

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS MATERI PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN

Development of E-LKPD Based on Problem Based Learning to Train Critical Thinking Skills on Plant Growth and Development

Tika Awwalus Sholihah

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: tikaawwalus.21063@mhs.unesa.ac.id

Ulfi Faizah

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: ulfifaizah@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Pendidikan di era modern menuntut murid guna menguasai kapabilitas berpikir kritis sebagai suatu kompetensi utama. Sayangnya, tingkat keterampilan berpikir kritis di kalangan pelajar Indonesia masih rendah, yang tercermin dari penurunan skor PISA sebesar 12 poin pada tahun 2022. Situasi ini menandakan perlunya inovasi dalam perangkat pembelajaran yang dapat mengembangkan partisipasi aktif murid dalam proses berpikir kritis. Materi tentang pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan di kelas XII mencakup berbagai konsep kompleks yang sering kali diajarkan secara teoritis, tanpa dukungan kegiatan praktikum langsung maupun berbasis digital. Studi ini bermaksud guna mengembangkan E-LKPD berbasis model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi tersebut yang memiliki validitas tinggi, mudah diterapkan, dan efektif dalam mengasah kapabilitas berpikir kritis murid. Proses pengembangan menggunakan pendekatan 4D, yang mencakup tahap *Develop*, *Design*, *Define*, serta *Disseminate*. Data diperoleh melalui kegiatan validasi, observasi pelaksanaan, angket tanggapan siswa, serta tes hasil belajar. Produk E-LKPD mengkombinasikan kegiatan praktikum langsung dan virtual serta dilengkapi fitur *BiOpen*, *BiOrientation*, *BiOvercome*, *BiObservation*, *BiOpinion*, dan *BiOption*. Validitas mencapai skor rata-rata 93,13%, kepraktisan diperoleh melalui respons peserta didik sebesar 99,16% dan keterlaksanaan 100%, sedangkan efektivitas ditunjukkan melalui *N-gain* sebesar 0,83. Kesimpulan penelitian ini mengindikasikan bahwasanya E-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan layak diterapkan pada pembelajaran guna melatih keterampilan berpikir kritis.

Kata Kunci: E-LKPD, *Problem Based Learning*, berpikir kritis, pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan

Abstract

21st-century education requires students to have critical thinking skills. However, the critical thinking ability of students in Indonesia is still relatively low, as evidenced by a 12-point decline in the 2022 PISA results. This situation indicates the need to develop learning tools that encourage active involvement in the critical thinking process. The topic of plant growth and development for 12th-grade students covers broad concepts and is often taught theoretically without support from direct or virtual practical activities. This research aims to design an E-LKPD rooted in the *Problem-Based Learning* (PBL) approach for the topic of plant growth and development, with a focus on ensuring its validity, practicality, and effectiveness in enhancing students' critical thinking abilities. The development process adopts the 4D framework, which includes the stages of *Define*, *Design*, *Develop*, and *Disseminate*. Data collection involved expert validation, implementation monitoring, student feedback through questionnaires, and assessment of learning outcomes. The E-LKPD integrates both hands-on and digital experiments, and features components such as *BiOpen*, *BiOrientation*, *BiOvercome*, *BiObservation*, *BiOpinion*, and *BiOption*. Validation results showed an average score of 93.13%, while student responses indicated a 99.16% satisfaction rate, and the implementation was carried out at 100%. The effectiveness of the product was demonstrated by an *N-gain* score of 0.83. These findings confirm that the developed PBL-based E-LKPD is appropriate for classroom use and effective in promoting critical thinking.

Keywords: E-LKPD, *Problem Based Learning*, critical thinking, plant growth and development

PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peran krusial dalam mencetak generasi yang kompetitif dan adaptif terhadap dinamika perubahan global. Sebagai bagian dari tujuan keempat dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), upaya diarahkan pada penyediaan pendidikan yang inklusif serta berkualitas bagi seluruh kelompok masyarakat tanpa terkecuali (Ariyani & Nugraheni, 2024). Di era modern ini, Pendidikan harus mampu menjawab tantangan globalisasi dan mendukung penguat karakter siswa, baik di lingkungan sekolah maupun luar sekolah (Faizah *et al.*, 2024). Oleh karena itu, sistem pendidikan perlu mendorong penguasaan keterampilan abad ke-21, seperti kreativitas, kolaborasi, serta berpikir kritis (Partono *et al.*, 2021).

Kemampuan berpikir kritis ialah kapabilitas esensial yang mendukung peserta didik dalam menelaah informasi secara menyeluruh serta membuat keputusan yang didasarkan pada penalaran rasional. Facione (2015) menyatakan bahwa berpikir kritis mencakup kecakapan dalam menafsirkan, menilai, menguraikan, dan menyusun gagasan secara terstruktur. Dalam pembelajaran biologi, khususnya materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, peserta didik perlu memahami korelasi antara faktor eksternal serta internal yang memengaruhi proses biologis tersebut.

Sayangnya, beberapa studi mengindikasikan bahwasanya kapabilitas berpikir kritis murid masih rendah. Secara nasional, keterampilan ini hanya mencapai rata-rata 46,97% (Wijayanti & Siswanto, 2020), sedangkan data PISA 2022 menunjukkan penurunan dalam literasi membaca dan aspek berpikir kritis (Nadia & Nawawi, 2024). Salah satu penyebabnya adalah penggunaan Lembar Kerja peserta didik (LKS) yang bersifat konvensional dan belum mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis secara optimal (Marufah & Wisanti, 2023).

Model *Problem Based Learning* (PBL) diyakini efektif guna mengembangkan keterampilan berpikir kritis. PBL mendorong peserta didik untuk menyelesaikan masalah nyata melalui proses penyelidikan, diskusi, dan evaluasi (Kono, 2016). Jika dikombinasikan dengan LKPD, pendekatan ini dapat menghasilkan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna (Astuti *et al.*, 2018).

Perkembangan teknologi telah memungkinkan LKPD diubah menjadi versi digital atau E-LKPD yang lebih interaktif dan dapat diakses melalui perangkat elektronik seperti laptop atau ponsel. E-LKPD menggabungkan

video, gambar, teks, serta animasi guna mengembangkan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar (Lathifah *et al.*, 2021). Platform seperti *Liveworksheet* menjadi salah satu media populer dalam penyusunan E-LKPD karena mendukung pembelajaran mandiri dan responsif (Firtsanianta & Khofifah, 2022).

Namun, penelitian Hasanah dan Wisanti (2023) menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan sebelumnya masih memiliki kelemahan, seperti isi bacaan yang membingungkan dan visualisasi materi yang kurang menarik. Penelitian lain oleh Novitasari dan Puspitawati (2022) mengungkapkan bahwa pertanyaan dalam E-LKPD seringkali menimbulkan miskonsepsi, sehingga tidak efektif pada menstimulasi kapabilitas berpikir kritis siswa.

Berdasarkan permasalahan tersebut, studi ini mempunyai tujuan guna mengembangkan E-LKPD berbasis PBL pada materi pertumbuhan perkembangan tumbuhan yang memenuhi kriteria kepraktisan, validitas, serta efektivitas guna menumbuhkan kapabilitas berpikir kritis peserta didik.

METODE

Studi ini termasuk dalam kategori *Research and Development* (R&D) yang bermaksud guna merancang dan menghasilkan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada topik perkembangan tumbuhan serta pertumbuhan, dengan fokus utama pada peningkatan kapabilitas berpikir kritis murid. Proses pengembangannya mengikuti model 4D yang mencakup tahap-tahap pengembangan, perancangan, pendefinisian, dan penyebaran. Setiap tahap disusun secara sistematis untuk menjamin mutu dan kelayakan produk yang dihasilkan, dimulai dari analisis kebutuhan hingga uji implementasi terbatas.

Studi ini dilakukan di Universitas Negeri Surabaya serta SMA Negeri 16 Surabaya pada periode Agustus 2024 hingga Februari 2025. Uji coba terbatas dilakukan di kelas XII-11 yang terdiri dari 20 peserta didik yang telah mempelajari topik pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, sehingga sesuai untuk menilai kepraktisan serta efektivitas produk.

Instrumen yang dimanfaatkan terdiri dari lembar penilaian validitas, kuesioner respons siswa, lembar observasi pelaksanaan, serta tes pencapaian belajar. Seluruh instrumen ini berfungsi untuk mengevaluasi tingkat validitas, kemudahan penggunaan, dan efektivitas E-LKPD yang telah dirancang.

Pengumpulan data dilakukan melalui validasi oleh ahli, observasi proses pembelajaran, penyebaran angket kepada peserta didik, serta pelaksanaan *pretest* dan *post-test*. Validasi dilaksanakan oleh ahli materi serta pengembang media dengan menggunakan lembar penilaian yang mencakup aspek isi, tampilan, dan bahasa. Observasi dilakukan untuk menilai sejauh mana E-LKPD & gunakan sesuai rencana pembelajaran. Instrumen angket dipakai guna mengidentifikasi tanggapan peserta didik pada media pembelajaran yang diterapkan, sementara tes dimanfaatkan untuk mengevaluasi perkembangan kapabilitas berpikir kritis selaras pada indikator yang sudah ditetapkan.

Analisis data menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Hasil validasi dianalisis berdasarkan nilai rata-rata dari validator dan diklasifikasikan sesuai kategori tingkat validitas. Data angket dan observasi dianalisis dalam bentuk persentase untuk menilai tingkat kepraktisan. Efektivitas E-LKPD dinilai berdasarkan perhitungan *N-gain* yang diperoleh dari perbandingan skor *pretest* serta *post-test*. Perolehan *N-gain* diklasifikasikan sebagai tinggi ($> 0,7$), sedang ($0,3-0,7$), serta rendah ($< 0,3$). Hasil dari analisis ini menjad indikator keberhasilan E-LKPD guna meningkatkan kapabilitas berpikir kritis peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

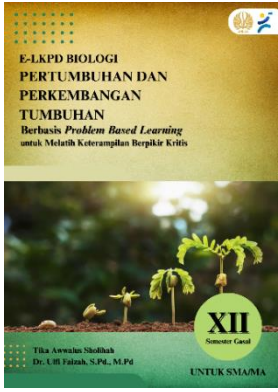
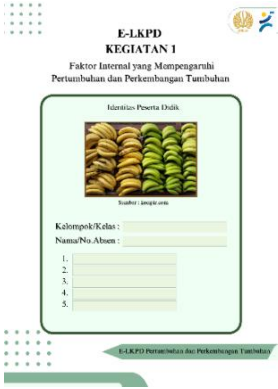
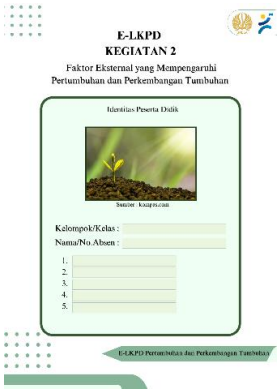
Studi ini memiliki tujuan guna mengembangkan E-LKPD berbasis PBL yang ditujukan guna mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XII SMA pada materi pertumbuhan serta perkembangan tumbuhan. Produk dikembangkan melalui model pengembangan 4D. Analisis kebutuhan peserta didik dan kurikulum melalui kajian literatur dan studi lapangan dilakukan pada tahap *Define*. Tahap *Design* mencakup perancangan perangkat awal E-LKPD berdasarkan sintaks PBL. Tahap *Develop* meliputi validasi ahli, revisi, serta uji coba terbatas. Tahap *Disseminate* dirancang untuk menyusun strategi implementasi secara luas ke sekolah lain.

Pengembangan E-LKPD

Hasil pengembangan E-LKPD berjumlah 30 halaman yang terdiri atas dua topik dan menggunakan *platform liveworksheet*. Topik 1 mengenai materi “Faktor Internal yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan”. Kegiatan praktikum pada E-LKPD topik 1 adalah pemeraman buah pisang dan jeruk menggunakan daun sengon dan karbit ditinjau dari warna, bau, tekstur, dan rasa pada buah untuk mengetahui pengaruh hormon terhadap pemeraman buah. E-LKPD topik 2 tentang

materi “Faktor Eksternal yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan”. Praktikum virtual pada E-LKPD topik 2 menggunakan *website Plant Growth* untuk mengetahui pengaruh warna spektrum cahaya terhadap terhadap proses pertumbuhan serta perkembangan tumbuhan. Semua E-LKPD yang dikembangkan berbasis PBL yang melatih keterampilan berpikir kritis dengan alokasi waktu 2×45 menit. Hasil E-LKPD ditampilkan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tampilan E-LKPD

No	Tampilan	Keterangan
1.		Sampul utama E-LKPD berisi judul materi umum, model pembelajaran, identitas kelompok, penulis. Halaman setelah sampul yaitu prakata, daftar isi, petunjuk penggunaan E-LKPD, keterampilan berpikir kritis, fitur-fitur dan indikator berpikir kritis dalam aktivitas penggunaan fitur.
2.		Sampul E-LKPD 1 berisi topik materi yang dipelajari yaitu “Faktor Internal yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan”, dan identitas peserta didik. <i>Link :</i> https://unesa.me/elkpd1
3.		Sampul E-LKPD 2 berisi topik materi yang dipelajari yaitu “Faktor Eksternal yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan”, dan identitas peserta didik. <i>Link :</i> https://unesa.me/elkpd2

Keunggulan E-LKPD yang dikembangkan adalah mengkombinasikan praktikum secara langsung dan virtual dengan dilengkapi beberapa fitur yaitu *BiOpen*, *BiOrientation*, *BiOvercome*, *BiObservation*, *BiOpinion*, dan *BiOption*. E-LKPD yang dirancang mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui penyampaian materi dan aktivitas yang dirancang pada setiap fitur guna mencapai capaian indikator keterampilan berpikir kritis. Detail informasi terkait E-LKPD tersebut tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Fitur-Fitur E-LKPD

Indikator Berpikir Kritis	Fitur-Fitur E-LKPD
Menafsirkan Peserta didik dapat menafsirkan faktor internal dan eksternal pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan	 - Berisi materi faktor eksternal serta internal pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang dapat menambah pengetahuan peserta didik dan membantu dalam menyelesaikan aktivitas pada fitur berikutnya. - Fitur <i>BiOpen</i> memuat sintaks PBL yaitu mengorientasi peserta didik pada masalah.
Menganalisis Peserta didik dapat menganalisis solusi yang relevan untuk pemeraman buah dan etiolasi.	 - Berisi tugas dan pertanyaan terkait penyebab dan solusi dari permasalahan autentik pemeraman buah dan etiolasi. - Fitur <i>BiOvercome</i> memuat sintaks PBL yaitu mengorganisasi peserta didik untuk belajar.
Menginferensi Peserta didik dapat menganalisis rancangan percobaan dan dipraktikkan.	 - Fitur <i>BiObservation</i> berisi rencana observasi meliputi judul percobaan, rumusan masalah, hipotesis, dan variabel penelitian. - Pada E-LKPD 1 melakukan pengamatan hasil dari praktikum pemeraman buah menggunakan daun sengon dan karbit. - E-LKPD 2 melakukan kegiatan praktikum online melalui virtual lab "PlantGrowth". - Memuat sintaks PBL yaitu membimbing penyelidikan.
Menjelaskan Peserta didik dapat menjelaskan hasil	 Fitur <i>BiOpinion</i> berisi kegiatan untuk menyajikan

Indikator Berpikir Kritis	Fitur-Fitur E-LKPD
eksperimen pemeraman buah dan etiolasi.	- hasil percobaan secara tulis dan lisan. - Fitur <i>BiOpinion</i> dilengkapi dengan tabel hasil percobaan yang diisi setelah peserta didik selesai melakukan percobaan. - Memuat sintaks PBL yaitu mengembangkan dan menyajikan hasil diskusi.
Mengevaluasi	
Meregulasi diri Peserta didik dapat mengevaluasi hasil eksperimen pemeraman buah dan etiolasi.	 - Fitur <i>BiOption</i> berisi pertanyaan untuk menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. - Fitur <i>BiOption</i> dilengkapi dengan tabel pencapaian indikator berpikir kritis yang diisi setelah peserta didik menyelesaikan seluruh aktivitas pada E-LKPD. - Memuat sintaks PBL yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Penelitian yang dilakukan juga memperkuat pandangan konstruktivistik dari Piaget dan Vygotsky bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman belajar aktif dan interaksi social (Juwantara, 2019). Fitur-fitur E-LKPD yang dirancang secara menarik dan responsif seperti *BiOpen* dan *BiOpinion* mendorong peserta didik untuk berpikir mandiri dan kolaboratif. Fitur *BiOvercome* memfasilitasi peserta didik merancang solusi berdasarkan data dari aktivitas pengamatan dalam *BiObservation* (Hartanto & Wulandari, 2023).

Validitas E-LKPD

Hasil validasi dilakukan oleh dua validator, masing-masing mengevaluasi aspek isi, penyajian, dan bahasa. Validasi menggunakan instrumen penilaian skala Likert dengan rentang 1–5. Validasi aspek isi menunjukkan bahwa materi sesuai dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka dan menekankan keterkaitan antara konten dengan pengalaman nyata peserta didik (Prihaswati *et al*, 2023). Penyajian dinilai berdasarkan kerapian struktur, kelengkapan konten, serta integrasi media visual dan interaktif. Bahasa dinilai berdasarkan terminologi ilmiah (Jannah *et al.*, 2024). Rincian hasil validasi dijabarkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Validitas E-LKPD

Aspek yang Dinilai	Rata-rata (%)	Kategori
Kelayakan Penyajian (Aspek Desain dan Media)		
1. E-LKPD disusun secara runtut	90,63	Sangat valid
2. E-LKPD di-layout dengan baik	87,50	Sangat valid
Rata-Rata Aspek Penyajian	88,75	Sangat valid
KELAYAKAN ISI (ASPEK MATERI)		
3. Sintaks PBL pada E-LKPD yang dikembangkan	95,00	Sangat valid
4. Indikator berpikir kritis pada E-LKPD yang dikembangkan	95,83	Sangat valid
5. Topik 1. Faktor Internal yang	92,50	Sangat valid

Aspek yang Dinilai	Rata-rata (%)	Kategori
Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan		
6. Topik 2. Faktor Eksternal yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan	95,00	Sangat valid
7. E-LKPD dilengkapi fitur-fitur khusus yang menjadi karakteristik dari media yang dikembangkan	91,67	Sangat valid
Rata-Rata Aspek Isi	93,98	Sangat valid
KELAYAKAN BAHASA		
8. Kesesuaian penggunaan bahasa	100	Sangat valid
9. Kaidah bahasa	92,50	Sangat valid
10. Keterbacaan	97,50	Sangat valid
Rata-Rata Aspek Bahasa	96,67	Sangat valid
Rata-Rata Keseluruhan	93,13	Sangat valid

Kelayakan penyajian yang telah dilakukan pada uji validitas E-LKPD mendapatkan mean sejumlah 88,75% dengan kriteria sangat valid. Aspek penyajian merupakan aspek penting sehingga perlu disusun dengan baik agar peserta didik dapat menggunakan media pembelajaran dengan praktis dan mudah (Anggrayni *et al.*, 2024). Hal ini sesuai dengan penelitian Febrina & Qomariyah (2024) bahwa penyajian E-LKPD yang menarik dan sejalan dengan topik pembelajaran dapat memotivasi peserta didik guna menggapai tujuan pembelajaran.

Kelayakan isi E-LKPD mendapatkan *mean* skor sejumlah 93,98% dengan kriteria sangat valid. E-LKPD dapat dinyatakan baik jika dapat membantu siswa guna memahami pelajaran yang telah disajikan (Prihaswati *et.al.*, 2023). E-LKPD yang dikembangkan menyajikan permasalahan autentik pengaruh hormon terhadap proses pematangan buah dan fenomena etiolasi. Permasalahan tersebut kemudian dianalisis sehingga ditemukan solusi yang tepat melalui kegiatan pada E-LKPD dengan praktikum secara langsung dan virtual.

E-LKPD 1 berfokus pada faktor internal yaitu pengaruh hormon terhadap proses pematangan buah pisang dan jeruk, sedangkan E-LKPD 2 tentang faktor eksternal yaitu pengaruh ketersediaan cahaya matahari terhadap tanaman. Materi yang berfokus pada masing-masing subtopik sudah tersedia pada fitur *BiOpen*. E-LKPD 1 dan 2 dilengkapi dengan video dan gambar terkait etiolasi dan pengaruh hormon terhadap pemeraman buah pada fitur *BiOrientation* dan *BiObservation* yang diambil dari dokumentasi pribadi penulis dan sumber terpercaya, sehingga sudah representatif terhadap materi dan dapat melengkapi penelitian Hasanah & Wisanti (2023).

Aspek indikator berpikir kritis mendapatkan skor 95,83% kriteria sangat valid menunjukkan bahwa kegiatan dan pertanyaan yang disajikan pada setiap fitur sudah optimal untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi pertumbuhan serta

perkembangan tumbuhan serta dapat melengkapi studi yang dilaksanakan oleh Novitasari & Puspitawati (2022)

Kelayakan bahasa E-LKPD mendapatkan rata-rata skor 96,67% kriteria sangat valid. Penilaian kelayakan isi E-LKPD mendapatkan kriteria sangat valid karena memenuhi semua aspek yang dinilai yaitu kesesuaian penggunaan bahasa sesuai dengan kaidah bahasa, dan keterbacaan. Hal ini sejalan dengan studi Jannah *et al.* (2024) yang menyatakan bahwasanya penggunaan bahasa yang sesuai dengan PUEBI dapat meningkatkan keterbacaan pada materi. Sementara itu, Saputri & Handayani (2023) mengungkapkan bahwa bahasa yang sederhana dan komunikatif dalam bahan ajar digital membantu murid dalam memahami konsep dengan lebih baik.

Sebagaimana perolehan validasi yang sudah dilaksanakan, dapat menyimpulkan bahwasanya E-LKPD yang dikembangkan sudah mencukupi standar kualitas dalam aspek penyajian, isi, serta bahasa. Dengan mengintegrasikan materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dalam sintaks PBL, serta menghubungkannya dengan teori belajar yang relevan, E-LKPD ini dapat untuk menumbuhkan kapabilitas berpikir kritis peserta didik. Penerapan praktikum langsung serta virtual juga memberikan pengalaman belajar lebih interaktif dan kontekstual. Oleh karena itu, E-LKPD yang telah dikembangkan dapat dijadikan sebagai bahan ajar inovatif yang mendukung pembelajaran biologi di era digital.

Kepraktisan E-LKPD

Kepraktisan E-LKPD diamati dengan pengamatan keterlaksanaan pembelajaran serta angket respon peserta didik.

Angket Respons Peserta Didik

Dua observer mencatat keterlaksanaan sintaks PBL selama proses belajar mengajar, dan hasilnya menunjukkan bahwa seluruh tahapan PBL dapat dilaksanakan dengan optimal (100%). Angket diisi oleh 20 peserta didik setelah menggunakan E-LKPD. Respon terhadap kemudahan penggunaan, tampilan visual, serta kemudahan navigasi menghasilkan nilai 99,16%, menunjukkan bahwa media tergolong sangat praktis. Peserta didik juga memberikan komentar positif terhadap fitur interaktif seperti *BiObservation* dan *BiOption* yang dinilai mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar. Rincian hasil angket respons murid dijabarkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Angket Respons Peserta Didik

No	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata (%)		Kategori
		Ya	Tidak	
A. Komponen Penyajian				
1.	Desain cover menarik	100	0	Sangat praktis
2.	E-LKPD mudah dioperasikan	85	15	Praktis
3.	Isi E-LKPD sesuai dengan tujuan pembelajaran	100	0	Sangat praktis
4.	E-LKPD dapat menambah pengetahuan mengenai materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan	100	0	Sangat praktis
5.	Tampilan layout E-LKPD menarik	90	10	Sangat praktis
6.	Kombinasi warna dari keseluruhan E-LKPD sesuai	100	0	Sangat praktis
7.	Tulisan terbaca dengan jelas	100	0	Sangat praktis
8.	Bahasa yang digunakan informatif dan mudah dipahami	100	0	Sangat praktis
9.	Gambar yang disajikan terlihat jelas dan menggambarkan isi materi	100	0	Sangat praktis
10.	Video yang disajikan terlihat jelas dan menggambarkan isi materi	100	0	Sangat praktis
Rata-Rata Aspek Penyajian		97,5		Sangat praktis
B. Komponen Isi				
11.	Menafsirkan E-LKPD membantu peserta didik untuk dapat menafsirkan permasalahan otentik materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan mengaitkannya dengan fenomena yang ada di lingkungan sekitar	100	0	Sangat praktis
12.	Menganalisis E-LKPD membantu peserta didik untuk dapat menganalisis penyebab dan solusi untuk permasalahan otentik pemeraman buah dan etiolasi	100	0	Sangat praktis
13.	Menginferensi E-LKPD membantu peserta didik untuk dapat menginferensi rencana observasi meliputi judul percobaan, rumusan masalah, hipotesis, dan variabel penelitian	100	0	Sangat praktis
14.	Menjelaskan E-LKPD membantu peserta didik untuk dapat menjelaskan hasil percobaan dalam bentuk tulis dan lisan.	100	0	Sangat praktis
15.	Mengevaluasi E-LKPD membantu peserta didik untuk dapat meregulasi diri terhadap proses dan hasil yang diperoleh.	100	0	Sangat praktis
16.	Meregulasi diri E-LKPD membantu peserta didik untuk dapat meregulasi diri dengan merefleksikan hasil pemecahan masalah termasuk keberhasilan dan kegagalan serta memberikan saran untuk kelompok lain.	100	0	Sangat praktis
Rata-Rata Aspek Isi		100		Sangat praktis
C. Komponen Bahasa				
17.	Penulisan kalimat sesuai dengan PUEBI.	100	0	Sangat praktis
18.	Kalimat yang digunakan jelas dan tidak menimbulkan makna ganda.	100	0	Sangat praktis
19.	Istilah yang digunakan dalam E-LKPD mudah dipahami.	100	0	Sangat praktis
20.	Instruksi yang tertera pada E-LKPD mudah diikuti.	100	0	Sangat praktis
Rata-Rata Aspek Bahasa		100		Sangat praktis
Rata-Rata Keseluruhan		99,16		Sangat praktis

Rata-rata keseluruhan yang diperoleh dari respons peserta didik ialah 99,16 dengan kategori sangat praktis. Responden menunjukkan tanggapan positif pada aspek penyajian, namun terdapat pengecualian pada pertanyaan nomor 2, yang menanyakan kemudahan dalam mengoperasikan E-LKPD. Pertanyaan tersebut mendapatkan skor mean senilai 85%, yang dikategorikan dalam tingkat praktis. Aspek kemudahan pengoperasian E-LKPD memperoleh nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan aspek lainnya. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa peserta didik baru pertama kali menggunakan *platform Liveworksheet* dalam pembelajaran, sehingga masih memerlukan bimbingan teknis dalam penggunaannya.

Menurut Pristiwanti *et al.* (2024), komponen isi dalam E-LKPD dinyatakan berkualitas apabila mendapatkan tanggapan positif dari peserta didik dan mampu mengembangkan keterampilan yang ditargetkan melalui penerapan sintaks model pembelajaran yang dipakai. Pada studi ini, seluruh aspek isi yang berkaitan dengan aktivitas E-LKPD pada setiap fitur untuk melatih indikator berpikir kritis diri memperoleh skor sempurna, yakni 100%. Studi ini selaras dengan perolehan studi sebelumnya yang mengatakan bahwasanya pendekatan pembelajaran berbasis masalah mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta kapabilitas pemecahan masalah peserta didik (Wahyuni & Subekti, 2023).

Seluruh aspek dalam komponen bahasa, termasuk penggunaan kalimat sesuai Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI), kejelasan makna, penggunaan istilah yang mudah dipahami, serta penyusunan instruksi yang mudah dimengerti, juga memperoleh skor 100% secara merata. Bahasa yang dipakai pada E-LKPD harus selaras dengan materi serta dapat dengan mudah dipahami oleh peserta didik (Mustika *et al.*, 2024). Dalam penyusunan bahan ajar, khususnya buku peserta didik, disarankan untuk menggunakan bahasa yang sederhana, komunikatif, dan bersifat ramah, agar dapat meningkatkan pemahaman (Fitriyah & Yulita, 2024).

Lembar Observasi Keterlaksanaan E-LKPD

Keterlaksanaan penggunaan E-LKPD didapatkan dari perolehan pengamatan pada aktivitas peserta didik selama tahapan pembelajaran yang memakai produk E-LKPD hasil pengembangan (Susanto & Wijaya, 2023). Pengisian lembar observasi keterlaksanaan dilaksanakan oleh dua orang observer, yakni mahasiswa dari Program Studi S1 Pendidikan Biologi Universitas Negeri Surabaya, selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Masing-masing observer mengamati peserta didik secara

individu dalam dua kelompok. Setiap kelompok terdiri atas lima peserta didik. Hasil pengamatan dari observasi keterlaksanaan E-LKPD kemudian dirata-rata untuk mengetahui tingkat kepraktisan setiap aspek yang diamati (Sa'diyah, 2023). Perolehan pengamatan keterlaksanaan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Observasi Keterlaksanaan E-LKPD

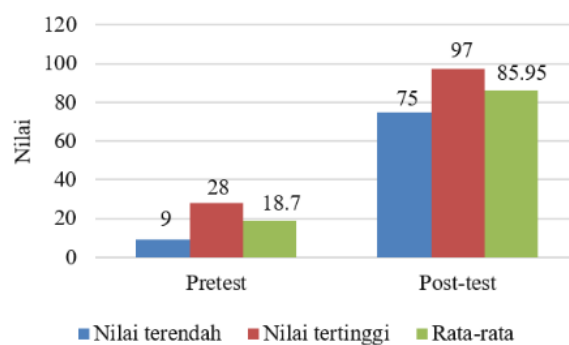
No	Kriteria		Rata Rata (%)	Kategori
	E-LKPD 1	E-LKPD 2		
1.	Peserta didik membaca petunjuk penggunaan E-LKPD.		100	Sangat praktis
2.	Peserta didik bekerja secara berkelompok.		100	Sangat praktis
3.	Peserta didik mengakses E-LKPD.		100	Sangat praktis
4.	Peserta didik membaca tujuan pembelajaran		100	Sangat praktis
5.	Peserta didik membaca kilas teori yang tercantum dalam E-LKPD		100	Sangat praktis
6.	Peserta didik mengajukan pertanyaan jika ada yang belum dipahami.		100	Sangat praktis
7.	BiOpen Peserta didik menjelaskan ulang materi faktor internal pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan mengaitkannya dengan pemeraman buah.	BiOpen Peserta didik menjelaskan ulang materi faktor eksternal pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan mengaitkannya dengan fenomena etiolasi.	100	Sangat praktis
8.	BiOrientation Peserta didik menganalisis artikel dan video tentang permasalahan otentik pemeraman.	BiOrientation Peserta didik menganalisis artikel dan video tentang permasalahan otentik etiolasi.	100	Sangat praktis
9.	BiOvercome Peserta didik menganalisis penyebab dan solusi untuk permasalahan otentik pemeraman buah.	BiOvercome Peserta didik menganalisis penyebab dan solusi untuk permasalahan otentik etiolasi.	100	Sangat praktis
10.	BiObservation Peserta didik menganalisis judul percobaan, rumusan masalah, hipotesis, dan variabel penelitian.		100	Sangat praktis
11.	BiObservation Peserta didik melakukan praktikum.		100	Sangat praktis
12.	BiOpinion Peserta didik menyajikan hasil praktikum dalam bentuk tulis dan lisan.		100	Sangat praktis
13.	BiOption Peserta didik meregulasi diri berdasarkan proses pemecahan masalah.		100	Sangat praktis
14.	Peserta didik menyampaikan kesimpulan dari kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan		100	Sangat praktis
	Rata-Rata Keseluruhan		100	Sangat praktis

Berdasarkan pengamatan terhadap keterlaksanaan penggunaan E-LKPD yang ditampilkan pada Tabel 4.8, bisa menyimpulkan bahwasanya pelaksanaan pembelajaran menggunakan E-LKPD hasil pengembangan tergolong dalam kategori sangat baik (Saputra *et al.*, 2024). Secara keseluruhan, perolehan *mean* keterlaksanaan E-LKPD mencapai 100% dan diklasifikasikan sebagai sangat praktis. Hal ini mengindikasikan bahwasanya produk E-LKPD yang dirancang sudah memenuhi standar kepraktisan serta layak untuk diimplementasikan dalam kegiatan

pembelajaran. Nilai rata-rata tersebut juga menandakan bahwa seluruh aktivitas belajar yang dilakukan peserta didik menggunakan E-LKPD 1 dan 2 telah berjalan secara maksimal (Susanto & Wijaya, 2023).

Keefektifan E-LKPD

Efektivitas dari E-LKPD yang telah dikembangkan dapat diukur melalui perbandingan antara hasil *pretest* dan *post-test* peserta didik (Astuti *et al.*, 2018). Nilai *pretest* memberikan informasi awal terkait tingkat pemahaman peserta didik sebelum mengikuti tahapan pembelajaran, sedangkan nilai *post-test* digunakan guna menilai seberapa jauh peningkatan penguasaan materi setelah menggunakan E-LKPD (Rahmadani *et al.*, 2024). Data hasil *pretest* serta *post-test* dari 20 peserta didik disajikan dalam Tabel 6.



Gambar 1. Rekapitulasi Nilai *Pretest* dan *Post-test*

Berdasarkan data yang ditampilkan dalam Tabel 6, terlihat adanya selisih antara perolehan *pretest* serta *post-test*. Perolehan pengujian mengindikasikan bahwasanya nilai *N-gain* terendah tercatat sebesar 0,68, sementara nilai tertinggi mencapai 0,97. Secara keseluruhan, rata-rata *N-gain* berada pada angka 0,83. Selama pelaksanaan pembelajaran, peserta didik menunjukkan antusiasme tinggi dan aktif terlibat dalam seluruh kegiatan. Mereka tampak berpartisipasi dalam diskusi serta mampu memberikan jawaban terhadap pertanyaan yang diajukan selama penggunaan E-LKPD.

Namun demikian, saat *pretest* berlangsung, sebagian besar peserta didik memberikan jawaban yang masih kurang mendalam dan cenderung singkat, yang berdampak pada rendahnya skor awal. Ini dikarenakan oleh keterbatasan pemahaman peserta didik pada materi yang mencakup aspek eksternal serta internal dalam tahapan pertumbuhan serta perkembangan tumbuhan, serta belum terbiasa menyusun argumen secara sistematis (Astuti *et al.*, 2018). Selain itu, masih terdapat peserta yang tidak menyelesaikan seluruh soal *pretest*, yang turut mempengaruhi nilai rata-rata dan

menunjukkan pentingnya pendampingan lebih lanjut selama proses pembelajaran.

Setelah dilakukan *post-test*, seluruh 20 peserta didik mencapai nilai di atas 75, yang berarti telah memenuhi kriteria ketuntasan belajar. Berdasarkan hasil perhitungan *N-gain*, terjadi peningkatan sebesar 0,83 yang dikategorikan dalam level tinggi. Perbandingan nilai *pretest* dan *post-test* mengindikasikan peningkatan signifikan dalam penguasaan indikator keterampilan berpikir kritis, seperti menafsirkan, menganalisis, menginferensi, mengevaluasi, serta menjelaskan (Rahmadani *et al.*, 2024).

Kemajuan kemampuan berpikir peserta didik tersebut sejalan dengan prinsip dasar *Problem Based Learning*, yang menitikberatkan pada keterlibatan peserta didik dalam aktivitas penyelidikan dan pemecahan masalah dalam konteks nyata (Arends, 2008). Melalui keterlibatan dalam aktivitas berpikir tingkat tinggi, penggunaan E-LKPD terbukti membantu peserta didik memahami konsep secara lebih mendalam. Efektivitas ini juga didukung oleh pemanfaatan teknologi digital yang memungkinkan interaksi dua arah dan menghadirkan beragam sumber belajar yang menarik (Suriati *et al.*, 2021).

Hasil penelitian ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis PBL merupakan sarana pembelajaran yang sejalan guna mengembangkan kapabilitas berpikir kritis peserta didik. Materi ini telah teruji validitasnya baik dari aspek konten maupun penyajiannya, menunjukkan tingkat kepraktisan yang tinggi, dan terbukti mampu meningkatkan capaian belajar peserta didik secara signifikan. Selain sesuai dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21, media ini juga memiliki potensi untuk dijadikan model dalam pengembangan perangkat ajar pada materi atau jenjang lainnya.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian ini dapat mengembangkan E-LKPD berbasis PBL pada materi pertumbuhan serta perkembangan tumbuhan yang mengintegrasikan kegiatan praktikum langsung maupun virtual, serta dilengkapi fitur-fitur seperti *BiOpen*, *BiOrientation*, *BiOvercome*, *BiObservation*, *BiOpinion*, dan *BiOption* guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Produk yang dihasilkan telah melalui uji validitas, kepraktisan, dan efektivitas dengan hasil sangat baik. Validitas diperoleh dengan rata-rata nilai 93,13%, kepraktisan dari angket peserta didik sebesar 99,16%, dan observasi

keterlaksanaan 100%. Efektivitas ditunjukkan dengan perolehan *N-Gain* sejumlah 0,83, yang termasuk kategori tinggi. Dengan demikian, E-LKPD berbasis PBL ini dinyatakan layak diterapkan pada pembelajaran biologi abad ke-21.

Saran

Penelitian pengembangan selanjutnya disarankan untuk menyediakan sesi pelatihan awal kepada peserta didik mengenai cara penggunaan *platform* digital sebelum pelaksanaan uji coba E-LKPD, agar peserta lebih siap dan mampu mengakses media secara optimal. Selain itu, perlu dilakukan pengembangan lanjutan menggunakan *platform Liveworksheet* atau media sejenis untuk topik pembelajaran lain, mengingat respons peserta didik terhadap media ini sangat positif. Di masa mendatang, pengembangan E-LKPD juga dapat dilengkapi dengan fitur interaktif seperti *augmented reality*, sehingga tidak hanya praktis digunakan, namun juga mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi dan memenuhi kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Yuliani, M.Si. serta Dr. Pramita Yakub, S.Pd., M.Pd. atas bimbingan, evaluasi, serta masukan yang sangat berarti selama penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh peserta didik kelas XII-11 SMA Negeri 16 Surabaya atas partisipasinya dalam pelaksanaan uji coba pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* pada materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrayni, M., Darniyanti, Y., & Amal, I. (2024). Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Mata Pelajaran IPAS di Kelas IV SDN 07 Sitiung. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 17302-17324.
- Arends, R. I. (2008). *Learning to Teach, Belajar untuk Mengajar*, edisi 7. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Ariyani, D., & Nugraheni, N. (2024). Menuju Pendidikan Berkualitas: Kontribusi Indonesia dalam Pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs). *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia (JPPI)*, 1(3), 198-205.
- Astuti, S., Danial, M., Anwar, M. (2018). Pengembangan LKPD Berbasis PBL (*Problem Based Learning*) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis

- Peserta Didik Pada Materi Keseimbangan Kimia. *Chemistry Education Review (CER)*, 1(1), 90.
- Facione, Peter A. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. California: The California Academic Press.
- Faizah, U., Susantini, E., Prastiwi, M. S., Raharjo, R., Indana, S., Kuswanti, N., & Ali, M. (2024). *Profile of potential prospective biology teachers designing SDGs-Based Teaching Modules on learning planning courses to realize quality education*. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 568, p. 04025). EDP Sciences.
- Febrina, D. S., & Qomariyah, N. (2024). Validitas E-LKPD Berbasis *Guide Inquiry* pada Materi Sistem Ekskresi untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(2), 481-489.
- Firtsanianta, H., & Khofifah, I. (2022). Efektivitas E-LKPD Berbantuan *Liveworksheets* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Conference of Elementary Studies*, 140-147.
- Fitriyah, D. F., & Yulita, I. Y. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Komik Pada Materi Hidrokarbon. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(2), 157-162.
- Hartanto, B., & Wulandari, E. (2023). *Digital Interactive Features in E-Learning and Their Impact on Student Engagement*. *Jurnal Pendidikan Digital*, 7(1), 55-70.
- Hasanah, I., & Wisanti, W. (2023). Pengembangan E-LKPD Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan Berbasis *Guided Discovery* untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 12(3), 707-718.
- Hasanah, R., Sari, D., & Yulianto, F. (2023). *Problem-Based Learning in STEM Education: A Systematic Review*. *International Journal of STEM Education*, 10(2), 67-82.
- Jannah, N., Rahmawati, T., & Prasetyo, A. (2024). Kualitas Kebahasaan dalam Pengembangan E-LKPD: Studi Komparatif. *Jurnal Linguistik dan Pendidikan*, 18(3), 99-114.
- Juwantara, R. A. (2019). Analisis Teori Perkembangan Kognitif Piaget pada Tahap Anak Usia Operasional Konkret 7-12 Tahun Pembelajaran Matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 9, 28-34.
- Kono, R. (2016). Pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap Pemahaman Konsep Biologi dan Keterampilan Berpikir Kritis peserta didik Tentang Ekosistem dan Lingkungan di Kelas X SMA Negeri 1 Sigi. *JSTT*, 5(1).
- Lathifah, M. F., Baiq, N. H., & Zulandari. (2021). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 4(2): 25-30.
- Lawitta, R., Siahaan, M., Arianti, J., & Thalib, N. (2023). Perkembangan Pendidikan Berkualitas di Indonesia : Analisis SDGs 4. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 4(2), 975-985.
- Ma'rufah, S. dan Wisanti. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik-Elektronik (E-LKPD) Lumut Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *BioEdu*. 12 (1):001-015.
- Mustika, E., et al. (2024). Penerapan PUEBI dalam Bahan Ajar Digital. *Jurnal Bahasa dan Sastra*, 9(1), 112-125.
- Nadia, I. K., & Nawawi, E. (2024). Analisis Berpikir Kritis dalam Menyelesaikan Soal HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) Materi Sistem Koloid. *Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 8(1).
- Novitasari, F., & Puspitawati, R. P. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis *Problem Solving* pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Kelas XII SMA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 3(1), 31-42.
- Partono, Wardhani, H. N., Setyowati, N. I., Tsalitsa, A., & Putri, S. N. (2021). Strategi Meningkatkan Kompetensi 4c (*Critical Thinking, Creativity, Communication, & Collaborative*). *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 14(1), 41-52.
- Prihaswati, M., Yuliani, I., Purnomo, E. A., Adnan, M., & Khasanah, U. (2023). Desain E-LKPD Berbasis Stem Tema Kearifan Lokal Bernuansa Pendidikan Karakter Materi Lingkaran. *JIPMat*, 8(2), 151-162.
- Pristiwanti, D., Hendrayana, A., & Nulhakin, L. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis Kearifan Lokal Motif Batik Kota Serang dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis peserta didik Sekolah Dasar. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(3), 1850-1856.
- Rahmadani, I., Kusnadi, F., & Setiawan, D. (2024). *Virtual Laboratories in Biology Education: Enhancing Conceptual Understanding*. *Jurnal Sains dan Pendidikan*, 13(2), 112-125.
- Sa'diyah, M. A. (2023). Pengaruh Ice Breaking terhadap Konsentrasi Belajar peserta didik Kelas X di SMK Negeri 7 Jakarta. *JIME: Journal of Islamic and Multidisciplinary Education*, 4(2), 55-63.



- Saputra, D. H., Mahariyanti, E., & Irwansah, I. (2024). Efektivitas Pembelajaran Ipa Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Asimilasi Pendidikan*, 2(1), 7-13.
- Saputri, I., & Handayani, M. (2023). *Practical and Virtual Laboratory Integration in E-LKPD for Biology Learning*. *Journal of Science Education Research*, 11(4), 55-72.
- Suriati, A., Sundaygara, C., & Kurniawati, M. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis pada peserta didik Kelas X SMA Islam Kepanjen. *Rainstek: Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*, 3(3), 176-185.
- Susanto, Y., & Wijaya, L. (2023). *Enhancing Biology Learning through Inquiry-Based Instruction*. *Indonesian Journal of Biology Education*, 15(2), 59-73.
- Wahyuni, S., Subekti, E. E., & Rahayu, W. (2022). Peningkatan Keaktifan dan Hasil Belajar peserta didik Tema Organ Gerak Hewan dan Manusia Melalui Model PBL Kelas V SDN Ujungrusi 04 Tegal Tahun Pelajaran 2022/2023. *Indonesian Journal of Elementary School*, 2(2).
- Wijayanti, R., & Siswanto, J. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Kritis peserta didik SMA pada Materi Sumber-Sumber Energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 109-113.
- Wijayanti, T., & Hartono, B. (2023). Evaluasi Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 9(4), 130-145.