study aims to develop a PjBL-based E-LKPD on environmental change materials that meets validity and practicality criteria. The research employed the 4D development model, consisting of the define, design, develop, and disseminate stages. The measured parameters included validity and practicality. Validity was assessed based on presentation, content, and language, while practicality was evaluated through the implementation of learning and students' responses. Data were analyzed using descriptive quantitative methods. The results showed that the E-LKPD achieved a validity score of 97.03% (very valid) and a practicality score of 98.09%, with student responses reaching 99.25% (very good). Critical thinking indicators were also achieved at a high level. Therefore, the PjBL-based E-LKPD is considered feasible as a learning medium to enhance students' critical thinking skills.

Keywords: Critical thinking, E-LKPD, Project Based Learning, environmental change.

ABSTRAK

Kemampuan berpikir kritis merupakan kompetensi penting dalam kurikulum merdeka untuk menjawab tuntutan pembelajaran abad ke-21. Keterampilan ini diperlukan agar peserta didik mampu memahami materi secara mendalam, menganalisis masalah, dan mengambil keputusan secara tepat dukungan pendekatan deep learning.. Salah satu upaya untuk mengembangkan kemampuan tersebut adalah melalui penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) yang menekankan pada pembelajaran berbasis proyek dan keterlibatan aktif peserta didik. Selain model pembelajaran, penggunaan media juga berperan penting. E-LKPD (lembar kerja elektronik) menjadi salah satu media yang dapat meningkatkan keaktifan sekaligus melatih berpikir kritis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan E-LKPD berbasis PjBL pada materi perubahan lingkungan yang memenuhi kriteria validitas dan kepraktisan. Metode yang digunakan adalah model pengembangan 4D yang meliputi tahap define, design, develop, dan disseminate. Parameter yang

diukur meliputi validitas dan kepraktisan. Validitas dilihat dari penyajian, isi, dan bahasa. Kepraktisan diukur melalui keterlaksanaan pembelajaran serta respons peserta didik. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKPD memiliki validitas 97,03% (sangat valid), kepraktisan 98,09% dengan respons peserta didik 99,25% (sangat baik). Indikator berpikir kritis juga tercapai dengan persentase tinggi. Dengan demikian, E-LKPD berbasis PjBL dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Kata Kunci: Berpikir kritis, E-LKPD, *project based learning*, perubahan lingkungan.

A. Pendahuluan

Pada abad ke-21, pendidikan tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan 4C, yaitu *critical thinking and problem solving*, kolaborasi, komunikasi, serta kreativitas dan inovasi (Mu'minah, 2021). Untuk mendukung hal tersebut, Kemendikbudristek RI menerapkan Kurikulum Merdeka yang berorientasi pada kebutuhan peserta didik, bersifat adaptif, serta memberi ruang belajar mandiri dan pemanfaatan berbagai sumber belajar (Indarta *et al.*, 2022). Kurikulum ini sejalan dengan pendekatan *deep learning* karena sama-sama menekankan pembelajaran bermakna, berpusat pada peserta didik, serta mendorong pemahaman konsep secara menyeluruh (Mujtahid *et al.*, 2025). Melalui pendekatan tersebut, peserta didik dilatih untuk menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah sebagai bagian dari kemampuan berpikir kritis. Selain itu, pembelajaran berbasis pemecahan masalah juga menjadi penekanan dalam kurikulum ini (Firdaus *et al.*, 2022). Hal ini mendorong peserta didik mengembangkan kemampuan

berpikir kritis melalui pemahaman masalah secara mendalam sebelum menentukan solusi (Segening *et al.*, 2022).

Kemampuan berpikir kritis merupakan proses mengolah informasi secara logis dan objektif melalui kegiatan menilai, menganalisis, serta memahami data dari berbagai sudut pandang (Abdullah & Maladona, 2025). Keterampilan ini mencakup kemampuan mengidentifikasi bias dan menarik kesimpulan yang valid berdasarkan fakta yang akurat, sehingga berperan penting dalam pengambilan keputusan yang rasional (Puling *et al.*, 2024). Dalam Kurikulum Merdeka, pengembangan berpikir kritis menjadi fokus utama dengan mengarahkan peserta didik untuk menganalisis permasalahan dan menghasilkan solusi inovatif melalui pembelajaran berbasis pemecahan masalah (Setiawan *et al.*, 2025). Selain itu, pembelajaran berbasis konteks nyata diterapkan agar peserta didik mampu mengaitkan konsep dengan kehidupan sehari-hari serta menjadi lebih kreatif, fleksibel, dan proaktif sesuai minat dan bakatnya (Nadhiroh & Anshori, 2023). Menurut

Facione (2020), kemampuan berpikir kritis terdiri atas enam indikator utama, yaitu interpretasi, analisis, inferensi, eksplanasi, evaluasi, dan regulasi diri.

Berdasarkan data dari Kemendikdasmen, rapor pendidikan Kabupaten Tuban menunjukkan bahwa kemampuan literasi, numerasi, dan kualitas pembelajaran berada pada skala 5–6 (kategori sedang) yang masih perlu ditingkatkan. Peningkatan tersebut dapat dilakukan melalui penguatan pembelajaran yang menekankan keterampilan berpikir kritis. Dengan kemampuan ini, peserta didik diharapkan mampu memahami materi secara mendalam, menganalisis, mengevaluasi, serta menyelesaikan masalah sehingga kualitas pembelajaran dan hasil literasi-numerasi meningkat. Kondisi serupa juga terjadi di beberapa SMA di Tuban, termasuk SMA Negeri 5 Tuban. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Biologi, proses pembelajaran masih cenderung monoton karena didominasi metode ceramah dan penggunaan buku teks sebagai sumber utama. Hal ini menyebabkan peserta didik kurang memiliki kesempatan untuk mengembangkan literasi dan berpikir kritis. Meskipun guru telah mengaitkan materi dengan isu terkini, penerapan indikator berpikir kritis belum dilakukan secara terstruktur, sehingga kemampuan peserta didik dalam menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah belum optimal. Oleh karena itu, untuk mendukung implementasi Kurikulum Merdeka sekaligus meningkatkan kemampuan

berpikir kritis, diperlukan model pembelajaran yang lebih interaktif dan mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses berpikir dan pemecahan masalah.

Project Based Learning (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menekankan pengembangan proyek sehingga peserta didik terlibat aktif dalam tugas autentik yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan ini, peserta didik didorong untuk mengeksplorasi, mengumpulkan informasi, menganalisis data, serta menyelesaikan masalah kompleks, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan kerja sama (Guo *et.al.*, 2020). Selain itu, PjBL juga melatih kemandirian peserta didik dalam menyelesaikan masalah tanpa mengabaikan kolaborasi dengan teman sekelas. Jika diterapkan secara optimal dan didukung materi yang relevan, model ini terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik secara signifikan (Wulandari *et.al.*, 2025).

Penerapan pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, terutama jika tema pembelajaran relevan dan mendorong interaksi aktif ((Indahwati *et.al.*, 2023). Salah satu tema yang sesuai adalah perubahan lingkungan, khususnya pencemaran lingkungan, karena dekat dengan kehidupan sehari-hari. Melalui tema ini, peserta didik dapat menganalisis permasalahan, mengevaluasi dampak, serta

merancang solusi secara efektif. Penggunaan materi tersebut tidak hanya membantu pemahaman konsep, tetapi juga melatih kemampuan pemecahan masalah secara aplikatif. Dalam submateri pencemaran lingkungan dijelaskan bahwa hubungan manusia dan lingkungan bersifat sirkuler, yaitu setiap tindakan manusia terhadap lingkungan akan memberikan dampak balik kepada manusia. Konsep ini menekankan pentingnya kesadaran dan tanggung jawab ekologis, karena perilaku yang merusak lingkungan, seperti pembuangan limbah dan polusi, dapat memengaruhi kualitas hidup serta kesehatan manusia.

Di SMA Negeri 5 Tuban, Kurikulum Merdeka telah diterapkan dalam pembelajaran Biologi. Namun, kemampuan berpikir kritis peserta didik belum berkembang optimal karena pembelajaran masih berfokus pada penguasaan materi dan hafalan. Hal ini menunjukkan perlunya penerapan model pembelajaran dan bahan ajar yang lebih tepat agar kualitas pembelajaran meningkat dan sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka. Dengan model dan bahan ajar yang sesuai, peserta didik diharapkan lebih aktif, responsif, serta mampu menganalisis dan memecahkan masalah secara lebih baik sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan efektif. Penerapan variasi dan kreativitas dalam teknik pembelajaran sangat penting untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Melalui strategi pembelajaran yang beragam, seperti model berbasis

proyek, peserta didik dapat terlibat aktif dalam mengolah informasi serta mengembangkan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah secara efektif. Sebaliknya, pemilihan materi yang kurang tepat dapat menghambat perkembangan berpikir kritis karena tidak mampu merangsang pendalaman pemikiran. Oleh karena itu, diperlukan materi pembelajaran yang sesuai, seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik, mendukung proses eksplorasi, dan mengoptimalkan kemampuan berpikir kritis (Yunipiyanto *et al.*, 2020).

Selama ini, LKPD yang digunakan umumnya masih berbentuk cetak dan hanya memuat materi serta soal latihan, sehingga pembelajaran menjadi kurang bervariasi, kemampuan berpikir kritis kurang terlatih, dan hasil belajar belum optimal. Seiring perkembangan teknologi, LKPD dapat dikembangkan menjadi bentuk digital (E-LKPD) yang mendukung pembelajaran mandiri, meningkatkan interaktivitas, serta mempermudah interaksi antara pendidik dan peserta didik (Azizah & Kuswanti, 2022). E-LKPD juga memungkinkan integrasi berbagai elemen multimedia seperti gambar, audio, animasi, dan video, sehingga pembelajaran lebih menarik, mudah dipahami, serta dapat diakses melalui berbagai perangkat digital. Hal ini menjadikan pembelajaran lebih praktis, fleksibel, dan efektif (Nuruliah & Qomariah, 2022). Salah satu platform yang dapat digunakan adalah

Liveworksheet, yaitu situs berbasis web untuk mengubah LKPD cetak menjadi digital.

Menurut Milatti & Fitrihidajati (2024) menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis PBL pada materi perubahan lingkungan mampu melatih berpikir kritis dengan capaian interpretasi 90%, analisis 79,5%, dan inferensi 87,5%. Perbedaannya dengan penelitian ini terletak pada model dan indikator, di mana penelitian tersebut menggunakan PBL dengan tiga indikator, sedangkan penelitian ini menggunakan PjBL dengan enam indikator, yaitu interpretasi, analisis, eksplanasi, inferensi, evaluasi, dan regulasi diri.

Penelitian ini bertujuan menghasilkan E-LKPD berbasis Project Based Learning pada materi perubahan lingkungan untuk melatih kemampuan berpikir kritis yang valid dan praktis. Penelitian dilaksanakan selama empat pertemuan di SMA Negeri 5 Tuban pada Februari 2026, dengan dua variabel yaitu validitas dan kepraktisan. Validitas dinilai oleh dosen ahli materi, dosen ahli media, dan guru biologi berdasarkan aspek penyajian, isi, dan kebahasaan. Data dianalisis menggunakan skala Likert dan dinyatakan valid jika persentase >75%. Kepraktisan ditinjau dari keterlaksanaan aktivitas dan respon peserta didik melalui lembar observasi oleh empat observer serta angket respon peserta didik. Data dianalisis menggunakan skala Guttman dan dinyatakan baik jika persentase >75%.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menggunakan model 4-D, yang meliputi tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*). Model ini dipilih karena efektif sebagai pedoman dalam merancang dan menyempurnakan media pembelajaran, khususnya bahan ajar yang sistematis dan sesuai kebutuhan. Keunggulan model 4-D terletak pada fokusnya dalam pengembangan perangkat pembelajaran, bukan keseluruhan sistem pembelajaran. Oleh karena itu, model ini digunakan dalam pengembangan media pembelajaran (Juhaeni *et al.*, 2023). Selain itu, setiap tahapannya tersusun secara runtut dan jelas, sehingga proses pengembangan menjadi lebih terarah dan sistematis. Penelitian ini diawali dengan pengembangan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL), kemudian dilanjutkan dengan tahap validasi, dan diakhiri dengan uji coba. Proses pengembangan dilakukan di Jurusan Biologi FMIPA Unesa pada Juni–September 2025. Selanjutnya, E-LKPD divalidasi pada Oktober–Desember 2025 oleh para ahli untuk menilai kelayakan dan keabsahannya. Tahap terakhir berupa uji coba terbatas kepada peserta didik untuk mengetahui keterlaksanaan dan efektivitas penggunaan E-LKPD, yang dilaksanakan di SMAN 5 Tuban selama empat pertemuan pada Februari semester genap tahun ajaran 2025/2026.

Pada tahap *define* dilakukan analisis kurikulum, karakteristik peserta didik, tugas, konsep, dan tujuan pembelajaran sebagai dasar pengembangan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi perubahan lingkungan. Pada tahap *design* disusun rancangan E-LKPD yang menggabungkan PjBL dengan pemanfaatan limbah kulit siwalan menjadi pupuk organik cair agar pembelajaran lebih bermakna. Pada tahap *develop* dilakukan pembuatan E-LKPD sesuai rancangan, kemudian divalidasi oleh dosen pembimbing, direvisi melalui beberapa tahap (draf I, II, dan III) berdasarkan masukan ahli dan guru, yang selanjutnya diuji coba terbatas pada 34 peserta didik kelas X di SMAN 5 Tuban. Hasil uji coba digunakan untuk diolah data yang telah diperoleh berdasarkan data validasi, respons peserta didik, dan hasil observasi hingga diperoleh E-LKPD yang valid, praktis, dan efektif. Pada tahap *disseminate* dilakukan penyebaran produk E-LKPD kepada pihak terkait agar dapat dimanfaatkan oleh pengguna yang lebih luas.

Penelitian ini melibatkan dua variabel utama, yaitu validitas dan kepraktisan. Validasi dilakukan oleh beberapa ahli, meliputi dosen ahli materi, dosen ahli media, serta guru biologi SMA. Penilaian validitas mencakup aspek penyajian, kelayakan isi, dan bahasa. Data hasil validasi E-LKPD digunakan untuk mengetahui tingkat ketepatan, kesesuaian, serta kualitas E-LKPD yang dikembangkan. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert

dengan rentang skor 1–4, yang terdiri atas kategori sangat baik, baik, cukup baik, dan kurang baik. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan tingkat kelayakan E-LKPD. E-LKPD dinyatakan valid apabila hasil persentase penilaian mencapai $\geq 75\%$, sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Kepraktisan E-LKPD dinilai berdasarkan keterlaksanaan aktivitas dan respon peserta didik setelah penggunaan E-LKPD interaktif. Data diperoleh melalui lembar observasi oleh tiga observer dan angket respon peserta didik. Penilaian menggunakan skala Guttman dengan skor 1 (Ya) dan 0 (Tidak), kemudian dihitung persentasenya dengan membandingkan skor yang diperoleh terhadap skor maksimum dan dikalikan 100%. Hasil dianalisis untuk menentukan tingkat kepraktisan, dan E-LKPD dinyatakan praktis apabila memperoleh persentase $\geq 75\%$.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi perubahan lingkungan, khususnya subtopik pencemaran lingkungan, dikembangkan untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas X SMA. Produk ini telah melalui proses validasi yang mencakup kevalidan teoretis dan empiris. Kevalidan teoretis meliputi kesesuaian materi dengan kompetensi, penyusunan isi, serta penggunaan bahasa yang komunikatif dan sesuai kaidah.

E-LKPD terdiri atas dua kegiatan utama, yaitu pencemaran lingkungan

akibat limbah kulit siwalan dan pengolahan limbah tersebut menjadi pupuk organik dengan bioaktivator. Kegiatan disusun berdasarkan sintaks PjBL dan terintegrasi dengan indikator keterampilan berpikir kritis. Selain itu, E-LKPD dikembangkan menggunakan website www.liveworksheets.com, sehingga lebih interaktif dan mudah diakses oleh peserta didik. Secara struktur, E-LKPD terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu pendahuluan, inti, dan penutup. Bagian pendahuluan berisi komponen seperti sampul, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran, sintaks PjBL, indikator berpikir kritis, dan peta konsep. Bagian inti memuat aktivitas pembelajaran dalam E-LKPD 1 dan E-LKPD 2 sebagai fokus kegiatan. Sementara itu, bagian penutup dilengkapi dengan daftar pustaka dan sampul belakang sebagai penyempurna produk.

Tabel 1 Fitur-fitur E-LKPD Berbasis PjBL

No	Fitur-fitur E-LKPD	Deskripsi
1	 BI-NOTES	Fitur pengantar menyajikan ringkasan materi awal, dilengkapi QR code yang dapat dipindai untuk mengakses artikel atau video pendukung terkait pencemaran lingkungan.

No	Fitur-fitur E-LKPD	Deskripsi
2	 BI-SENSE	Fitur ini berisi video atau artikel pemantik yang harus dibaca/ditonton dan pahami peserta didik, lalu diminta untuk mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan yang ditemukan dalam bacaan tersebut.
3	 BI-THINK	Fitur ini menstimulasi peserta didik untuk mengemukakan ide, hipotesis, dan solusi awal dalam mengolah limbah organik menjadi produk bermanfaat. Mendorong kemampuan inferensi dan berpikir kreatif dalam merancang proyek.
4	 BI-ACT	Fitur ini menugaskan peserta didik untuk menyusun jadwal dan perencanaan proyek secara kolaboratif dengan memperhatikan batas waktu yang ditentukan untuk menyelesaikan

No	Fitur-fitur E-LKPD	Deskripsi
		permasalahan pencemaran lingkungan.
5		Fitur ini berisi pelaksanaan proyek yang dilakukan dan memonitor kemajuan proyek peserta didik dalam batas waktu yang telah ditentukan.
6		Fitur ini memuat hasil dari data yang telah diperoleh dan dikumpulkan peserta didik dalam melaksanakan proyek untuk menyelesaikan permasalahan pencemaran lingkungan.
7		Fitur ini berisi penilaian pada hasil data proyek yang telah dikumpulkan dan penilaian pada saat proses presentasi hasil proyek
8		Fitur ini berisi kegiatan evaluasi dan refleksi diri setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dan praktikum yang telah dilakukan yang disesuaikan

No	Fitur-fitur E-LKPD	Deskripsi
		dengan indikator berpikir kritis

Validasi dilakukan oleh tiga validator yaitu dosen ahli materi, dosen ahli media, dan guru biologi SMA. Berikut merupakan hasil validasi E-LKPD yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2 Hasil validasi E-LKPD

N o.	Aspek yang dinilai	Validator			RR (%)	KI
		V 1	V 2	V 3		
A. Penyajian						
1.	Tampilan E-LKPD	4	4	4	100	S V
2.	Kesesuaian sampul E-LKPD	3	4	3	83,3	V
3.	Kesesuaian warna E-LKPD	3	4	4	91,6	S V
4.	Kesesuaian font dan ukuran huruf E-LKPD	4	4	4	100	S V
5.	Kualitas gambar	4	4	4	100	S V
6.	Kualitas video	4	4	4	100	S V
7.	Kesesuaian Link	4	4	4	100	S V
8.	Kesesuaian QR-Code	4	4	4	100	S V
9.	E-LKPD liverworksh eets	4	4	4	100	S V
10.	Akseibilitas E-LKPD	4	4	4	100	S V
11.	Pencantuman identitas E-LKPD	4	4	4	100	S V
Rata-rata Aspek Penyajian					97,7 1	S V

B. Isi						
12	Kebenaran isi pada materi E-LKPD	4	4	4	100	S V
13	Kesesuaian petunjuk penggunaa n E-LKPD	4	3	4	91,6	S V
14	Kesesuaian dengan alokasi waktu	4	4	4	100	S V
15	Kesesuaian dengan tujuan pembelajar an	4	4	4	100	S V
16	Kesesuaian petunjuk praktikum	4	4	4	100	S V
17	Kesesuaian dengan daftar pustaka	4	4	4	100	S V
18	Kesesuaian E-LKPD dengan sintaks PjBL	4	4	4	100	S V
19	Kesesuaian E-LKPD dengan indikator berpikir kritis	4	4	4	100	S V
Rata-rata Aspek Isi					98,9 5	S V
C. Bahasa						
20	Kesesuaian Bahasa	4	4	4	100	S V
21	Penggunaaa n Istilah	3	4	4	91,6	S V
Rata-rata Aspek Bahasa					95,8	S V
Rata-rata Keseluruhan Aspek					97,3	S V

Keterangan:
V1: Validator 1,

RR: Rata-rata

KI: Kriteria Interpretas

SV: Sangat Valid.

Farida *et al.* (2022) menjelaskan bahwa suatu produk dapat dinyatakan valid apabila telah memenuhi kriteria isi, penyajian, dan penggunaan bahasa yang sesuai sehingga layak digunakan dalam pembelajaran. Secara keseluruhan, rata-rata seluruh aspek validasi memperoleh persentase sebesar 97,3% yang termasuk dalam kriteria interpretasi sangat valid.

Hal tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis PjBL yang dikembangkan pada materi perubahan lingkungan telah memenuhi standar kelayakan dari segi isi, penyajian, dan kebahasaan. Aspek penyajian yang terdiri dari 11 poin penilaian memiliki rata-rata sebesar 97,71% dengan kriteria sangat valid. Komponen penyajian yang baik dapat 92 meningkatkan motivasi serta rasa ingin tahu peserta didik dalam menggunakan E-LKPD selama proses pembelajaran (Rosa *et.al.*, 2022). Aspek isi memperoleh rata-rata 98,9% dengan kriteria sangat valid, menunjukkan materi E-LKPD berbasis PjBL telah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan disusun runtut agar mudah dipahami. Penyusunan ini membantu peserta didik memahami konsep secara utuh serta mampu menganalisis dan menyelesaikan masalah. Isi E-LKPD dinyatakan valid jika materi dan latihan relevan dengan kebutuhan peserta didik dan guru serta mendukung pembelajaran secara optimal (Wahyuni *et al.*, 2021).

Terakhir yaitu Aspek bahasa memperoleh rata-rata 95,8% dengan kriteria sangat valid, menunjukkan bahwa bahasa pada E-LKPD telah memenuhi standar kelayakan, disesuaikan dengan perkembangan peserta didik, serta komunikatif dan mudah dipahami sehingga membantu memahami konsep secara efektif (Aulia *et.al.*, 2025).

Penggunaan materi perubahan lingkungan pada submateri pencemaran lingkungan dengan model *Project Based Learning* (PjBL) terbukti valid dan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kevalidan ini didasarkan pada penilaian ahli terhadap aspek isi, penyajian, dan bahasa yang telah sesuai dengan tujuan pembelajaran serta indikator berpikir kritis. Melalui kegiatan berbasis proyek, peserta didik aktif mengidentifikasi masalah, menganalisis penyebab, dan mencari solusi. Model PjBL efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis karena berfokus pada penyelidikan, pemecahan masalah, dan pembuatan produk yang relevan dengan kehidupan nyata (Nurhamidah & Nurachadijat, 2023), serta selaras dengan karakteristik materi pencemaran lingkungan yang kontekstual.

Kepraktisan E-LKPD

Kepraktisan E-LKPD dapat dilihat dari hasil observasi keterlaksanaan aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung dengan menggunakan E-LKPD, serta dari hasil respons peserta didik setelah mengerjakan E-LKPD. Hal ini

menunjukkan sejauh mana E-LKPD mudah digunakan, menarik, dan mampu mendukung kelancaran kegiatan belajar.

Tabel 3 Hasil validasi E-LKPD

No.	AD	KA		RR	KI
		Y	T		
1.	Peserta didik membaca petunjuk penggunaan E-LKPD	34	0	100%	SB
2.	Peserta didik menyimak bacaan rumusan tujuan pembelajaran yang tertera di dalam E-LKPD.	33	1	97%	SB
3.	Peserta didik menyimak bacaan artikel dan memahami pengenalan masalah mendasar untuk proyek yang ditandai dengan menyelesaikan penugasan pada sintaks 1 fitur <i>Bi-Notes</i> dan <i>Bi-Sense</i> (Interpretasi) <i>Mindful Learning</i>	34	0	100%	SB

Fase 1: Penentuan pertanyaan mendasar

No.	AD	KA		RR	KI
		Y	T		
4.	Peserta didik membaca artikel lalu memahami pengenalan masalah mendasar untuk proyek yang akan dilakukan yang ditandai dengan menyelesaikan penugasan pada sintaks 1 fitur <i>Bi-Think</i> (Interpretasi) <i>Mindful Learning & Meaningful Learning</i>	34	0	100%	SB

Fase 2: Mendesain perencanaan untuk proyek

5.	Peserta didik berdiskusi untuk menentukan tujuan proyek lalu dilanjutkan dengan membuat perencanaan proyek, ditandai dengan mencatat perencanaannya pada sintaks 2 fitur <i>Bi-Act</i> (Analisis) <i>Meaningful Learning</i>	34	0	100%	SB
----	--	----	---	------	----

No.	AD	KA		RR	KI
		Y	T		
Fase 3: Menyusun jadwal					
6.	Peserta didik menetapkan waktu pelaksanaa n kegiatan guna menyelesaikan tugas proyek tersebut., ditandai dengan mencatat perencanaa nya pada sintaks 3 fitur <i>Bi-Act</i> (Analisis) <i>Meaningful Learning</i>	34	0	100%	SB
Rata-rata Aspek E-LKPD 1				99,5%	SB

E-LKPD 2

Fase 4: Memonitor kerja peserta didik dan kemajuan proyek

7.	Peserta didik melaksanakan proyek dengan mencatat hasil pengamatan proyek yang dilakukan pada sintaks 4 fitur <i>Bi-Explore</i> (Eksplanasi) <i>Joyful Learning</i>	34	0	100%	SB
----	---	----	---	------	----

No.	AD	KA		RR	KI
		Y	T		
8.	Peserta didik menganalisis data hasil proyek pada sintaks 4 fitur yang dilanjutkan dengan pembuatan poster mengenai hasil analisis praktikum yang telah dilakukan lalu mengomunikasikan hasil karya secara berkelompok pada fitur <i>Bi-Data</i> (Eksplanasi & Inferensi) <i>Meaningful Learning</i>	32	2	94,2%	SB

Fase 5: Melakukan penilaian hasil kerja

9.	Peserta didik mempresentasikan hasil proyek dengan baik dan guru memberikan penilaian melalui E-LKPD pegangan guru pada sintaks 5 fitur <i>Bi-Talk</i> (Evaluasi) <i>Joyful Learning</i>	34	0	100%	SB
----	--	----	---	------	----

No.	AD	KA		RR	KI
		Y	T		
10.	Peserta didik menyimak dan menanggapi hasil praktikum dan presentasi kelompok lain <i>Bi-Talk</i> (Evaluasi) <i>Joyful Learning</i>	33	1	97%	SB

Fase 6: Mengevaluasi Pengalaman

11.	Peserta didik dapat menjawab soal diskusi pada fitur <i>Bi-Reflect</i> (Regulasi Diri) <i>Mindful Learning</i>	34	0	100%	SB
Rata-rata Aspek E-LKPD 2				98,3%	SB
Rata-rata Keterlaksanaan E-LKPD				98,9%	SB

Keterangan:

KA: Keterlaksanaan Aktivitas, Y: Ya, T: Tidak, RR: Rata-rata, KI: Kriteria Interpretasi, SB: Sangat Baik

Pada E-LKPD 1 dengan topik pencemaran lingkungan akibat menumpuknya limbah kulit siwalan, tingkat keterlaksanaan mencapai rata-rata 99,5% dengan kriteria sangat baik. Sementara itu, E-LKPD 2 yang mengangkat topik pembuatan pupuk organik dari limbah kulit siwalan dengan bantuan bioaktivator memperoleh rata-rata keterlaksanaan sebesar 98,3% dengan kriteria yang sangat baik. Secara keseluruhan, rata-rata keterlaksanaan kedua E-

LKPD tersebut mencapai 98,93% yang menunjukkan bahwa hampir seluruh kegiatan pembelajaran dapat terlaksana dengan sangat baik dan melibatkan seluruh peserta didik secara aktif. Tingginya keterlaksanaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti motivasi belajar peserta didik, pengalaman baru yang diperoleh selama pembelajaran, serta penyampaian materi oleh guru yang jelas dan mudah dipahami (Qodarsih *et al.*, 2023).

Kegiatan penyelesaian masalah pada E-LKPD dilakukan melalui pembuatan pupuk organik dari limbah kulit siwalan dengan bantuan bioaktivator, yang berperan dalam mempercepat proses pelapukan sehingga menghasilkan produk yang bernilai guna. Kegiatan ini tidak hanya melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik, tetapi juga meningkatkan pemahaman mereka terhadap pemanfaatan limbah secara berkelanjutan. Proses pembuatan pupuk dilaksanakan selama 7 hari dengan pengamatan pada hari ke-0 dan hari ke-7 melalui beberapa indikator, yaitu tekstur, warna, aroma, dan pH, guna menilai tingkat keberhasilan produk yang dihasilkan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pupuk memiliki aroma khas seperti tape, sedikit asam, tidak berbau menyengat, serta menunjukkan kualitas yang layak untuk digunakan (Septiadi *et al.*, 2022). Sejalan dengan hal tersebut, Aritonang *et al.* (2024) menyatakan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek mampu mendukung

keberhasilan individu yang dipengaruhi oleh kerja sama dalam kelompok, sehingga kegiatan ini juga memperkuat kemampuan kerja sama peserta didik.

Aktivitas pembelajaran menggunakan E-LKPD diawali dengan membaca petunjuk dan tujuan, serta mengakses QR-Code berisi rangkuman materi pada fitur BiNotes yang terlaksana dengan sangat baik (100%). Pada fase 1, yaitu "Penentuan Pertanyaan Mendasar" melalui fitur Bi-Sense, peserta didik mengamati gambar, mengidentifikasi peristiwa dan penyebabnya, serta menjawab pertanyaan yang melatih berpikir kritis. Kegiatan dilanjutkan dengan menonton video dan membaca artikel pada fitur Bi-Think untuk memperdalam pemahaman dan menjawab pertanyaan. Seluruh aktivitas pada fase 1 terlaksana dengan sangat baik (100%) karena peserta didik mampu memahami materi dan mengikuti instruksi dengan tepat. Keberhasilan ini terlihat dari kemampuan mereka mengidentifikasi masalah nyata dan merumuskan pertanyaan yang relevan, sehingga meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterlibatan belajar (Aprina *et al.*, 2024). Sebelum memasuki fase 2, peserta didik terlebih dahulu membaca materi tambahan pada fitur Bi-Notes sebagai bekal menyusun proyek. Pada fase 2 (mendesain perencanaan proyek) dan fase 3 (menyusun jadwal), peserta didik merancang proyek melalui fitur Bi-Act dengan menentukan alat dan bahan, langkah kerja, serta jadwal kegiatan pembuatan pupuk organik dari limbah

kulit siwalan. Keterlaksanaan pada fase 2 dan fase 3 mencapai 100% dengan kategori sangat baik karena peserta didik mampu memahami instruksi dan membagi tugas dengan tepat. Keberhasilan pada kedua fase ini ditunjukkan dari kemampuan peserta didik dalam menyusun rencana kerja yang memuat tujuan, langkah kegiatan, pembagian tugas, dan jadwal secara terstruktur, yang berperan dalam melatih manajemen waktu serta menumbuhkan tanggung jawab (Mona & Rachmawati, 2023).

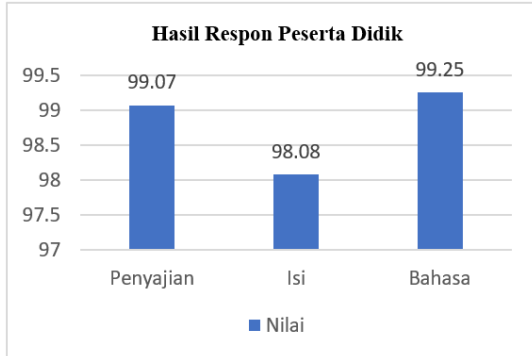
Pada fase 4 “Memonitor kerja peserta didik dan kemajuan proyek”, peserta didik melaksanakan proyek, mencatat hasil pada fitur Bi-Explore, serta menganalisis data pada Bi-Data dengan membandingkan hasil hari ke-0 dan ke-7 serta pengaruh bioaktivator. Fase ini memperoleh rata-rata keterlaksanaan 97,1% (kategori sangat baik), menunjukkan sebagian besar peserta didik mampu menjalankan proyek dan analisis dengan baik, meskipun masih ada beberapa yang kurang aktif. Fase ini dinyatakan berhasil jika peserta didik aktif melaksanakan rencana dan mampu menyelesaikan masalah yang muncul (Sahid *et al.*, 2024). Pada fase 5 “Melakukan penilaian hasil kerja”, peserta didik membuat powerpoint sederhana dan mempresentasikan hasil proyek melalui fitur Bi-Talk. Rata-rata keterlaksanaan mencapai 98,5% (sangat baik), meskipun terdapat peserta didik yang kurang menyimak saat presentasi. Fase ini berhasil jika peserta didik mampu mempresentasikan hasil secara runtut, didukung data, dan menjawab

pertanyaan secara logis (Pratiwi dan Purnomo, 2025). Pada fase 6 “Mengevaluasi pengalaman”, peserta didik menuliskan evaluasi kegiatan dan refleksi diri pada fitur Bi-Reflect. Fase ini memperoleh keterlaksanaan 100%, menunjukkan peserta didik telah melaksanakannya dengan sangat baik. Keberhasilan fase ini ditandai dengan kemampuan refleksi serta peningkatan pemahaman dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Fazriah *et al.*, 2024). Secara keseluruhan, setiap fase dalam Project Based Learning dinyatakan berhasil apabila terlaksana secara sistematis dan mencapai indikator pembelajaran (Pranilsa, 2024). Sejalan dengan hasil pada fase-fase yang telah terlaksana, model pembelajaran *Project Based Learning* terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Model ini melatih peserta didik berpikir runtut dan sistematis dalam mengidentifikasi serta menganalisis masalah, sekaligus mendorong keterlibatan aktif, arasa percaya diri, dan kemampuan mengambil keputusan. Selain itu, proses pengerjaan proyek juga menumbuhkan sikap tanggung jawab terhadap hasil dan solusi yang dihasilkan (menurut Sholeh *et al.*, 2024).

Menurut Nirwana & Andriani (2024), kepraktisan E-LKPD dapat diukur melalui angket respon peserta didik yang didalamnya terdapat pertanyaan mengenai kemudahan dan pengalaman penggunaan E-LKPD selama proses pembelajaran. Melalui angket ini, dapat diperoleh

gambaran mengenai pengalaman dan tanggapan peserta didik setelah menggunakan E-LKPD tersebut.

Grafik 1. Hasil respon peserta didik



Angket respon terdiri atas 32 pernyataan yang mencakup aspek penyajian, isi, dan bahasa. Sebanyak 21 pernyataan memperoleh persentase 100%, yang menunjukkan respon sangat baik dari peserta didik terhadap penggunaan E-LKPD. Pada aspek penyajian, diperoleh rata-rata 99,7%, meskipun masih terdapat beberapa kendala pada beberapa pernyataan, seperti tampilan sampul yang dinilai kurang menarik serta hambatan dalam mengoperasikan E-LKPD akibat gangguan jaringan internet di kelas. Hal tersebut disebabkan oleh kestabilan akses internet di lingkungan pembelajaran sehingga memengaruhi kelancaran penggunaan E-LKPD. Kondisi ini menjadi bahan evaluasi agar ke depan penggunaan E-LKPD dapat didukung dengan fasilitas dan koneksi internet yang lebih stabil.

Pada aspek isi diperoleh rata-rata sebesar 98,8%, meskipun masih terdapat beberapa kendala pada beberapa nomor. Satu peserta didik mengalami kesulitan dalam menyusun jadwal (nomor 17), memonitor kemajuan proyek (nomor 19), serta

melakukan penilaian hasil kerja dan evaluasi pengalaman (nomor 20 dan 21). Selain itu, pada nomor 23 dan 24, satu peserta didik menilai bahwa E-LKPD masih kurang dalam melatih kemampuan berpikir kritis, khususnya pada aspek analisis dan eksplanasi. Hal tersebut disebabkan oleh peserta didik yang masih belum terbiasa mengatur waktu dan memantau perkembangan proyek secara mandiri, serta belum terbiasa melakukan penilaian dan refleksi terhadap hasil kerja. Selain itu, kegiatan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) yang masih tergolong baru juga membuat sebagian peserta didik belum optimal dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya.

Pada aspek bahasa diperoleh rata-rata sebesar 99,25%. Pada pernyataan nomor 28 diperoleh rata-rata 94,02% karena terdapat peserta didik yang masih kurang memahami bahasa yang digunakan dalam E-LKPD. Sementara itu, pada pernyataan nomor 31 diperoleh rata-rata 97% karena ada satu peserta didik yang mengalami kesulitan memahami istilah-istilah yang terdapat di dalam E-LKPD.

Berdasarkan hasil respon peserta didik, keseluruhan aspek kepraktisan E-LKPD memperoleh nilai rata-rata 99,25% dengan kategori sangat baik. Bahan ajar dinyatakan praktis apabila mudah digunakan, mudah dipahami, tidak memerlukan waktu lama, serta mampu mendukung proses pembelajaran secara efisien (Nurhafsah, 2024). Kepraktisan E-LKPD juga dilihat dari keterlaksanaan

aktivitas peserta didik selama pembelajaran serta respons setelah penggunaan E-LKPD interaktif berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi perubahan lingkungan. Hasil dengan kategori sangat baik menunjukkan bahwa E-LKPD praktis, mudah diterapkan, dan efektif dalam membantu peserta didik memahami materi pembelajaran. Pada bagian akhir angket respon, peserta didik juga diberikan kolom untuk memberikan saran dan komentar terhadap produk yang dikembangkan. Hampir seluruh peserta didik memberikan tanggapan bahwa E-LKPD yang digunakan sudah sangat baik dan menarik, baik dari segi tampilan maupun isi yang mudah dipahami. Selain itu, penggunaan website juga memudahkan mereka dalam mengerjakan tugas secara online. Namun, beberapa peserta didik memberikan saran agar ditambahkan variasi bentuk soal agar kegiatan belajar menjadi lebih beragam dan tidak monoton.

D. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi perubahan lingkungan yang memenuhi kriteria valid dan praktis sebagai bahan ajar untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa E-LKPD memperoleh rata-rata persentase sebesar 97,3% dengan kategori sangat valid, sedangkan hasil uji kepraktisan menunjukkan tingkat keterlaksanaan pembelajaran sebesar 98,9% dan respon peserta

didik sebesar 99,25%, yang keduanya termasuk dalam kategori sangat baik.

Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD berbasis PjBL yang dikembangkan layak digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran perubahan lingkungan karena mampu memfasilitasi pelaksanaan pembelajaran yang sistematis, kontekstual, dan berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Meskipun demikian, pengembangan lebih lanjut masih diperlukan, antara lain dengan mengoptimalkan pelaksanaan proyek melalui perpanjangan waktu pembuatan pupuk organik dari limbah kulit siwalan agar menghasilkan produk yang lebih optimal serta mempertimbangkan penggunaan bioaktivator yang lebih ekonomis dan mudah diperoleh.

Selain itu, penelitian lanjutan disarankan untuk menguji efektivitas E-LKPD terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis melalui desain penelitian eksperimen dengan melibatkan jumlah peserta didik yang lebih besar, karakteristik sekolah yang lebih beragam, serta penerapan pada materi biologi lainnya sehingga diperoleh bukti empiris yang lebih komprehensif mengenai efektivitas dan keberlanjutan implementasi E-LKPD berbasis *Project Based Learning*.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianti, Y., Handayani, D., & Darti, P. (2023). Peningkatan Aktivitas dan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Penerapan Model *Project Based*

- Learning Berbantuan E-LKPD. *DIDAKTIKA: Jurnal Penelitian Tindakan Kelas*, 1(2), 36-45.
- Abdullah, W., & Maladona, A. (2025). The Effect Of Problem-Based Learning (PBL) On Critical Thinking Skills Of Students At Nurussalam Islamic Junior High School. *Jurnal Konseling Pendidikan Islam*, 6(2), 181-192.
- Aini, N., & Fitrihidajati, H. (2020). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Learning Cycle 7E Materi Pencemaran Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 9(2), 259-274.
- Aprina, E. A., Fatmawati, E., & Suhardi, A. (2024). Penerapan model problem based learning untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis pada muatan IPA sekolah dasar. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(1 Februari), 981-990.
- Aritonang, F. W. R., Ritonga, I., & Hasibuan, R. (2024). Analisis Penerapan Model Pembelajaran PjBL dan Konsentrasi Belajar Siswa Pada Materi Sistem Koordinasi di SMA Negeri 1 Pancur Batu: (Analysis of The Application of The PjBL Learning Model and Student Learning Concentration on Coordination System Material at SMA Negeri 1 Pancur Batu). *BIODIK*, 10(2), 162-171.
- Aulia, S. F., Solikha, M., Paujiah, E., Hadiansah, H., & Cahyono, T. (2025). Penyusunan dan Validasi Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Literasi Sains Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 1062-1076.
- Azizah, M. I., & Kuswanti, N. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Think Pair Share pada Materi Sistem Gerak untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(2), 405-417.
- Facione, P. A., Facione, N. C., & Gittens, C. A. (2020). What the data tell us about human reasoning. In *Critical thinking and reasoning* (pp. 272-297). Brill.
- Farida, C., Destiniar, D., & Fuadiah, N. F. (2022). Pengembangan media pembelajaran berbasis video animasi pada materi penyajian data. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 53-66.
- Fazriah, H., Putra, A. P., & Rezeki, A. (2024). Implementasi model pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas X pada materi ekosistem. *Journal of Bio-Creaducation*, 1(1), 15-27.
- Firdaus, F., Kailani, I., Bakar, M. N. B., & Bakry, B. (2022). Developing critical thinking skills of students in mathematics learning. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 13(2), 226-233.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International journal of educational research*, 102, 101586.
- Hati, F. S., & Kurnia, A. R. (2023). Evaluasi Skor Pre-Test dan Post-Test Peserta Pelatihan Pelayanan Kontrasepsi bagi Dokter dan Bidan di Fasilitas Pelayanan Kesehatan di BKKBN Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Edutrained: Jurnal Pendidikan Dan Pelatihan*, 7(1), 67-78.

- <https://data.kemendikdasmen.go.id/publikasi/p/rapor-pendidikan-indonesia/rapor-pendidikan-indonesia-kab-tuban-2024>
- Husna, A., Ilmi, N., & Gusmaneli, G. (2025). Strategi pembelajaran berbasis masalah dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Katalis Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Matematika*, 2(2), 76-86.
- Indahwati, S. D., Rachmadiarti, F., & Hariyono, E. (2023). Integration of PJBL, STEAM, and learning tool development in improving students' critical thinking skills. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 4(6), 808-818.
- Masban, B. R. (2021). Pengaruh pembelajaran blended learning di masa pandemi covid-19 terhadap motivasi belajar dan pemahaman konsep peserta didik. *Chemistry Education Practice*, 4(3), 301-309.
- Milatti, S. I., & Fitrihidajati, H. (2024). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-Lkpd) Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Perubahan Lingkungan Untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(1), 66-78.
- Mona, N., & Rachmawati, R. C. (2023). Penerapan model Project Based Learning untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi dan keterampilan kreativitas peserta didik. *Jurnal Pendidikan Guru Profesional*, 1(2), 150-167.
- Mu'minah, I. H. (2021). Studi literatur: pembelajaran abad-21 melalui pendekatan steam (science, technology, engineering, art, and mathematics) dalam menyongsong era society 5.0. *In Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 3, pp. 584-594).
- Nirwana, N. I., & Andriani, A. (2024). Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbantuan Liveworksheets untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(3), 1210-1225.
- Nurhafsah, N., Idawati, I., & Nawir, M. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Digital Pada Materi IPS. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 4(1), 150-162.
- Nurhamidah, S., & Nurachadijat, K. (2023). Project based learning dalam meningkatkan kemandirian belajar peserta didik. *Jurnal Inovasi, Evaluasi Dan Pengembangan Pembelajaran (JIEPP)*, 3(2), 42-50.
- Nurulia, G. S., & Qomariyah, N. (2022). Pengembangan E-LKPD berbasis learning cycle 5E Materi sistem pencernaan untuk meningkatkan ketrampilan proses terintegrasi peserta didik kelas XI SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(2), 285-293.
- Pranilsa, F. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar Peserta Didik Pada Pembelajaran Matematika Di Kelas IV SDN 216/IV Kota Jambi (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Pratiwi, N. R., & Purnomo, T. (2025). Pengembangan LKPD Berbasis Project Based Learning Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 14(2), 374-382.
- Qodarsih, F. Y., Sunarso, A., & Utanto, Y. (2023). Analisis kemampuan berpikir kritis dan keterampilan komunikasi siswa

- kelas IV dengan model pembelajaran talking stick berbantu media poster. *Dharmas Education Journal (DE_Journal)*, 4(1), 413-425.
- Rosa, D. M., Wildan, W., Hadisaputra, S., & Sofia, B. F. D. (2022). Pengembangan E-LKPD Larutan Asam Basa Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Chemistry Education Practice*, 5(1), 60-65.
- Sahid, M. R. H., Arisnawati, A., & Saparuddin, S. (2024). Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VII. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 14(1), 9-18.
- Septiadi, D., Usman, A., Tanaya, I. G. L. P., & Hidayati, A. (2022). Peningkatan Kapasitas Petani Melalui Aplikasi Inovasi Teknologi Pupuk Organik Cair Berbasis Limbah Pertanian Di Desa Otak Rarangan Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(3), 350-356.
- Setiawan, D. (2020). Teknologi pengolahan air limbah domestik skala rumah tangga. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(3), 234–243.
- Sholeh, M. I., Tasya, D. A., Syafi'i, A., Rosyidi, H., Arifin, Z., & binti Ab Rahman, S. F. (2024). Penerapan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Tinta*, 6(2), 158-176.
- Siregar, N. A., Harahap, N. R., & Harahap, H. S. (2023). Hubungan antara pretest dan posttest dengan hasil belajar siswa kelas VII B di MTs Alwashliyah Pantai Cermin. *Jurnal Ilmiah Edunomika*, 7(1), 1-13.
- Ulfah, Y., & Suryantoro, A. (2021). Evaluasi Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19 terhadap Nilai Pretest dan Posttest IPA Kelas IX. A SMP Negeri Purworejo Lampung Tengah. *Al Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 2(1), 28-35.
- Wahyuni, K. S. P., Candiasa, I. M., & Wibawa, I. M. C. (2021). Pengembangan E-LKPD berbasis kemampuan berpikir tingkat tinggi mata pelajaran tematik kelas IV sekolah dasar. *PENDASI Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 5(2), 301-311.
- Wulandari, I., Ningsih, S., & Aziz, S. (2025). Pengembangan Model Pembelajaran IPS Yang Berbasis Masalah dan Proyek Di Sekolah Dasar. *Arini: Jurnal Ilmiah dan Karya Inovasi Guru*, 2(1), 16-32.
- Yunipiyanto, M. R., Trisnarningsih, T., & Pujiati, P. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Proses Pembelajaran Ekonomi. *Jurnal Studi Sosial/Journal of Social Studies*, 8(1).