

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK KELAS XII*****Development of E-LKPD Based on Project Based Learning Biotechnology Material to Train Critical Thinking Skills of Grade XII Students*****Ardita Sukma Salsabilla**

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

E-mail: [arditasukma.21035@mhs.unesa.ac.id](mailto:arditasukma.21035@mhs.unesa.ac.id)**Tarzan Purnomo**

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

E-mail: [tarzanpurnomo@unesa.ac.id](mailto:tarzanpurnomo@unesa.ac.id)**Abstrak**

Implementasi Kurikulum 2013 dinilai kurang optimal, sehingga pemerintah mengambil langkah revisi dengan menghadirkan Kurikulum Merdeka. Kurikulum Merdeka dirancang untuk menjawab tantangan pendidikan, di mana peserta didik dituntut memiliki kemampuan berpikir kritis, menyelesaikan masalah dengan cara yang kreatif, inovatif, kolaboratif, serta komunikatif secara terampil. Namun, berdasarkan data statistik PISA, keterampilan berpikir kritis peserta didik masih menunjukkan tren yang rendah. Oleh karenanya, dibutuhkan inovasi dalam pengembangan bahan ajar serta model pembelajaran yang relevan. Dalam konteks ini, dilakukan penelitian dengan tujuan mengembangkan E-LKPD berbasis Project Based Learning (PjBL) yang mampu melatih keterampilan berpikir kritis secara valid, praktis, dan efektif. Keterbatasan fasilitas di SMAN 01 Sragi, khususnya jaringan internet yang kurang memadai, menggarisbawahi perlunya perhatian lebih dari pemerintah terhadap kondisi sarana teknologi di sekolah-sekolah daerah terpencil, mengingat banyak sekolah yang kurang didukung sarana pembelajaran yang memadai. Penelitian ini mengaplikasikan metode Project Based Learning melalui proyek inovasi produk makanan dan minuman bioteknologi yang bertujuan mengasah keterampilan berpikir kritis peserta didik. Metode penelitian menggunakan pendekatan pengembangan ADDIE, yang meliputi tahap analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Uji coba terbatas dilakukan pada 20 peserta didik kelas XII di SMA Negeri 01 Sragi, Pekalongan. Teknik pengumpulan data mencakup lembar validasi E-LKPD, lembar observasi pelaksanaan, respon peserta didik, analisis dokumen, serta tes awal dan tes akhir. Hasil penelitian menunjukkan validitas E-LKPD mencapai 97,33% dengan kategori sangat valid. Kepraktisan dinilai dari tiga aspek, yakni pelaksanaan E-LKPD mencapai 100% (sangat praktis), respon peserta sebesar 97,88% (sangat praktis), dan rata-rata nilai dokumen 93. Efektivitas E-LKPD dibuktikan dengan skor pre-test dan post-test yang mencapai ketuntasan 100%, serta nilai N-gain 0,79 yang menunjukkan kategori sangat efektif. Dengan demikian, E-LKPD berbasis Project Based Learning pada materi bioteknologi untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XII terbukti valid, praktis, dan efektif.

**Kata Kunci:** E-LKPD, *Project Based Learning*, Bioteknologi, Berpikir Kritis, XII SMA.**Abstract**

The outcomes of the 2013 curriculum fell short of expectations, prompting the government to introduce the Merdeka curriculum as a revision. This new curriculum aims to resolve educational challenges by emphasizing the development of students' abilities in critical thinking, creative problem-solving, innovation, teamwork, and effective communication. Despite these efforts, PISA data reveals that students' critical thinking proficiency remains relatively low. Consequently, there is a pressing need for innovative teaching resources and suitable learning models. In response, this research focuses on the creation of an electronic student worksheet (E-LKPD) grounded in Project Based Learning (PjBL) to cultivate critical thinking skills that are valid, practical, and effective. Given the limited internet infrastructure at SMAN 01 Sragi, particularly the absence of a stable network, governmental attention toward improving connectivity in remote schools is essential, as inadequate infrastructure hampers optimal learning conditions. The study employed a development methodology using the ADDIE framework, encompassing analysis, design, development, implementation, and evaluation phases. The limited trial involved 20 twelfth-grade students at SMAN 01 Sragi, Pekalongan. Data were gathered through instruments such as validation sheets for E-LKPD, observation checklists during implementation, student feedback forms, document analysis, and pre- and post-assessment tests. Findings demonstrate that the E-LKPD achieved a validity score of 97.33%, categorized as highly valid. Practicality was assessed through three criteria: 100% implementation success rated very practical, a 97.88% positive student response also rated very practical, and document quality averaging 93%. Effectiveness evaluation based on pre- and post-test results showed 100% mastery and an N-gain score of 0.79, indicating high effectiveness. In summary, the developed project-based E-LKPD on biotechnology material

*effectively fosters critical thinking skills among twelfth-grade students, proving to be valid, practical, and impactful.*  
**Keywords:** E-LKPD, Project Based Learning, Biotechnology, Critical Thinking, Grede XII SMA.

## PENDAHULUAN

Pendidikan yaitu proses yang mendorong peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran guna mengembangkan potensi yang ada dalam diri mereka (Saputri *et al.*, 2023). Keberhasilan dalam mencapai tujuan pendidikan dipengaruhi oleh proses pembelajaran yang dialami oleh siswa (Nurmahudina *et al.*, 2019). Pendidikan Indonesia awalnya menggunakan kurikulum 2013. Hasil kurikulum 2013 kurang memuaskan sehingga pemerintah merevisi menjadi kurikulum merdeka. Kurikulum Merdeka berusaha untuk menjawab isu-isu yang dihadapi pendidikan yang mana dalam perwujudannya peserta didik memerlukan keterampilan berpikir kritis, menyelesaikan masalah secara solutif, kreatif, inovatif, berkolaborasi, dan berkomunikasi secara terampil (Risdianto, 2019).

Pendidikan di abad ke-21 berfokus pada pengembangan keterampilan esensial abad ini, seperti berpikir kreatif, berpikir kritis, kemampuan berkomunikasi, serta bekerja sama. Kemampuan berpikir kritis adalah salah satu keterampilan utama abad ke-21 yang memiliki peran penting dalam kehidupan peserta didik (Rizal, 2017). PISA menunjukkan tolak ukur kekuatan dan kelemahan dari kemampuan peserta didik beserta faktor-faktor yang mempengaruhi berdasarkan skala internasional. Tujuan dari PISA adalah mengembangkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis, memahami informasi, serta menyelesaikan masalah berkaitan dengan situasi kehidupan nyata (Anggraena, 2021). Indonesia telah mengalami penurunan peringkat selama 10 tahun terakhir berdasarkan data statistik dari PISA (OECD, 2019). Indonesia masih berada pada peringkat bawah yaitu pada tahun 2015 dengan peringkat 65 dari 69 negara, tahun 2018 dengan peringkat 74 dari 79 negara, dan tahun 2022 dengan peringkat 68 dari 81 negara (Direktorat Indonesia, 2022). Berpikir kritis merupakan salah satu hal penting yang perlu dikuasai siswa untuk menghadapi tantangan abad 21 guna meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Hartini, 2017). Menurut Facione (2013) keterampilan berpikir kritis memiliki 5 indikator antara lain *interpretation* (interpretasi), *analysis* (analisis), *explanation* (penjelasan), *inference* (inferensi), dan *evaluation* (evaluasi).

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik yaitu tuntunan belajar berbentuk digital dirancang untuk membantu peserta didik dalam menjalankan kegiatan pembelajaran, dan dapat diakses melalui perangkat seperti komputer, laptop, *smartphone*, maupun ponsel. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) merupakan bahan ajar berbentuk digital yang disusun secara interaktif untuk mendukung proses pembelajaran (Prayoga *et al.*,

2022). Dengan memanfaatkan teknologi, peserta didik dapat mengeksplorasi materi dan mempermudah interaksi dalam proses pembelajaran, sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai (Ayuditasni *et al.*, 2023). E-LKPD adalah bentuk media pembelajaran yang sesuai untuk diterapkan dalam model pembelajaran berbasis proyek. Media pembelajaran dikatakan layak terhadap aspek penilaian isi jika dikembangkan menggunakan teori dan konsep sesuai dengan kurikulum, serta dikembangkan sesuai dengan kemutakhiran perkembangan ilmu (Utami & Isnawati, 2018).

Pada proses pembelajaran banyak siswa yang kurang aktif serta tidak memahami materi dengan benar oleh karena itu hasil belajar siswa tidak memuaskan. Menurut Fathurrohman (2016). PjBL merupakan model pembelajaran yang memanfaatkan proyek atau aktivitas tertentu sebagai media untuk mengembangkan kompetensi peserta didik dalam aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Model *Project Based Learning* (PjBL) juga menekankan pembelajaran yang berfokus pada peserta didik sebagai inti dari proses pembelajaran (Pasaribu & Simatupang, 2020). Menurut Lestari *et al.* (2018), tahapan dalam model pembelajaran PjBL meliputi: (1) merumuskan pertanyaan utama, (2) merancang proyek, (3) menyusun jadwal pelaksanaan proyek, (4) memantau kemajuan proyek, (5) mengevaluasi hasil proyek, dan (6) melakukan refleksi terhadap pengalaman yang diperoleh. Menurut Nafiah dan Purnomo (2017), pembelajaran biologi di sekolah umumnya hanya menekankan pada hafalan tanpa pemahaman konsep, sehingga siswa menjadi pasif, kurang konsisten, tidak antusias, dan tampak kurang bersemangat dalam mengikuti pembelajaran karena tidak terlibat secara aktif dalam proses belajar.

Bioteknologi merupakan penerapan makhluk hidup secara keseluruhan maupun sebagian bagiannya untuk menciptakan atau mengubah produk yang berguna dengan menggunakan prinsip atau metode teknologi tertentu. Menurut Mardiana (2015), hasil penelitian terhadap sejumlah siswa di SMA di Kabupaten Labura menunjukkan bahwa mereka menghadapi kesulitan yang cukup besar dalam menguasai materi bioteknologi khususnya dalam hal-hal seperti bakteri yang mengikat nitrogen, rekayasa genetik, efek dari penerapan bioteknologi, teknik kultur jaringan, pemanfaatan protein sel tunggal, bioteknologi tradisional, serta metode budidaya tanaman seperti hidroponik dan aeroponik. Manfaat bioteknologi bagi kehidupan sangat banyak, sehingga kita perlu memahami materi bioteknologi supaya memanfaatkannya dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan kurikulum merdeka yang dijadikan acuan

dalam modul pembelajaran fase F kelas XII SMA.

Media pembelajaran yang dikembangkan yaitu E-LKPD dengan materi bioteknologi kelas XII SMA. E-LKPD didasarkan PjBL mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa karena melibatkan mereka dalam pemecahan masalah secara mandiri dan kolaboratif (Wulandari & Kartika, 2020). Penggunaan metode pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) diharapkan mampu melatih berpikir kritis peserta didik dalam menyelesaikan suatu masalah dan membantu siswa memahami tentang materi bioteknologi. Model PjBL sesuai untuk materi bioteknologi karena pembelajarannya melibatkan kegiatan proyek sebagai bagian dari proses pengajaran (Trianto, 2014). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan E-LKPD sebagai media pembelajaran yang akan diterapkan dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) untuk melatih berpikir kritis peserta didik kelas XII.

## METODE

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik dikembangkan menggunakan model ADDIE, yang terdiri atas 5 tahapan meliputi *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Pemilihan model ADDIE didasarkan pada kemudahannya dalam dipahami, strukturnya yang terorganisir, serta bentuknya yang sederhana. Penelitian ini menerapkan model pengembangan ADDIE untuk mengatasi permasalahan pembelajaran terkait bahan ajar, sehingga kebutuhan peserta didik dapat terpenuhi sesuai dengan karakteristik mereka (Meilana & Aslam, 2022).

Pada fase analisis, dilakukan pemetaan kebutuhan, evaluasi kurikulum, identifikasi karakter peserta didik, serta kajian konsep guna memperoleh data yang komprehensif yang akan digunakan sebagai acuan untuk merancang E-LKPD sesuai dengan kebutuhan. Analisis kebutuhan didasarkan pada kondisi kemampuan berpikir kritis siswa. Analisis kurikulum dilakukan dengan menelaah elemen, Capaian Pembelajaran (CP) fase F, serta tujuan pembelajaran yang selaras dengan Kurikulum Merdeka. Analisis peserta didik dilakukan untuk memahami karakteristik mereka, menyesuaikan materi pembelajaran dengan kebutuhan dan tingkat kemampuan, serta mengenali berbagai hambatan yang dialami dalam proses belajar. Peserta didik dapat belajar efektif melalui berbagai macam gaya belajar. Analisis konsep dibuat dengan menelaah dan menentukan konsep utama yang terkandung dalam materi Bioteknologi.

Tahap desain adalah proses merancang E-LKPD yang dikembangkan. Terdapat tugas, video serta artikel yang dirancang guna mengasah keterampilan berpikir kritis. E-LKPD didesain dengan sampul dan fitur yang menarik

agar dapat mendorong minat belajar siswa sehingga meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Tahap pengembangan terdapat 3 langkah yaitu produksi media, validasi ahli dan revisi. E-LKPD dirancang dan disempurnakan hingga menjadi produk akhir. Kemudian ditinjau dan direvisi draft pertama serta kedua dan validasi oleh dosen ahli serta guru biologi menggunakan skala Likert 4 poin. Nilai rata-rata tiap aspek diinterpretasikan sebagai tidak valid (0-55,91), kurang valid (55,91-63,79), cukup valid (63,79-71,67), valid (71,67-79,55), dan sangat valid (79,55-100). E-LKPD dapat dikatakan layak apabila memperoleh persentase  $\geq 71,67\%$  dengan kategori minimal valid.

Tahap implementasi melibatkan penerapan dan penggunaan program pembelajaran yang telah dikembangkan. Uji coba terbatas dilakukan pada 20 peserta didik kelas XII SMAN 01 Sragi, Pekalongan. Selama proses berlangsung, dilakukan pengamatan guna mengukur keaktifan dan pemahaman konsep oleh peserta didik. Penilaian observasi menggunakan skala guttman dengan pilihan “ya” (1) dan “tidak” (0), hasil dirata-rata dalam persentase dan diinterpretasikan dengan 0-55,91% (tidak praktis), 55,91-63,79% (kurang praktis), 63,79-71,67% (cukup praktis), 71,67-79,55% (praktis), dan 79,55-100% (sangat praktis). Respon peserta didik setelah menggunakan E-LKPD diperoleh melalui lembar angket. Penilaian angket respon peserta didik menggunakan skala guttman dengan pilihan “ya” (1) dan “tidak” (0), hasil dirata-rata dalam persentase dan diinterpretasikan dengan kategori yang sama dengan penilaian observasi. Data hasil implementasi kemudian dianalisis untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan E-LKPD sebelum diterapkan pada lingkup yang lebih luas.

Step evaluasi ditinjau dari analisis validitas berdasarkan hasil analisis belajar peserta didik serta tanggapan mereka melalui angket. Evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas program pembelajaran dan mengevaluasi pencapaian tujuan pembelajaran. Hasil evaluasi digunakan untuk memperbaiki dan memperbaiki program pembelajaran di masa mendatang. Evaluasi dilakukan perevisian atau perbaikan produk terhadap masukan dari validator ahli dan penilaian peserta didik untuk memastikan bahwa pelaksanaan pembelajaran menggunakan E-LKPD bioteknologi berjalan sesuai dengan rancangan yang telah dikembangkan.

Keabsahan empiris E-LKPD yang diuji melalui tes berpikir kritis didasarkan pada perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* setelah penggunaan E-LKPD. Evaluasi dari *pre-test* dan *post-test* dilakukan dengan menganalisis pencapaian tiap indikator berpikir kritis. Selanjutnya, peningkatan berpikir kritis dari *pre-test* ke *post-test*



diukur menggunakan *N-gain score*, dengan kriteria sebagai Berikut: skor ( $<g>$ ) di atas 0,7 termasuk kategori unggul, antara 0,3 hingga 0,7 masuk kategori menengah, sedangkan di bawah 0,3 tergolong kategori rendah.

### HASIL DAN PEMBAHASAN






Studi pengembangan ini bertujuan merancang Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik berbasis Project Based Learning dengan fokus pada materi bioteknologi untuk mengasah keterampilan berpikir kritis peserta secara valid, praktis, dan efisien. Hasil penelitian meliputi penilaian dari ahli dosen, guru biologi, serta uji coba pada 20 siswa kelas XII di SMA Negeri 01 Sragi, Pekalongan.

Uji coba terbatas dilaksanakan pada tanggal 26 Mei 2025 dengan melakukan dua kali pertemuan. Pertemuan pertama untuk memperkenalkan E-LKPD Kepada siswa, mereka mengerjakan soal Pre-test kemudian melanjutkan proses pembelajaran melalui penggunaan E-LKPD. Peserta didik melakukan kegiatan perencanaan proyek dan melakukan percobaan sederhana dengan membuat inovasi makanan/minuman fermentasi. Selama pengerjaan proyek, akan diberi *Link* Google Dokumen sebagai fasilitas memonitor kegiatan dan waktu fermentasi produk yang dibuat. Hasil dari pengerjaan proyek akan dinilai dan dievaluasi dipertemuan kedua. Pada pertemuan kedua, peserta didik akan melaksanakan *Post-test* dan mengisi angket respon terhadap E-LKPD.

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) yang dirancang mencakup beberapa komponen seperti sampul, data peserta, kata pengantar, daftar isi, panduan pemakaian, fitur-fitur E-LKPD, hasil pembelajaran, tujuan pembelajaran, indikator berpikir kritis, peta konsep, waktu pelaksanaan, ringkasan materi, serta aktivitas praktikum yang disusun berdasarkan tahap Project Based Learning. Fitur dalam E-LKPD ini bertujuan mempermudah penyampaian materi secara sistematis sesuai model PjBL sekaligus mengasah kemampuan berpikir kritis peserta didik. Berikut merupakan gambaran fitur E-LKPD yang telah dikembangkan.

Tabel 1. Fitur-fitur E-LKPD

Fitur dan Deskripsi	Fase PjBL	Indikator Berpikir Kritis
 <b>BIO-MARY</b> Fitur ini menyajikan rangkuman materi tentang bioteknologi	-	Interpretasi
 <b>BIO-OBSERV</b> Fitur ini menyajikan berbagai pertanyaan terkait analisis video mengenai masalah di lingkungan sekitar	Pertanyaan mendasar	Interpretasi Analisis

Fitur dan Deskripsi	Fase PjBL	Indikator Berpikir Kritis
 <b>BIO-ANALYZE</b> Fitur ini menyajikan berbagai pertanyaan terkait analisis artikel permasalahan lingkungan	Pertanyaan mendasar	Interpretasi Analisis
 <b>BIO-ACTIVITY 1</b> Fitur ini menyajikan perencanaan proyek seperti judul proyek, rumusan masalah, dan hipotesis	Mendesain perencanaan proyek	Inferensi Interpretasi
 <b>BIO-ACTIVITY 2</b> Fitur ini menyajikan kemajuan proyek seperti variabel penelitian, alat bahan, langkah kerja, menyusun jadwal dan pembagian tugas	Memonitor kemajuan proyek Menyusun jadwal pembuatan	Eksplanasi Inferensi
 <b>BIO-ACTIVITY 3</b> Fitur ini menyajikan tabel uji organoleptik, menganalisis data, dan pengumpulan laporan sederhana	Menguji hasil	Analisis Interpretasi
 <b>BIO-EVAL</b> Fitur ini menyajikan pertanyaan evaluasi pembelajaran	Evaluasi	Inferensi Evaluasi

Fitur *Bio-mary* berisi materi bioteknologi dan pertanyaan pemantik. Fitur *Bio-observ* terdapat video serta data dan pertanyaan yang berkaitan dengan video yang diberikan. Fitur *Bio-analyze* terdapat artikel dan data serta pertanyaan terkait analisis artikel dan data yang diberikan. Fitur *Bio-activity 1* terdapat pertanyaan mengenai tahap mendesain perencanaan proyek. Fitur *Bio-activity 2* terdapat pertanyaan mengenai tahap memonitor kemajuan proyek. Fitur *Bio-activity 2* juga terdapat tahap menyusun jadwal pembuatan. Fitur *Bio-activity 3* terdapat pertanyaan mengenai tahap menguji hasil. Fitur *Bio-eval* terdapat pertanyaan mengenai tahap evaluasi. E-LKPD yang dirancang memiliki tujuan mengasah kemampuan berpikir kritis secara holistik melalui praktik laboratorium dan penyampaian informasi yang membantu peserta didik mencapai indikator berpikir kritis, meliputi interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, dan klarifikasi. Penelitian terhadap kelayakan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* meliputi tiga kategori utama yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Penjabaran dari aspek penilaian tersebut dijelaskan mendetail sebagai berikut.

## 1. Validasi

Validasi E-LKPD dilakukan oleh tiga ahli, yaitu dua dosen spesialis dan seorang guru biologi. Tujuan validasi ini adalah untuk melakukan evaluasi serta penyempurnaan E-LKPD sebelum tahap uji coba guna mengukur tingkat kepraktisan dan efektivitasnya. Proses validasi menilai kelayakan E-LKPD berbasis PjBL pada materi Bioteknologi dalam mengasah keterampilan berpikir kritis siswa, dilihat dari aspek penyajian, konten, dan bahasa. Hasil rekap validitas disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Validitas E-LKPD

No.	Aspek	Rata-rata	Kriteria
1.	Komponen penyajian	99,63	Sangat Valid
2.	Komponen isi	93,41	Sangat Valid
3.	Komponen kebahasaan	98,95	Sangat Valid
	Rata-rata	97,33	Sangat Valid

Pada tabel tersebut ditunjukkan bahwa persentase nilai validitas penyajian sebesar 99,63%, validitas isi sebesar 93,41%, dan validitas kebahasaan sebesar 98,95%. Ketiga persentase pada tiap aspek penilaian validitas tergolong sangat tinggi. Dari hasil tersebut, rata-rata keseluruhan validitas mencapai 97,33%, masuk dalam klasifikasi sangat valid. Oleh sebab itu, E-LKPD dianggap memenuhi syarat untuk dipakai dalam proses pembelajaran. Komponen kelayakan penyajian terdiri dari 12 aspek memperoleh rata-rata 99,63% dengan kriteria sangat valid. Wahyu dan Zulyusri (2023) menyatakan bahwa komponen penyajian yang baik dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dalam menggunakan E-LKPD saat pembelajaran.

Komponen kelayakan isi mendapat rata-rata 93,41% dengan kriteria sangat valid. Penilaian dari validitas isi terdiri atas 3 aspek penilaian antara lain kesesuaian E-LKPD dengan kehidupan nyata, Harmoni E-LKPD dengan pendekatan PjBL dan efektivitasnya dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Aspek yang pertama yaitu kesesuaian E-LKPD dengan kehidupan nyata mendapat nilai persentase sebesar 95,83%. Aspek kedua yaitu kesesuaian E-LKPD dengan PjBL mendapatkan rata-rata sebesar 94,78%. Menurut Saefudin (2014), model PjBL memberikan peluang bagi peserta didik untuk melakukan eksplorasi, perencanaan, perancangan, serta refleksi dalam proses pembuatan suatu proyek. Aspek ketiga, yakni keselarasan E-LKPD dalam mengasah kemampuan berpikir kritis, meraih skor rata-rata 90,47%

Aspek kebahasaan mendapatkan rata-rata persentase sebesar 98,95% dan termasuk dalam kategori sangat valid. Penilaian kebahasaan terdiri atas 2 aspek penilaian antara lain penggunaan bahasa dan keterbacaan. Pada aspek

pertama yaitu penggunaan bahasa mendapatkan persentase sebesar 97,91%. Pada aspek kedua yaitu keterbacaan mendapat persentase sebesar 100%. Kedua aspek tersebut sesuai dengan Puwito *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa penggunaan elemen kebahasaan, teknik penulisan, dan penyajian materi harus dipaparkan secara tetap, terencana, serta terstruktur secara sistematis dalam pola baku yang telah ditetapkan.

## 2. Kepraktisan

Kepraktisan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* dinilai melalui tiga indikator, yaitu hasil observasi terhadap keterlaksanaan aktivitas saat penggunaan E-LKPD, tanggapan peserta didik melalui angket setelah penggunaan E-LKPD, dan nilai dari hasil pengerjaan E-LKPD. Observasi Berlangsung pada 20 siswa kelas XII SMA Negeri 01 Sragi yang terbagi dalam 4 kelompok distinct. E-LKPD dikategorikan praktis apabila persentase keterlaksanaan aktivitas peserta didik memperoleh skor 71,67%. Kegiatan pembelajaran pada E-LKPD terkait dengan percobaan membuat inovasi makanan/minuman Bioteknologi. Berikut uraian terkait aspek tersebut dapat ditemukan dalam tabel selanjutnya.

Tabel 3. Rekapitulasi output Observasi

No.	Aspek	Rata-rata	Kriteria
1.	Aktivitas pembelajaran menggunakan E-LKPD <i>Project Based Learning</i>	100%	Sangat praktis
2.	Aktivitas keterampilan berpikir kritis	100%	Sangat praktis
	Rata-rata	100%	Sangat praktis

Secara keseluruhan, peserta didik telah melaksanakan kegiatan yang termuat dalam E-LKPD dengan terstruktur. Berdasarkan tabel diatas menunjukkan hasil rata-rata persentase observasi Pelaksanaan aktivitas peserta didik yang dievaluasi oleh empat pengamat memperoleh nilai rata-rata total 100% dengan kategori sangat aplikatif. Berdasarkan temuan observasi, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD dengan fokus pada materi bioteknologi untuk mengasah kemampuan berpikir kritis sangat efektif digunakan oleh peserta didik.

Tingkat keefektifan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* diukur melalui tanggapan peserta didik. Mereka diminta mengisi kuesioner dengan opsi jawaban “Ya” atau “Tidak”. Jawaban yang terkumpul mencerminkan penilaian peserta terhadap E-LKPD yang telah dirancang, dengan rangkuman data sebagai berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Angket Respon

No.	Aspek	Rata-rata Respon Positif	Kriteria
-----	-------	--------------------------	----------

1.	Komponen penyajian	96,66%	Sangat praktis
2.	Komponen isi	100%	Sangat praktis
3.	Komponen kebahasaan	97%	Sangat praktis
	Rata-rata	97,88%	Sangat praktis

Berdasarkan survei yang diisi oleh siswa, diperoleh skor rata-rata 97,88% dalam kategori sangat praktis, menandakan tingkat kemudahan yang luar biasa. Ini menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis Project Based Learning mendapat respons positif dari peserta didik. Hanum *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa partisipasi aktif peserta didik dalam pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan komunikasi, keaktifan dalam berpartisipasi, serta kreativitas mereka dalam belajar. Selama proses pembelajaran, peserta didik menunjukkan antusiasme tinggi terhadap pembelajaran proyek yang menggunakan E-LKPD.

Hasil pengerjaan E-LKPD oleh peserta didik menjadi data pendukung dalam kepraktisan E-LKPD yang dikembangkan yang termuat Berikut Tabel 4 yang tersaji di bawah ini.

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Hasil E-LKPD

No.	Fase <i>Project Based Learning</i>	K1	K2	K3	K4	Skor Max
1.	Pertanyaan mendasar	18	15	20	20	20
2.	Mendesai perencanaan proyek	20	20	20	17	20
3.	Memonitor kemajuan proyek	20	18	15	18	20
4.	Menyusun jadwal pembuatan	10	10	10	10	10
5.	Menguji hasil	20	18	15	20	20
6.	Evaluasi	8	10	10	10	10
Nilai hasil pengerjaan E-LKPD		96	91	90	95	100
Rata-rata nilai E-LKPD		93				

Keterangan:

- K1 : Kelompok 1
- K2 : Kelompok 2
- K3 : Kelompok 3
- K4 : Kelompok 4

Output pengerjaan E-LKPD oleh siswa dijadikan sebagai data penunjang dalam menilai kepraktisan E-LKPD yang dikreasikan. Empat kelompok siswa melaksanakan E-LKPD berbasis Project Based Learning guna mengasah kemampuan berpikir kritis. Setiap sintaks *Project Based Learning* memiliki hubungan dengan indikator berpikir kritis yang berjumlah 5 indikator. E-LKPD berperan sebagai media pembelajaran yang efektif dalam membangkitkan semangat belajar peserta didik karena didesain berbasis teknologi dan informasi digital (Yolanda & Lisdiana, 2022).

### 3. Keefektifan

Keefektifan E-LKPD diukur dari hasil belajar peserta didik sesuai keterampilan berpikir kritis dan indikatornya. Rekapitulasi capaian pembelajaran peserta didik dapat ditemukan pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 6 siswa dengan kode S04, S10, S12, dan S13 mendapat *N-gain* dengan kategori sedang karena  $< 0,7$  dan  $> 0,3$ , Hal ini dikarenakan hasil *pre-test* yang didapat itu tinggi sehingga peningkatan yang diperoleh dari *pre-test* hingga *post-test* tidak terlalu signifikan. Fakta ini mengindikasikan bahwa siswa dengan skor *pre-test* tinggi cenderung mengalami peningkatan yang terbatas, sehingga nilai *N-gain* yang dicapai relatif lebih kecil dibandingkan siswa dengan skor *pre-test* rendah.

Tingkat keberhasilan penguasaan keterampilan berpikir kritis diukur melalui perbedaan skor *pre-test* dan *post-test* siswa. Dalam E-LKPD yang dirancang, terdapat fase pembelajaran berbasis proyek yang mencakup indikator berpikir kritis yang wajib diraih oleh peserta didik, sebagaimana tergambar pada Gambar 1.

Tabel 6. Rekapitulasi *Pre-test* dan *Post-test*

No.	Kode Peserta Didik	Nilai				N-gain Score
		Pre-test	Kategori	Post-test	Kategori	
1	S01	42	TT	89	T	0,81
2	S02	39	TT	92	T	0,87
3	S03	57	TT	96	T	0,91
4	S04	47	TT	80	T	0,62
5	S05	39	TT	90	T	0,84
6	S06	36	TT	89	T	0,83
7	S07	54	TT	94	T	0,87
8	S08	32	TT	83	T	0,75
9	S09	50	TT	86	T	0,72
10	S10	50	TT	84	T	0,68
11	S11	50	TT	92	T	0,84
12	S12	44	TT	80	T	0,64
13	S13	42	TT	82	T	0,69
14	S14	32	TT	89	T	0,84
15	S15	36	TT	87	T	0,80
16	S16	39	TT	90	T	0,84
17	S17	58	TT	94	T	0,86
18	S18	32	TT	80	T	0,71
19	S19	37	TT	89	T	0,83
20	S20	50	TT	92	T	0,84
Rata-rata		43,3	TT	87,9	T	0,79
		0%		100%		Tinggi

Keterangan:

T: Tuntas

TT: Tidak tuntas



Gambar 1 menampilkan kenaikan proporsi pencapaian setiap indikator dari pre-test ke post-test, secara keseluruhan kemampuan berpikir kritis mengalami kemajuan yang berarti. Indikator dengan kenaikan paling menonjol meliputi kemampuan analisis, eksplanasi, dan interpretasi. Kemampuan analitis mencapai persentase 91% dan mencatat lonjakan tertinggi dengan nilai N-gain 0,86 dalam kategori unggul. Berpikir kritis memiliki peran penting karena mendorong siswa untuk mengamati lingkungan sekitar, menumbuhkan rasa ingin tahu melalui pertanyaan, serta memungkinkan mereka merumuskan hipotesis, melakukan pengamatan, dan menarik kesimpulan berdasarkan temuan yang diperoleh. Kemampuan berpikir kritis juga membantu mengasah potensi siswa, meningkatkan konsentrasi, memusatkan perhatian pada permasalahan, dan mengembangkan kemampuan berpikir analitis (Wahyuni, 2015).

Kemampuan interpretasi meraih angka 90,25% dan menunjukkan peningkatan signifikan dengan skor N-gain 0,83 yang masuk dalam kategori tinggi. Murti (2009) menyatakan bahwa individu dengan kemampuan berpikir kritis yang tinggi mampu merumuskan kesimpulan dan solusi berdasarkan argumen serta bukti yang meyakinkan, dan mampu mengevaluasinya menggunakan standar atau kriteria tertentu. Ketercapaian eksplanasi memperoleh 91,25% dan mengalami peningkatan dengan skor N-gain sebesar 0,79 kategori tinggi. Kistiono *et al.* (2017) mengemukakan bahwa eksplanasi merupakan kemampuan untuk mengungkapkan hasil pemikiran secara logis yang didukung oleh bukti, guna menyampaikan alasan dalam bentuk argumen.

## PENUTUP

### Simpulan

Temuan penelitian mengindikasikan bahwa E-LKPD berlandaskan Project Based Learning pada topik bioteknologi mampu mengasah keterampilan berpikir kritis siswa dengan validitas, kepraktisan, dan efektivitas yang telah terbukti. Secara konseptual, E-LKPD ini layak dipakai, dibuktikan oleh validasi dari pakar dosen dan guru biologi dengan nilai rata-rata 97,33% dalam kategori sangat valid. Dari aspek kepraktisan, E-LKPD ini memenuhi standar kelayakan secara empiris, terlihat dari observasi aktivitas siswa yang mencapai rata-rata 100% dengan penilaian sangat praktis. Dukungan kepraktisan juga didapat dari respons siswa yang menunjukkan skor rata-rata 97,88% dalam kategori sangat praktis. Untuk efektivitas, E-LKPD ini terbukti secara empiris layak melalui evaluasi hasil belajar siswa dengan rata-rata N-gain 0,79, termasuk dalam kategori sangat efektif.

### Saran

Pengujian awal terhadap E-LKPD dilakukan pada 20 siswa secara terbatas; oleh karena itu, riset lanjutan dengan sampel lebih besar dan cakupan lebih luas sangat dianjurkan. Penelitian lanjutan membutuhkan perencanaan yang lebih matang bersangkutan dengan alokasi waktu, alat, dan bahan sebagai media tambahan untuk mendukung penggunaan E-LKPD.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Isnawati, M.Si serta Ibu Lisa Lisdiana, Ph.D. atas tinjauan konstruktif terhadap E-LKPD yang dikembangkan. Ibu Lilis Mudjiati, S.Pd., M.Si selaku Guru Biologi SMA Negeri 01 Sragi, Pekalongan, serta peserta didik kelas XII.4 SMA Negeri 01 Sragi, Pekalongan.

### DAFTAR PUSTAKA

Anggraena, Y. 2021. *PISA 2021 and Computational*



- Thinking (CT). Ministry of Education and Culture Center for Curriculum and Books.
- Ayuditasni D, N., Purnamasari, R., & Karmila, N. 2023. Pengembangan E-LKPD Berbasis Webiste Wizer.Me Materi Sifat-Sifat Bangun Ruang. Didaktik: *Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(2).
- Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah. 2022. *Strategi Kemendikbud Menghadapi PISA 2021*. (Online), ([https://gurudiknas.kemdikbud.go.id/diakses 27 Februari 2025](https://gurudiknas.kemdikbud.go.id/diakses%2027%20Februari%202025)).
- Facione, Peter. 2013. *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Millbrae, CA: Measured Reasons and The California Academic Press.
- Fathurrohman, M. 2016. *Model Pembelajaran Inovatif: Alternatif desain Pembelajaran yang Menyenangkan*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media Group. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/pengembangan>
- Hanum OK, A., Al-Farabi, M., & Sanjaya, I. 2023. Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Pembentukan Karakter Siswa SD IT Se-Kabupaten Aceh Tenggara. Fikrotuna: *Jurnal Pendidikan Dan Manajemen Islam*, 17(1).
- Hartini, S. 2017. Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Pendidikan*, 5(3), 123-134.
- Hartini, S. 2017. Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Pendidikan*, 5(3), 123-134.
- Kistiono, K., Taufik, T., & Muslimin, M. 2017. Desain Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) IPA Berbasis Saintifik untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep di Kelas VII, VIII dan Kelas IX SMP/Mts. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 1(1), 704-715.
- Letari, L., Alberida, H., dan Rahmi, Y. L. 2018. Validitas dan Praktikalitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Materi Kingdom Plantae Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 2(2), 170.
- Mardiana. 2015. *Analisis Kesulitan Belajar Siswa Kelas IX SMP Pada Materi Bioteknologi*. Medan: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Medan.
- Meilana, S. F., & Aslam, A. 2022. Pengembangan Bahan Ajar Tematik Berbasis Kearifan Lokal di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 5605-5613. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.2815>.
- Murti, B. 2009. Berpikir Kritis. Makalah, Seri Kuliah Blok Budaya Ilmiah, *Institute for Health Economic and Policy Studies (IHEPS)/ Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret*, 1, 1-476.
- Nafisah, Khoirotun & Purnomo, Tarzan. 2017. Validitas LKS Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Ekologi untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, Vol. 6(3).
- Nurmahudina, S., Distrik, I. W., & Wahyudi, I. 2019. Pengaruh Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Exclusive pada Pembelajaran Alat Optik terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif. Tarbawi: *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 15(2).
- OECD. 2019. Programme for International Student Assesment.
- Pasaribu, P. A. P., & Simatupang, H. 2020. Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap Hasil dan Aktivitas Belajar Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan di Kelas X MIA SMAN 6 Binjai TP 2018 2019. *Jurnal Pembelajaran matematika Sigma (JPMS)* Vol.6 (1); 10 -17.
- Prayoga, T., Agustika, G. N. S., & Suniasih, N. W. 2022. E-LKPD Interaktif Materi Pengenalan Bangun Datar Berbasis Etnomatematika Peserta Didik Kelas I SD. *Mimbar Ilmu*, 27(1), 99-108. <https://doi.org/10.23887/mi.v27i1.44777>.
- Purwito, et al. 2016. Cinta Bahasa Indonesia, Cinta Tanah Air. Badan Penerbit ISI Yogyakarta.
- Ridianto, Eko. 2019. *Kepemimpinan dalam Dunia Pendidikan di Indonesia di Era Revolusi Industri 4.0*. This Publication at: <https://www.researchgate.net/publication/332423142>
- Rizal, R. 2017. *Mengajar Cara Berpikir, Meraih Keterampilan Abad 21*. In Seminar Nasional Pendidikan PGSD UMS & HDPGSDI Wilayah Jawa (Vol.1, No.1, pp. 1-10).
- Saefudin. 2014. *Pembelajaran Efektif*. Bandung: Pt. Remaja Rosdakarya.
- Saputri, W. D., Rachayuni, & Widiyatmoko, A. 2023. *Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Quizizz pada Materi Gerak dan Gaya di Kelas VII C SMP Negeri 21 Semarang*. Seminar Nasional IPA XIII, 749-757
- Trianto. 2014. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif dan Kontekstual*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Utami, Wahyu & Isnawati. 2018. Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Bioentrepreneurship* Budidaya Jamur Kayu Untuk Melatihkan Kecakapan Hidup Materi Jamur Peserta Didik Kelas X. *BioEdu*, 7 (2), 223-229.
- Wahyuni D & Zulyusri. 2023. Meta Analisis Validitas Penggunaan LKPD sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(3).
- Wahyuni, S. 2015. Pengembangan Petunjuk Praktikum IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 6(1), 196.
- Wulandari, D. A., & Kartika, R. 2020. "Pengembangan E-LKPD Berbasis Project-Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa." *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(3), 312-320.
- Yolanda & Lisdiana, Lisa. 2022. Profil Validitas E-LKPD Literasi Sains pada Materi Jamur Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X. *BioEdu*. Vol.11(1):240-24.