

EFEKTIVITAS E-LKPD BERBASIS PBL PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN BERMUATAN SDG 13 UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS MURID

Effectiveness of E-LKPD Based On PBL On Environmental Change Material Containing SDG 13 To Train Student's Critical Thinking Skills

Janur Annisa Sajida

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : janur.22053@mhs.unesa.ac.id

Fida Rachmadiarti

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : fidarachmadiarti@unesa.ac.id

Corresponding author: fidarachmadiarti@unesa.ac.id

Abstrak

Pendidikan di abad ke-21 ini menuntut murid untuk mampu menguasai keterampilan 4C, yakni *Communication, Collaboration, Critical Thinking and Problem Solving*, dan *Creativity and Innovation*. Di antara keempatnya, berpikir kritis menjadi satu diantara keterampilan yang perlu dilatihkan bermaksud mendukung terwujudnya pembangunan berkelanjutan. Alternatif pembelajaran bisa direalisasikan lewat pengaplikasian model pembelajaran berbasis masalah disertai integrasi teknologi yakni penggunaan bahan ajar interaktif seperti E-LKPD. Oleh karenanya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas E-LKPD berdasar PBL yang memuat materi perubahan lingkungan bermuatan SDG 13 untuk melatih keterampilan berpikir kritis murid. Adapun metode yang dipakai yakni penelitian pengembangan beserta model 4D (*Define, Design, Development, dan Disseminate*). Produk E-LKPD yang dihasilkan memuat fitur-fitur yang mencakup kegiatan pembelajaran berdasarkan alur PBL untuk melatih keterampilan berpikir kritis murid yakni untuk indikator interpretasi, analisis, inferensi, eksplanasi, evaluasi, dan regulasi diri. Secara terbatas, E-LKPD diuji cobakan pada 36 murid kelas X SMAN 1 Kauman. Hasilnya, E-LKPD dikatakan efektif dikaji dari peningkatan hasil pengerjaan *pretest* serta *posttest* murid dengan skor *N-Gain* yakni 0,79, terkategori tinggi. Selain itu, peningkatan indikator keterampilan berpikir kritis murid yakni skor *N-Gain* sejumlah 0,82, juga masuk kategori tinggi. Menilik pada temuan tersebut, E-LKPD berbasis PBL pada materi perubahan lingkungan bermuatan SDG 13 dinyatakan efektif untuk melatih keterampilan berpikir kritis murid.

Kata Kunci: E-LKPD, *Problem Based Learning* (PBL), keterampilan berpikir kritis, perubahan lingkungan, SDG 13.

Abstract

Education in the 21st century requires students to master the 4C skills: Communication, Collaboration, Critical Thinking and Problem Solving, and Creativity and Innovation. Among these, critical thinking is one of the skills that needs to be trained to support sustainable development. Alternative learning can be realized through the application of problem-based learning models accompanied by technology integration, namely the use of interactive teaching materials such as E-LKPD. Therefore, this study aims to analyze the effectiveness of E-LKPD based on PBL containing environmental change material containing SDG 13 to train students' critical thinking skills. The method used is development research with the 4D model (Define, Design, Development, and Disseminate). The resulting E-LKPD product contains features that include learning activities based on the PBL flow to train students' critical thinking skills, namely for indicators of interpretation, analysis, inference, explanation, evaluation, and self-regulation. On a limited basis, E-LKPD was tested on 36 grade 10 students of SMAN 1 Kauman. The results showed that the E-LKPD was effective, based on the improvement in students' pretest and posttest results, with an N-Gain score of 0.79, categorized as high. Furthermore, the improvement in students' critical thinking skills, with an N-Gain score of 0.82, also categorized as high. Based on these findings, the E-LKPD based on PBL on environmental change material containing SDG 13 was declared effective in developing students' critical thinking skills.

Keywords: E-LKPD, *Problem Based Learning* (PBL), critical thinking skills, environmental change, SDG 13.



PENDAHULUAN

Pada abad ke-21 ini, pengembangan kompetensi ditekankan dengan adanya perkembangan teknologi yang membuat pergeseran paradigma pendidikan dari pembelajaran yang bersifat pasif menjadi pembelajaran yang lebih aktif yang mengacu pada *Student Center Learning* (SCL) disertai mengembangkan keterampilan 4C yang meliputi *Communication, Collaboration, Critical Thinking and Problem Solving*, dan *Creativity and Innovation* (Rahmawati dkk., 2023). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia merespons perubahan dan tuntutan akan kebutuhan yang ada dengan menetapkan kurikulum merdeka menjadi kurikulum terbaru untuk diimplementasikan dengan berorientasi pada penguatan pembentukan karakter murid melalui pengembangan profil lulusan. Kurikulum merdeka mengatur Capaian Pembelajaran (CP) yang mencakup capaian umum dan capaian perelemen yang terdiri atas pemahaman dan keterampilan proses yang mana dengan keterampilan tersebut upaya dalam pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SDGs) dapat terlaksana. Capaian pembelajaran mencerminkan pembelajaran yang menuntut murid untuk menggunakan daya nalar kritis yang cocok dengan urgensi keterampilan di abad ke-21 ini (Syafriani dkk., 2025).

Secara khusus, kurikulum merdeka menargetkan murid untuk berbekal keterampilan berpikir kritis guna mampu menuntaskan permasalahan yang selaras dengan situasi nyata di kehidupan. Di Indonesia sendiri, keterampilan berpikir kritis masih rendah. Menurut Rofi'ah (2024), murid di Indonesia dikatakan dalam hal keterampilan berpikir kritis dalam tingkatan bawah mengarah kepada data *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS), dimana nilai sains murid Indonesia masih berkedudukan di bawah nilai rerata internasional pada tahun 1999, 2013, 2007, 2011, dan 2015. Selain itu, dilihat dari temuan *Programme for International Student Assessment* (PISA) oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) memaparkan bahwasanya posisi Indonesia bertempat pada ranking ke-72 dari 78 negara partisipan program tersebut. PISA dilaksanakan pada tahun 2018 dengan melibatkan sebanyak 12.098 murid di 399 satuan pendidikan yang mewakili 85% penduduk berusia 15 tahun.

Fakta menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis adalah hal yang vital. Dalam realitanya, hal ini tidak sepadan dengan keterampilan berpikir kritis yang tingkatannya dikatakan masih rendah. Guna menindaklanjuti persoalan tersebut, maka dibutuhkan sebuah terobosan dalam pembelajaran yang mampu menunjang pengembangan keterampilan murid yakni dengan *Problem Based Learning* (PBL) sebagai model pembelajaran yang mendorong murid untuk mampu menyelesaikan permasalahan autentik melalui langkah inkuiri, kolaborasi, dan refleksi (Masrinah dkk., 2023). Dalam pembelajaran, PBL menjadikan murid sebagai titik fokus dimana murid diberi ruang untuk mampu menyampaikan gagasan yang dimiliki melalui proses penyelesaian masalah (Fauziyah dkk., 2024). Model PBL terbukti berhasil melatih keterampilan berpikir murid seperti pada penelitian oleh Iwan dkk. (2024), dimana penerapan model PBL mampu menaikkan secara substansial keterampilan berpikir kritis dibanding kelas yang mengimplementasikan pembelajaran model pengajaran konservatif. Murid dibantu melatih kemampuan pemecahan masalah secara mandiri, berpikir kreatif dan analitis, serta membangun strategi berpikir yang terstruktur melalui penerapan model PBL yang optimal dalam pembelajaran (Cho dkk., 2021).

Pembiasaan berketerampilan berpikir kritis lewat proses belajar dengan penggunaan model PBL telah terbukti efektivitasnya tapi dalam praktiknya hal ini tidak didukung penuh dengan pemanfaatan teknologi sebagai media yang menarik dan interaktif. Padahal, keterampilan berpikir kritis tidak secara otomatis berkembang, melainkan perlu diarahkan dan difasilitasi dengan alat dan strategi pembelajaran yang sistematis dan kontekstual (Golden, 2023). Satu diantara media digital yang dapat dimanfaatkan yaitu *Electronic-Lembar Kerja Peserta Didik* (E-LKPD). Penggunaan E-LKPD terbukti efektif melatih keterampilan berpikir kritis murid didukung riset oleh Yulanda dkk. (2023) dimana terjadi peningkatan substansial nilai rerata *pretest* yakni 35,71 menjadi 71,38 di nilai rerata *posttest*.

Perubahan lingkungan menjadi satu di antara materi yang tercantum dalam capaian pembelajaran fase E di mata pelajaran biologi. Materi ini memiliki relevansi yang kuat dengan kehidupan sehari-hari serta isu global, khususnya dalam mendukung *Sustainable Development Goal* (SDG) nomor 13 yaitu mengenai penanganan perubahan iklim. Dalam pembelajaran di materi ini diperlukan keterampilan berpikir kritis murid dalam menganalisis penyebab, dampak, serta solusi terhadap permasalahan lingkungan. Namun, penelitian yang mengintegrasikan antara E-LKPD, PBL, dan muatan SDG masih terbatas. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* berisi materi perubahan lingkungan bermuatan SDG 13 yang efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis murid.

METODE

Dalam pelaksanaannya, penelitian pengembangan menjadi jenis penelitian yang dipakai atau sebutan lainnya yakni *Research and Development* (R&D). Arah penelitian ini ialah bisa menghasilkan produk berupa E-LKPD berbasis PBL berisi materi perubahan lingkungan bermuatan SDG 13 yang ditujukan demi melatih keterampilan berpikir kritis murid SMA kelas X. Sebagai acuan, penelitian ini berpedoman pada model 4D (*Define, Design, Development, dan Dissemination*). Rangkaian kegiatan penelitian dikerjakan di Universitas Negeri Surabaya, lebih spesifik di prodi Pendidikan Biologi, FMIPA dan SMAN 1 Kauman pada periode Agustus 2025 hingga Februari 2026. Produk didiseminasikan secara terbatas pada 36 murid SMA kelas X yang telah mempelajari materi perubahan lingkungan.

Instrumen dalam penelitian ini yakni tes keterampilan berpikir kritis murid. Tes keterampilan berpikir kritis merujuk pada *output* pengerjaan *pretest* juga *posttest* dipakai untuk menghitung keterampilan murid sebelum dan sesudah penggunaan E-LKPD. Perolehan tes ini berikutnya dianalisis beracuan pada peningkatan pencapaian nilai *pretest* serta *posttest* (*N-Gain*) untuk mendapati keterampilan berpikir kritis murid sebelum penggunaan E-LKPD dan sesudahnya menggunakan rumus berikut.

$$N - Gain = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{nilai maksimum} - \text{nilai pretest}} \quad (...1)$$

Hasil yang didapatkan dari penghitungan nilai *N-Gain* selanjutnya dipisahkan menurut kategori yakni tinggi apabila $N-Gain \geq 0,70$, sedang apabila $0,30 \leq N-Gain < 0,70$, dan rendah apabila $N-Gain < 0,30$ (Hake, 1999) dalam (Febrinita, 2022). Selain peningkatan nilai *pretest* dan *posttest*, keefektifan ELKPD juga dilihat berdasarkan ketercapaian indikator keterampilan berpikir kritis melalui hasil *pretest* serta *posttest* menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah skor tiap indikator}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\% \quad (...2)$$

Perhitungan ketercapaian indikator berpikir kritis tersebut kemudian dihitung dan dianalisis lagi menggunakan rumus perhitungan *N-Gain* seperti persamaan 1. Hasil tersebut menunjukkan kelayakan E-LKPD ditinjau dari segi efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan penelitian pengembangan produk E-LKPD dengan dasar penyusunan menggunakan PBL sebagai model pembelajaran tentang materi perubahan lingkungan yang memuat konteks SDG 13 ditujukan guna melatih keterampilan berpikir kritis murid terkhusus kelas X sekolah menengah atas. Adapun indikator keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan merujuk pada Facione (2013) dalam Mufidah & Siswono (2024) ialah interpretasi, analisis, inferensi, eksplanasi, evaluasi, dan regulasi diri.

Dalam mendesain E-LKPD, terdapat dua *platform* yang digunakan, yakni aplikasi *Canva* untuk membuat desain utama dari E-LKPD kemudian di simpan dalam format PDF. Selanjutnya, untuk mengubah E-LKPD menjadi interaktif, desain tersebut diunggah ke dalam *website topworksheet* dan dibagikan kepada murid dalam bentuk tautan. Melalui E-LKPD tersebut murid dapat mengakses lembar kerja secara online, memutar langsung video yang ada, membuka tautan secara langsung, dan memberikan jawaban secara langsung di lembar kerja tersebut.

E-LKPD terdiri dari dua kegiatan yaitu kegiatan satu tentang penanganan pencemaran air dan kegiatan dua tentang penghitungan jejak karbon serta kaitannya dengan SDG 13. Masing-masing E-LKPD memiliki jumlah halaman yang sama yaitu sebanyak 16 halaman. E-LKPD kegiatan satu memuat konten tentang penanganan pencemaran air yaitu penelitian mengenai fitoremediasi atau pemanfaatan tanaman air eceng gondong dalam menguraikan pencemaran air. Sementara itu, E-LKPD kegiatan dua memuat konten tentang penghitungan jejak karbon di lingkungan sekitar dengan memanfaatkan kalkulator penghitungan jejak karbon. E-LKPD yang dikembangkan menggunakan sintaks model pembelajaran PBL sebagai dasar dalam penyusunan kegiatan pembelajaran yang diintergrasikan dengan fitur-fitur dalam E-LKPD sehingga melalui kegiatan didalamnya murid dapat dilatih berketerampilan berpikir kritis (Nahriyah & Rachmadiarti, 2023). Selain itu, bahan ajar interaktif yang disusun dengan desain sampul yang menarik dan dilengkapi dengan fitur-fitur di dalamnya mampu menambah motivasi belajar murid (Sonia & Yuliani, 2023). Berikut adalah tampilan dan fitur dalam E-LKPD.

Tabel 1. Tampilan dan Fitur-Fitur E-LKPD

Tampilan	Keterangan
	Tampilan sampul memuat informasi tentang judul, materi, muatan SDG, model pembelajaran, tujuan, jenjang kelas, fase pembelajaran, dan penyusun.
	Bagian pendahuluan memuat tampilan daftar isi, peta konsep materi perubahan lingkungan, panduan operasional E-LKPD, Identitas E-LKPD (fitur-fitur E-LKPD, model pembelajaran PBL, indikator keterampilan berpikir kritis, prinsip <i>deep learning</i>, alokasi waktu, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran), dan identitas murid. Link E-LKPD Kegiatan 1: https://www.topworksheets.com/id/sains/biologi/e-lkpd-kegiatan-1-690a17f5948b0 Link E-LKPD Kegiatan 2: https://www.topworksheets.com/id/sains/biologi/e-lkpd-kegiatan-2-690df95a794f9
	Fitur <i>Enviro-Start</i> berisi kegiatan mengorientasikan murid pada masalah untuk melatih keterampilan interpretasi dan inferensi. Fitur ini menyajikan berita dalam bentuk teks dan video tentang pencemaran air dan polusi udara yang terjadi di daerah ibu kota. Selain itu, murid diajak mengidentifikasi kegiatan sehari-hari penyebab pencemaran dengan menyajikan gambar dan video penggunaan kendaraan bermotor, kegiatan mencuci baju, dan penggunaan alat-alat listrik.
	Fitur <i>Enviro-Design</i> berisi kegiatan mengorganisasi murid untuk belajar untuk melatih keterampilan analisis. Fitur ini berisi arahan pada murid untuk merumuskan masalah terkait bagaimana pengaruh tanaman fitoremediasi eceng gondok terhadap kualitas air tercemar dan hubungan antara kegiatan sehari-hari dengan total emisi karbon yang dihasilkan sebelum melakukan penelitian, merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah dan menyimak video petunjuk penelitian.
	Fitur <i>Enviro-Lab</i> berisi kegiatan membimbing penyelidikan untuk melatih keterampilan interpretasi, analisis, dan inferensi. Fitur ini memuat petunjuk penelitian fitoremediasi dan penggunaan <i>website</i> penghitungan jejak karbon, kolom alat dan bahan serta langkah penelitian, kegiatan penelitian, pengumpulan dan analisis data, dan penarikan kesimpulan.
	Fitur <i>Enviro-Core</i> berisi kegiatan membimbing penyelidikan untuk melatih keterampilan evaluasi. Fitur ini mengajak murid mengkaitkan antara hasil penelitian dengan konsep perubahan lingkungan.
	Fitur <i>Enviro-Share</i> berisi kegiatan mengembangkan dan menyajikan hasil diskusi untuk melatih keterampilan eksplanasi. Fitur ini berisi kegiatan mengembangkan dan menyajikan hasil penelitian oleh murid dalam bentuk infografis dan mempublikasikan di depan kelas.
	Fitur <i>Enviro-Reflect</i> berisi proses pemecahan masalah yakni melalui kegiatan menganalisis dan mengevaluasi untuk melatih keterampilan regulasi diri. Fitur ini berisi pernyataan untuk murid dapat mengevaluasi dirinya sendiri dalam kegiatan pembelajaran.

Fitur-fitur dalam E-LKPD yang diintegrasikan dengan sintaks PBL menuntun murid untuk mampu memecahkan permasalahan hingga merumuskan solusi yang berkaitan dengan materi perubahan lingkungan. Penggunaan model PBL ini relevan dengan materi yang diberikan, sehingga mampu mendukung keefektifan proses pembelajaran. Mengacu dengan hal tersebut, teori pembelajaran konstruktivisme dalam pandangan Jean Piaget dan Vygotsky dimana pembelajaran dimaknai sebagai sebuah mekanisme aktif dimana lewat pengalaman dan koneksi dengan lingkungan, murid mampu mengkonstruksi pengetahuannya sendiri (Insani dkk., 2024).

Kelayakan produk E-LKPD dari segi efektif dikaji dari peningkatan keterampilan berpikir kritis oleh murid yang selesai menjalani pembelajaran dengan berbantuan E-LKPD beracuan PBL yang dikembangkan. Keefektifan diukur berdasarkan perolehan nilai *pretest* serta *posttest* hasil pengerjaan murid. Soal disusun supaya bisa mengukur indikator keterampilan berpikir kritis sesuai Facione (2013) dalam Mufidah & Siswono (2024), mencakup interpretasi, analisis, eksplanasi, inferensi, evaluasi, dan regulasi diri. Data nilai pengerjaan *pretest* serta *posttest* berikutnya dievaluasi memakai skor N-Gain guna menaksir peningkatan keterampilan pada murid.

Tabel 2. Rekap Nilai *Pretest* dan *Posttest*

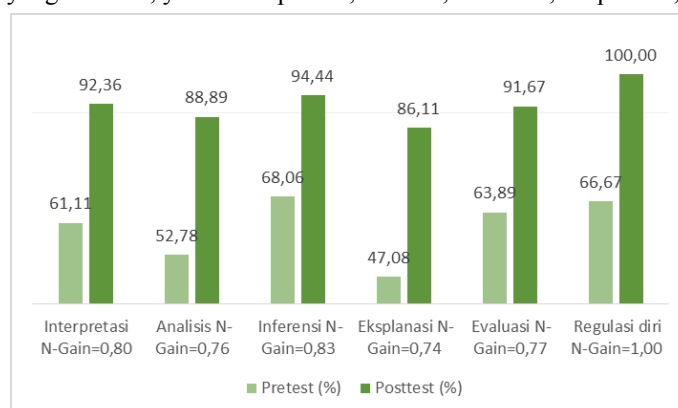
Murid	<i>Pretest</i>		<i>Posttest</i>		Skor N-Gain	Kategori
	Rerata nilai	Kategori	Rerata nilai	Kategori		
1	25	TT	82,5	T	0,77	Tinggi
2	42	TT	80	T	0,66	Sedang
3	67,5	TT	100	T	1,00	Tinggi
4	54,5	TT	100	T	1,00	Tinggi
5	70	TT	80	T	0,33	Sedang
6	65	TT	92,5	T	0,79	Tinggi
7	70	TT	85	T	0,50	Sedang
8	62,5	TT	100	T	1,00	Tinggi
9	47,5	TT	87,5	T	0,76	Tinggi
10	64,5	TT	100	T	1,00	Tinggi
11	52,5	TT	100	T	1,00	Tinggi
12	77,5	T	100	T	1,00	Tinggi
13	72,5	TT	95	T	0,82	Tinggi
14	55	TT	100	T	1,00	Tinggi
15	42	TT	92,5	T	0,87	Tinggi
16	65	TT	93	T	0,80	Tinggi
17	70	TT	80	T	0,33	Sedang
18	45	TT	100	T	1,00	Tinggi
19	74,5	TT	100	T	1,00	Tinggi
20	47,5	TT	85	T	0,71	Tinggi
21	62,5	TT	92,5	T	0,80	Tinggi
22	72,5	TT	100	T	1,00	Tinggi
23	70	TT	100	T	1,00	Tinggi
24	67	TT	80	T	0,39	Sedang
25	64,5	TT	97	T	0,92	Tinggi
26	50	TT	87,5	T	0,75	Tinggi
27	42	TT	85	T	0,74	Tinggi
28	36,5	TT	80	T	0,69	Sedang
29	70	TT	100	T	1,00	Tinggi
30	74	TT	85	T	0,42	Sedang
31	75	T	85	T	0,40	Sedang
32	67,5	TT	87,5	T	0,62	Sedang
33	45	TT	92,5	T	0,86	Tinggi
34	54,5	TT	100	T	1,00	Tinggi
35	24,5	TT	87,5	T	0,83	Tinggi
36	60	TT	85	T	0,63	Sedang
Rata-rata	58,49	TT	91,60	T	0,79	Tinggi

Menurut hasil tersebut didapati sebanyak 36 murid yang telah mengerjakan *pretest* juga *posttest* dengan rerata nilai *pretest* 58,49 serta termasuk dalam kategori tidak tuntas, dimana dari 36 murid hanya dua murid yang tuntas. Standar ketuntasan ini berdasarkan nilai KKTP (Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran) yang digunakan oleh SMAN 1 Kauman yaitu sebesar ≥ 75 . Menurut Norrazifti & Dian (2019) dalam Masruroh & Raharjo (2024) perolehan hasil *pretest* yang rendah adalah sebuah kewajaran karena *pretest* dilakukan sebelum murid melakukan pembelajaran dan hanya mengandalkan pengetahuan awal saja. Setelah dilakukan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan E-LKPD, hasil *posttest* menunjukkan data yang berbeda. Rerata nilai *posttest* sebesar 91,60 dan dikategorikan tuntas. Sebanyak 36 murid seluruhnya tuntas dalam pengerjaan *posttest* dengan nilai teratas 100 dan terbawah 80.

Peningkatan perolehan nilai *pretest* dan *posttest* diukur dengan skor N-Gain. Skor rerata peningkatan atau N-Gain yaitu di angka 0,79 dan dikategorikan tinggi. Dalam hal peningkatan bisa terjadi perbedaan yang diperoleh antar murid. Perbedaan peningkatannya didapat oleh murid bisa dilantari oleh dua sebab baik sebab internal seperti kondisi psikis, fisiologis, dan kesiapan belajar maupun sebab eksternal seperti lingkungan keluarga, lingkungan sekolah, strategi pembelajaran, serta dukungansosial dari teman maupun guru (Iwani dkk., 2025). Hasil yang sama juga didapat melalui penelitian oleh Nisak & Susantini (2023), dimana peningkatan hasil dalam kategori tinggi yang diperoleh murid menunjukkan keberhasilan kegiatan pembelajaran dengan memberlakukan E-LKPD.

E-LKPD hasil pengembangan yang memuat materi perubahan lingkungan dikatakan efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis murid. Rangkaian kegiatan yang disusun dalam E-LKPD berbasis PBL mampu memfasilitasi pemaknaan konsep dengan mengikutsertakan murid secara aktif dalam proses pemecahan masalah (Muhammad dkk., 2025). Melalui kegiatan belajar dengan berbantuan E-LKPD berdasar PBL, murid dihadapkan dengan permasalahan kontekstual terkait dengan pencemaran air dan udara melalui artikel, gambar, dan video untuk mengidentifikasi serta merumuskan pertanyaan. Murid melakukan kegiatan penelitian, pengumpulan data, analisis data, hingga pengolahan data dalam bentuk infografis dan mengkaitkan dengan konsep perubahan lingkungan. Dalam E-LKPD, murid juga diarahkan untuk merancang solusi pemecahan masalah yang relevan dan berkaitan dengan SDG 13. Di bagian akhir, murid merefleksi kembali proses berpikir dan pembelajaran yang telah dilakukan. Kegiatan-kegiatan tersebut secara efektif mampu melatih keterampilan berpikir kritis murid dengan mendorong murid untuk ikut serta bertindak aktif dalam pembelajaran yang secara langsung juga membantu memperdalam pemahaman konsep murid (Najwa & Radiansyah, 2024).

Keefektifan E-LKPD juga ditinjau dari peningkatan setiap indikator keterampilan berpikir kritis murid. Peningkatan tersebut dianalisis dari pengerjaan *pretest* dan *posttest*. Masing-masing soal *pretest* serta *posttest* memuat 10 poin soal dengan bobot soal setara. Sebelum diberikan pada murid, soal-soal tersebut telah tervalidasi oleh dosen sebagai ahli materi, dosen sebagai ahli media, serta guru pengajar biologi SMA. Soal tiap butirnya disusun untuk menguji indikator keterampilan berpikir kritis yang berbeda, yakni interpretasi, analisis, inferensi, eksplanasi, evaluasi, dan regulasi diri.



Gambar 1. Grafik rekap ketercapaian indikator keterampilan berpikir kritis

Perolehan tersebut menyatakan bahwa keenam indikator keterampilan berpikir kritis merujuk kepada Facione (2013) dalam (Mufidah & Siswono, 2024) yang dilatihkan masing-masing meningkat signifikan dengan skor N-Gain rerata seluruh indikator yakni 0,82 dan masuk kategori tinggi. Peningkatan pada masing-masing indikator tersebut mempresentasikan perkembangan keterampilan berpikir kritis murid yang dilatihkan dengan penggunaan E-LKPD seperti penelitian yang dilakukan oleh (Hidar & Indana, 2025).

Rata-rata hasil *pretest* pada indikator interpretasi yaitu 61,11% dan *posttest* 92,36% dengan hasil N-Gain senilai 0,80 dan termasuk kategori tinggi. Interpretasi dimaknai sebagai kemampuan dalam memahami, menafsirkan, dan mengungkapkan arti dari suatu informasi atau data dengan tepat. Dalam E-LKPD, murid dihadapkan pada permasalahan kontekstual tentang pencemaran air dan udara yang terjadi di ibu kota Jakarta melalui artikel, gambar, dan video. Selain itu, kegiatan lain seperti mengidentifikasi fakta penting tentang hubungan aktivitas manusia dengan pencemaran dan mengumpulkan data hasil penelitian fitoremediasi dan penghitungan jejak karbon melatih murid dalam memahami dan menafsirkan informasi secara mendalam. Kegiatan dalam E-LKPD tersebut dapat membantu murid untuk tidak hanya membaca informasi tapi juga menangkap makna di dalamnya (Bilqis & Mutiarani, 2025).

Hasil *pretest* pada indikator analisis yaitu 52,78% dan meningkat menjadi 88,89% pada hasil *posttest*. Skor N-Gain yang diperoleh dengan peningkatan tersebut adalah sejumlah 0,76, dikategorikan tinggi. Analisis dimaknai sebagai suatu kemampuan dalam menguraikan dan mengidentifikasi hubungan antar informasi, serta menggabungkan konsep-konsep yang relevan dengan permasalahan yang ditemui. Melalui E-LKPD murid diajak untuk menganalisis permasalahan pencemaran dengan membaca contoh kasus pencemaran air dan udara di Jakarta lalu menghubungkan antara aktivitas sehari-hari dengan penurunan kualitas lingkungan. Murid juga mengumpulkan data dari hasil penelitian fitoremediasi dan penghitungan jejak karbon untuk kemudian dianalisis supaya bisa menarik kesimpulan. Kegiatan dilakukan dengan diskusi secara berkelompok dan pengolahan informasi yang didapat akan mendorong murid untuk menguraikan masalah secara sistematis, sehingga melatih keterampilan analisis murid (Maulidi & Firmansyah, 2025).

Rerata hasil *pretest* pada indikator inferensi yaitu 68,06% dan meningkat menjadi 94,44% pada rata-rata hasil *posttest*. Skor N-Gain yang didapat dengan peningkatan tersebut adalah sebesar 0,83 dengan kategori tinggi. Inferensi dimaknai sebagai suatu kemampuan dalam membuat kesimpulan yang logis dengan mengacu pada fakta, data, dan bukti yang ada. Murid melakukan kegiatan mengumpulkan dan menganalisis data hasil penelitian fitoremediasi dan penghitungan jejak karbon untuk kemudian dijadikan acuan dalam menarik kesimpulan. Dalam menarik kesimpulan berdasarkan data hasil penelitian, murid didorong untuk berpikir berdasarkan bukti (*evidence-based reasoning*) sehingga melatih keterampilan murid dalam membuat kesimpulan (Yusuf, 2024).

Rata-rata hasil *pretest* pada indikator eksplanasi yaitu 47,08% dan meningkat menjadi 86,11% pada rata-rata hasil *posttest*. Skor N-Gain yang didapat dengan peningkatan tersebut adalah sebesar 0,74 dengan kategori tinggi. Eksplanasi dimaknai sebagai suatu kemampuan dalam memberikan penjelasan yang logis, argumentatif, dan berdasarkan konsep ilmiah terhadap alasan, keputusan, atau solusi yang diberikan. Murid menyajikan hasil penelitian dalam bentuk infografis. Infografis juga memuat rancangan solusi yang dibuat murid untuk mengatasi permasalahan pencemaran, alasan ilmiah terhadap solusi yang dipilih, serta kaitan dengan konsep perubahan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan. Melalui kegiatan diskusi dan presentasi oleh murid akan mampu melatih keterampilan menjelaskan secara sistematis dan berbasis konsep (Sofi, 2025).

Meskipun kategori peningkatan pada indikator eksplanasi tinggi tapi indikator ini merupakan yang paling rendah peningkatannya. Hasil yang serupa juga ditemukan pada penelitian oleh Khoirunnisa & Dwikoranto (2021), dimana peningkatan yang rendah dikarenakan keterampilan eksplanasi menuntut keterampilan dalam hal menganalisis data, mengkaitkan hasil dengan konsep ilmiah, dan menyusun penjelasan yang logis dan sistematis. Proses tersebut memerlukan pemahaman konsep yang mendalam dan kemampuan komunikasi yang baik. Di samping itu, keterampilan dalam mengorganisasi ide dan menyampaikan argumen juga menjadi cakupan dalam keterampilan eksplanasi.

Rata-rata hasil *pretest* pada indikator evaluasi yaitu 63,89% dan meningkat menjadi 91,67% pada rata-rata hasil *posttest*. Skor N-Gain yang didapat dengan peningkatan tersebut adalah sebesar 0,77 dengan kategori tinggi. Evaluasi dimaknai sebagai suatu kemampuan dalam memberikan penilaian terhadap kualitas suatu keputusan, membandingkan alternatif lainnya, dan menentukan pilihan terbaik berdasarkan kriteria tertentu. Melalui E-LKPD murid membuat strategi penanganan pencemaran dengan memperhatikan kelebihan dan kekurangan dari strategi yang dibuat. Proses evaluasi terhadap strategi yang dipilih dengan beracuan pada konsep perubahan lingkungan dan keberlanjutan. Dalam proses evaluasi, murid saling berdiskusi dalam pengambilan keputusan sehingga mampu memacu murid untuk berpikir secara reflektif dan objektif (Amrain dkk., 2024).

Hasil *pretest* pada indikator regulasi diri yaitu 66,67% dan naik di persentase 100% pada hasil *posttest*. Skor N-Gain yang didapat dengan peningkatan tersebut adalah sebesar 1,00 dengan kategori tinggi. Regulasi diri dimaknai sebagai suatu kemampuan dalam merefleksi proses berpikir, mengevaluasi ketepatan langkah, dan memperbaiki kesalahan untuk mendapat hasil yang lebih baik. Murid menerapkan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah mereka selesaikan dari awal hingga akhir. Melalui kegiatan refleksi ini, murid menyadari proses berpikir yang telah dilakukan

dalam pembelajaran dan memperbaiki kekurangan selama proses pembelajaran sehingga melatih keterampilan regulasi diri dan mengembangkan kemampuan metakognitif secara optimal (Arifin dkk., 2024).

Dalam peningkatannya, indikator regulasi diri menjadi yang paling tinggi. Tingginya peningkatan ini bisa disebabkan oleh karakteristik kegiatan dalam E-LKPD yang secara eksplisit melatih keterampilan refleksi dan evaluasi diri siswa. Kegiatan seperti pengisian kolom refleksi pada fitur pembelajaran memungkinkan siswa untuk menilai pemahaman, mengidentifikasi kesulitan, serta mengevaluasi proses belajar yang telah dilakukan. Selain itu, indikator regulasi diri berkaitan dengan pengalaman pribadi siswa dalam proses pembelajaran (Sumanri, 2024), sehingga hampir seluruh siswa mampu menunjukkan peningkatan yang optimal.

Keefektifan E-LKPD yang ditinjau dari peningkatan hasil *pretest posttest* dan ketercapaian indikator keterampilan berpikir. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa E-LKPD berbasis PBL yang digunakan di pembelajaran mampu memfasilitasi pembelajaran dengan lebih bermakna bagi murid melalui pengalaman belajar. E-LKPD berbasis PBL tidak semata-mata menyajikan informasi secara teoritis tapi juga meikutsertakan murid secara langsung dalam pembelajaran melalui kegiatan penelitian penanganan pencemaran air dengan fitoremediasi dan penghitungan jejak karbon di lingkungan sekitar. Dalam penelitian tersebut, murid melaksanakan tindakan pengumpulan dan analisis data, hingga penarikan kesimpulan beracuan bukti yang ditemukan. Penelitian yang dilakukan itu membuat murid mendapatkan pengalaman belajar secara langsung sehingga penerimaan informasi oleh murid bukan sekadar secara pasif, tetapi juga membentuk pemahaman mandiri lewat proses berpikir aktif (Asmara & Septiana, 2023).

Hasil yang didapat sesuai dengan skema kerucut pengalaman oleh Edgar Dale (*Dale's Cone of Experience*) dimana pengalaman belajar yang melibatkan murid dalam kegiatan secara langsung (*learning by doing*) cenderung lebih gampang dipahami dan terekam dalam memori berkepanjangan dibandingkan pembelajaran yang hanya bersifat verbal (membaca dan mendengar) (Dewi dkk., 2024). Melalui kegiatan penelitian dalam E-LKPD, murid diberikan pengalaman belajar dengan tingkat yang lebih konkret sehingga konsep yang diberikan lebih bermakna dan melekat lebih lama dalam ingatan (Dendodi dkk., 2025). E-LKPD dengan acuan PBL terbukti efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis dengan memfasilitasi pengalaman belajar langsung melalui kegiatan penelitian yang membuat kebermaknaan pembelajaran menjadi lebih mendalam.

PENUTUP

Simpulan

Simpulan dari penelitian yang menghasilkan produk berwujud Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) berisi materi perubahan lingkungan yang memuat konteks SDG 13 dengan *Problem Based Learning* (PBL) sebagai dasar penyusunan. Secara khusus, produk ini ditujukan supaya keterampilan berpikir kritis murid khususnya murid SMA kelas X bisa dilatih. Hasil penilaian menunjukkan produk ini layak dari segi efektif, karena nilai rerata hasil *pretest* meningkat dari 58,49 ke 91,60 pada *posttest* dengan skor *N-Gain* di angka 0,79, dikategorikan tinggi. Sebanyak 36 murid hanya dua yang tuntas dalam mengerjakan *pretest* dan meningkat menjadi 36 murid tuntas dalam *posttest*. Selain itu juga terjadi peningkatan pada indikator keterampilan berpikir kritis murid yang dilatihkan yakni skor *N-Gain* senilai 0,82, dikategorikan tinggi.

Saran

Saran untuk penelitian pengembangan selanjutnya yaitu pemanfaatan portal daring lainnya yang didukung dengan elemen yang lebih interaktif dan beragam supaya menambah referensi pembelajaran, penggunaan muatan SDG lainnya dalam materi pembelajaran disarankan untuk memperluas wawasan murid terhadap permasalahan di lingkup global, mengembangkan aktivitas pembelajaran dengan lebih variatif yang dapat memacu keikutsertaan murid dan melatih keterampilan berpikir kritis murid, memastikan ketersediaan jaringan internet yang memadai sebelum pembelajaran ataupun menyediakan alternatif E-LKPD dalam bentuk yang dapat diakses secara offline sehingga pembelajaran tetap dapat berlangsung dengan optimal.

Ucapan Terima Kasih

Kata terima kasih penulis tujukan kepada Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd. dan Dr. Adi Maladona, M.Pd. sebagai dosen yang telah memvalidasi produk E-LKPD serta menelaah dan memberi saran anjuran dalam penulisan artikel ini. Selain itu, terima kasih juga penulis tujukan kepada Ibu Afni Susanti, S.Pd. sebagai guru yang memvalidasi produk dan mendampingi penelitian, serta murid kelas X-K SMAN 1 Kauman yang sudah berkenan sebagai subjek dalam proses penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Amrain, I., Panigoro, M., Ardiansyah, Bumulo, F., & Bahsoan, A. (2024). Pengaruh Penerapan Metode Diskusi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Damhil Education Journal*, 4, 77–90. <https://doi.org/10.37905/dej.v4i1.2489>
- Arifin, S., Shefa Dwijayanti Ramadani, & Haikal, M. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning dengan Refleksi Metakognitif terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa The Influence of Problem Based Learning Model with Metacognitive Reflection on Students ' Critical Thinking Skill. *Journal of Authentic Research*, 3(2), 125–141.
- Asmara, A., & Septiana, A. (2023). Model Pembelajaran Berkonteks Masalah. In M. Suardi (Ed.), *AZKA PUSTAKA*. AZKA PUSTAKA. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2006.05.022>
- Bilqis, N. R., & Mutiarani. (2025). Pemanfaatan Media Tulis sebagai Alternatif dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Seminar Nasional Dan Publikasi Ilmiah*, 2764–2774.
- Cho, H., Cho, S. M., Cho, B. M., Jeong, S. H., & Cho, S. Y. (2021). *A Study on Key Components of Problem-Based Learning through Literature Review*.
- Dendodi, Qonitah, Nurahlina, N., & Aprilia, A. (2025). Analisis Peran Pengalaman Belajar dalam Membangun Memori Jangka Panjang pada Siswa Tingkat Sekolah Dasar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 1750–1758.
- Dewi, H., Azizah, I. N., Khoriyah, M., & Wulandari, L. (2024). Analisis Optimalisasi Penggunaan Model Cone of Experience Dalam Kegiatan Belajar Mengajar. *Proceedings of Annual Islamic Conference for Learning and Management*, 1, 1–14.
- Fauziyah, L. F., Yulisma, L., & Maladona, A. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Mind Mapping Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa di MA Sabilurrosyad. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 5(1), 124–130. <https://doi.org/10.25157/j-kip.v5i1.11920>
- Febrinita, F. (2022). Efektivitas Penggunaan Modul Terhadap Hasil Belajar Matematika Komputasi Pada Mahasiswa Teknik Informatika. *De Fermat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 1–9. <http://jurnal.pmat.uniba-bpn.ac.id/index.php/DEFERMAT/article/view/269%0Ahttps://jurnal.pmat.uniba-bpn.ac.id/index.php/DEFERMAT/article/download/269/61>
- Golden, B. (2023). Enabling critical thinking development in higher education through the use of a structured planning tool. *Irish Educational Studies*, 42(4), 949–969. <https://doi.org/10.1080/03323315.2023.2258497>
- Hidar, R. N., & Indana, S. (2025). Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL Materi Pertumbuhan Dan Perkembangan Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 14(2), 404–413.
- Insani, A. A., Sholehuddin, M. S., Khobir, A., Islam, P. A., Abdurrahman, U. I. N. K. H., & Pekalongan, W. (2024). *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu Pemikiran Konstruktivisme Jean Piaget Dalam Pendidikan Islam*. 2, 83–86.
- Iwan, Sumitro, S. B., Ibrohim, & Rohman, F. (2024). The Effectiveness of the Problem-Based Learning Model to Enhance Students' Critical Thinking Skills on Conservation Biology Courses. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8), 4641–4649. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.6959>
- Iwani, F. N., Mardianah, & Alwi, B. M. (2025). Perbedaan Individu Dalam Belajar : Telaah Atas Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya. *PESHUM: Jurnal Pendidikan, Sosial Dan Humaniora*, 4(5), 7047–7055.
- Khoirunnisa, J. P. N., & Dwikoranto, D. (2021). Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Dalam Penyelesaian Masalah Materi Hukum Newton. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 806–816. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i3.429>
- Masrinah, E. N., Aripin, I., & Gaffar, A. A. (2023). Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis: Meta Analisis. *JSE: Jurnal Sharia Economica*, 2(1), 42–49. <https://doi.org/10.46773/jse.v2i1.559>
- Masruroh, I. U., & Raharjo. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Sub Materi Zat Makanan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(2), 370–382.
- Maulidi, M. R., & Firmansyah, A. (2025). Penerapan Metode Diskusi Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Research Student*, 2(1), 116–126.
- Mufidah, L. N. R., & Siswono, T. Y. E. (2024). Berpikir Kritis Siswa Kelompok Homogen dalam Pemecahan Masalah Kolaboratif Materi Lingkaran. *MATHEdunesa*, 13(1), 94–103. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v13n1.p94-103>
- Muhammad, G., Suhartadi, S., & Fitrianto, F. D. (2025). Penggunaan Model PBL Untuk Meningkatkan Pemahaman Hasil Belajar Siswa SMKN 11 Malang. *JVTE: Journal of Vocational and Technical Education*, 7(September), 16–23.
- Nahriyah, A. S., & Rachmadiarti, F. (2023). Development of PBL Based E-Books in Environmental Change Topic to Train Critical Thinking Skills of 10th Grade Students in Senior High School. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*

- (*BioEdu*), 12(2), 321–342. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Najwa, U., & Radiansyah. (2024). *Meningkatkan Aktivitas , Keterampilan Berpikir Kritis , dan Hasil Belajar melalui Model PBL , NHT , Picture and Picture*. 8, 34797–34806.
- Nisak, E. F. K., & Susantini, E. (2023). Pengembangan E- LKPD Perubahan Lingkungan Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 12(3), 683–694.
- Rahmawati, H., Pujiastuti, P., & Cahyaningtyas, A. P. (2023). *Kategorisasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Empat Sekolah Dasar di SD se-Gugus II Kapanewon Playen , Gunung Kidul Categorization of Critical Thinking Skills of Fourth-Grade Elementary School Students in Cluster II Subdistrict Playen , Gunung Kidul*. 8, 88–104. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v8i1.3338>
- Rofi'ah, S., & Rokhmaniyah. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Memecahkan Masalah pada Mata Pelajaran IPAS kelas V Sekolah Dasar. *Social, Humanities, and Education Studies (SHEs): Conference Series*, 7(3), 1763–1770.
- Sofi, U. N. (2025). Pengalaman belajar siswa madin dalam pembelajaran sharaf melalui metode presentasi dan diskusi. *Maliki Interdisciplinary Journal (MIJ)*, 3, 641–650.
- Sonia, S., & Yuliani. (2023). Keefektifan Penggunaan E-Book Interaktif Enzim Sebagai Bahan Ajar Untuk Melatihkan Kemampuan Literasi Digital. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 4(September), 113–124.
- Sumanri, Y. (2024). Pengaruh Regulasi Diri dan Disiplin Belajar terhadap Hasil Belajar Siswa. *Al-Miskawaih: Journal of Science Education (MIJOSE)*, 3(1), 1–9.
- Syafriani, D., Amalia, A., Davina, S., Dewi, A., & Ramadani, S. (2025). *Pembelajaran Kurikulum Merdeka di Indonesia*. 2(1), 22–31.
- Yulanda, V., Hamidah, A., & Anggereini, E. (2023). *Development of Electronic Student Worksheets (E-LKPD) Based on Problem Based Learning as an Effort to Improve Critical Thinking of Grade VIII Middle School Students on Respiratory System Material*. 9(9), 7326–7332. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.4144>
- Yusuf. (2024). *HOTS (Higher Order Thinking Skills): Pembelajaran & Evaluasi* (N. Imtihan (ed.)). UIN Mataram Press.