

**PENGEMBANGAN E-LKPD KEANEKARAGAMAN HAYATI BERBASIS
PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN ABAD 21
SISWA DALAM MENDUKUNG PENCAPAIAN SDGs**

Anliana¹, Diky Setya Diningrat², Aswarina Nasution³

Universitas Negeri Medan^{1,2,3}

anliana1982@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan E-LKPD berbasis proyek terintegrasi *Sustainable Development Goals* (SDGs) pada materi keanekaragaman hayati untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 (4C) siswa. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model 4D melalui tahapan validasi ahli, wawancara, dan angket, serta analisis data menggunakan uji validitas, N-Gain, dan uji t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKPD memiliki tingkat kelayakan sangat tinggi ($\geq 92\%$) dan efektif meningkatkan keterampilan 4C, dengan kategori cukup efektif hingga efektif pada seluruh aspek. Uji t menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara hasil pretest dan posttest (Sig. $< 0,001$). Selain itu, E-LKPD dinyatakan sangat menarik oleh peserta didik (91,60%) dan sangat praktis oleh guru (95,70%). Simpulan, E-LKPD berbasis PjBL terintegrasi SDGs layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran keanekaragaman hayati untuk meningkatkan keterampilan abad 21.

Kata Kunci: E-LKPD, Keanekaragaman Hayati, Keterampilan 4C, PjBL, SDGs

ABSTRACT

This study aimed to develop project-based digital worksheets (E-LKPD) integrated with the Sustainable Development Goals (SDGs) on the topic of biodiversity to enhance students' 21st-century skills (4Cs). The method used was Research and Development (R&D) with the 4D model through stages of expert validation, interviews, and questionnaires, as well as data analysis using validity tests, N-Gain, and t-tests. The results showed that the E-LKPD had a very high feasibility level ($\geq 92\%$) and was effective in improving 4C skills, ranging from moderately effective to effective across all aspects. The t-test revealed a significant difference between pretest and posttest results (Sig. < 0.001). Additionally, the E-LKPD was rated as very engaging by students (91.60%) and very practical by teachers (95.70%). Thus, PjBL-based E-LKPD integrated with the SDGs is feasible and effective for use in biodiversity education to enhance 21st-century skills.

Keywords: Biodiversity, E-LKPD, Project-Based Learning (PjBL), SDGs, 4C Skills

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati merupakan konsep fundamental dalam biologi yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem di tengah berbagai tekanan lingkungan global. Pembelajaran konsep ini perlu membekali siswa dengan keterampilan abad ke-21 (4C), yaitu berpikir kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), kolaborasi (*collaboration*), dan komunikasi (*communication*), agar mampu memahami berbagai permasalahan ekologis secara komprehensif. Selain itu, pembelajaran keanekaragaman hayati memiliki keterkaitan erat dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 4 (Pendidikan Berkualitas), SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim), dan SDG 15 (Menjaga Ekosistem Daratan). Integrasi SDGs dalam pembelajaran menjadikan proses belajar lebih kontekstual, bermakna, dan relevan dengan tantangan global saat ini. Namun, pemanfaatan potensi lingkungan sebagai sumber belajar masih belum optimal. Di SMAS Shafiyatul Amaliyyah Medan, meskipun tersedia lingkungan sekolah yang kaya akan keanekaragaman hayati, pembelajaran belum sepenuhnya memanfaatkan potensi tersebut secara maksimal.

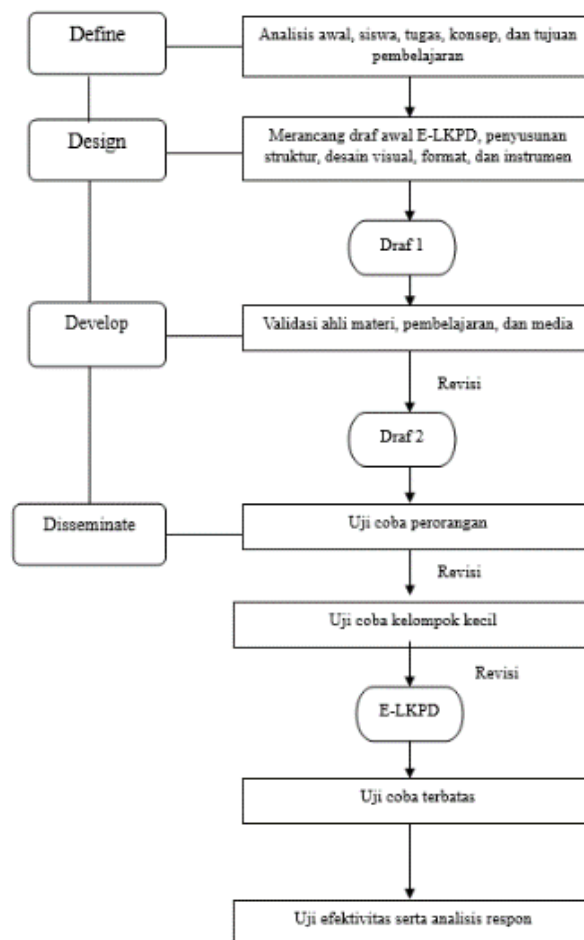
Permasalahan utama terletak pada proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru (*teacher-centered*) dan penggunaan bahan ajar yang bersifat konvensional. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang digunakan belum mampu mengembangkan keterampilan abad ke-21 secara optimal, sementara pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran masih terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan siswa kurang terlibat aktif dalam proses pembelajaran dan mengalami kesulitan dalam memahami konsep secara kontekstual. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis proyek efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas peserta didik. Selain itu, penerapan *Project Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan teknologi digital di berbagai negara terbukti mampu meningkatkan kualitas pembelajaran. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya belum mengintegrasikan keterampilan 4C, konteks lingkungan nyata, dan SDGs secara bersamaan dalam pembelajaran keanekaragaman hayati.

Terdapat kesenjangan antara kebutuhan pembelajaran abad ke-21 dengan praktik pembelajaran yang berlangsung di kelas. Meskipun E-LKPD dan model PjBL telah banyak dikembangkan, integrasinya dengan materi keanekaragaman hayati, pemanfaatan lingkungan nyata sebagai sumber belajar, serta implementasi SDGs masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan ketiga aspek tersebut secara komprehensif. Pengembangan E-LKPD berbasis proyek dengan memanfaatkan platform digital seperti Google Sites menjadi salah satu solusi yang relevan. Pendekatan ini memungkinkan proses pembelajaran berlangsung secara lebih interaktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik melalui kegiatan observasi, analisis, serta pemecahan masalah berbasis lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-LKPD keanekaragaman hayati berbasis proyek yang layak dan efektif dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengintegrasian keterampilan 4C, model *Project Based Learning* (PjBL), konteks lingkungan nyata, dan SDGs ke dalam satu bahan ajar digital berbasis Google Sites pada materi keanekaragaman hayati. Indikator keterampilan yang dikaji meliputi kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Hasil penelitian diharapkan dapat mendukung inovasi pembelajaran biologi yang sejalan dengan implementasi Kurikulum Merdeka serta berkontribusi dalam meningkatkan kualitas pendidikan yang berorientasi pada tantangan global dan pembangunan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) untuk menghasilkan dan menguji efektivitas E-LKPD keanekaragaman hayati berbasis proyek. Penelitian dilaksanakan di SMAS YPSA pada bulan Desember – Maret 2026 dengan tahapan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap Pengembangan E-LKPD Berbasis Proyek

Subjek dalam penelitian pengembangan ini adalah siswa kelas X SMA YPSA Medan yang menjadi partisipan utama dalam pengembangan dan uji coba E-LKPD berbasis proyek. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan 2 orang ahli materi, 2 orang ahli pembelajaran, dan 2 orang ahli media sebagai validator, 3 orang guru biologi, serta siswa sebagai informan pendukung untuk memperoleh masukan yang komprehensif. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X SMA YPSA Medan. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan satu kelas terpilih, yaitu kelas X-A yang berjumlah 26 siswa sebagai kelas uji coba yang mengimplementasikan E-LKPD yang dikembangkan. Objek penelitian adalah E-LKPD berbasis proyek yang dikembangkan untuk mendukung pembelajaran biologi pada materi keanekaragaman hayati. Penelitian ini menggunakan metode praeksperimental (*pre-experimental*) dengan desain *one-group pretest-posttest design*.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar wawancara, angket, dan tes. Lembar wawancara digunakan untuk menggali kebutuhan E-LKPD pada materi keanekaragaman hayati melalui wawancara dengan guru biologi. Instrumen ini disusun berdasarkan indikator kebutuhan bahan ajar yang dikorelasikan dengan penerapan *Project Based Learning* (PjBL) untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa. Angket analisis kebutuhan digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan dalam pembelajaran keanekaragaman hayati. Selain itu, digunakan angket validasi untuk menilai kelayakan produk, serta angket respon guru dan siswa untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan kemenarikan E-LKPD yang dikembangkan.

Instrumen tes berupa *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengukur keterampilan 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, dan communication*) pada materi keanekaragaman hayati. Bentuk tes yang digunakan adalah soal pilihan ganda sebanyak 28 butir yang telah melalui proses validasi.

E-LKPD yang dikembangkan melalui tahap uji coba skala terbatas yang terdiri atas uji coba individual dan uji coba kelompok kecil. Uji coba individual melibatkan 3 orang siswa, sedangkan uji coba kelompok kecil melibatkan 9 orang siswa. Tahapan ini merupakan uji coba terhadap pengguna akhir, yaitu siswa sebagai subjek utama penelitian (Sugiyono, 2013). Pelaksanaan uji coba bertujuan untuk memperoleh data empiris mengenai respon siswa terhadap efektivitas dan keterterimaan produk yang dikembangkan. Setelah memperoleh masukan dari kelompok kecil, tahap berikutnya adalah uji coba kelompok besar yang melibatkan 21 siswa. Pada tahap ini, E-LKPD yang dikembangkan diuji dalam skala yang lebih luas untuk memperoleh tanggapan siswa yang lebih beragam.

Kelayakan produk dianalisis berdasarkan hasil penilaian ahli materi, ahli pembelajaran, dan ahli media. Kemenarikan dan kepraktisan produk dianalisis berdasarkan hasil respon siswa dan guru. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert dengan rentang skor 1–4. Efektivitas E-LKPD dianalisis menggunakan nilai

N-gain yang ditunjukkan pada persamaan (1), untuk mengetahui peningkatan keterampilan siswa setelah menggunakan E-LKPD yang dikembangkan.

$$N\text{-gain} = \frac{\text{posttest score} - \text{pretest score}}{\text{maximal score} - \text{pretest score}} \quad (1)$$

Perolehan nilai N-Gain tersebut selanjutnya diinterpretasi menurut kriteria yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi Nilai N-Gain

Besarnya g (%)	Interpretasi
< 40%	Tidak Efektif
40% < g ≤ 55%	Kurang Efektif
< 56% g ≤ 75%	Cukup Efektif
>76%	Efektif

Sumber: Arikunto, 2013

Hasil analisis kemudian digunakan untuk menjawab tujuan penelitian terkait kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas E-LKPD berbasis proyek dalam pembelajaran.

HASIL PENELITIAN

Tahap *Define*

Analisis Awal–Akhir (*Front-End Analysis*)

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan dua guru biologi di SMAS YPSA, diketahui bahwa sekolah telah menerapkan Kurikulum Merdeka dalam proses pembelajaran. Namun, pada materi keanekaragaman hayati yang bersifat konseptual dan kontekstual, strategi pembelajaran yang digunakan belum sepenuhnya mendukung pemahaman siswa secara mendalam. Siswa masih mengalami kesulitan dalam membedakan tingkat keanekaragaman hayati serta mengaitkannya dengan kondisi nyata di lingkungan sekitar karena pembelajaran cenderung berorientasi pada hafalan. Selain itu, perangkat ajar yang digunakan masih didominasi oleh buku teks dan LKPD cetak konvensional yang belum mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan abad ke-21. Meskipun teknologi digital telah dimanfaatkan dalam pembelajaran, penggunaannya masih bersifat parsial dan belum terintegrasi ke dalam sistem pembelajaran yang aktif dan bermakna.

Di sisi lain, guru telah memiliki pemahaman awal mengenai *Project Based Learning* (PjBL), keterampilan 4C, dan *Sustainable Development Goals* (SDGs). Namun, implementasi ketiga aspek tersebut dalam pembelajaran belum dilakukan secara sistematis sehingga pengembangan keterampilan abad ke-21 siswa serta integrasi isu-isu SDGs dalam pembelajaran belum berlangsung secara optimal. Pada tahap ini juga dilakukan analisis karakteristik peserta didik untuk mengetahui kesiapan, kebutuhan, dan preferensi belajar sebagai dasar pengembangan E-LKPD

berbasis proyek. Analisis dilakukan melalui penyebaran angket kepada 30 siswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh siswa telah memiliki perangkat digital dan akses internet yang memadai. Sebagian besar siswa juga memiliki kemampuan literasi digital yang baik dalam memanfaatkan internet dan aplikasi pembelajaran. Namun demikian, sebagian siswa masih belum terbiasa bekerja secara kolaboratif dalam penyelesaian tugas berbasis proyek.

Dari aspek kebutuhan belajar, siswa memerlukan bahan ajar digital yang fleksibel, menarik, dan kontekstual serta mampu melatih keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Sementara itu, dari aspek preferensi belajar, mayoritas siswa lebih menyukai pembelajaran berbasis digital yang didukung media visual interaktif serta aktivitas proyek yang kolaboratif dan kontekstual karena dinilai mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan dalam pembelajaran.


Analisis tugas dalam E-LKPD dirancang ke dalam tiga aktivitas yang saling berkesinambungan berdasarkan sintaks PjBL dan terintegrasi dengan SDG 4, SDG 13, dan SDG 15. Aktivitas 1 berfokus pada kegiatan observasi keanekaragaman hayati di lingkungan sekolah untuk membantu siswa memahami konsep secara kontekstual. Aktivitas 2 mengarahkan siswa melakukan inventarisasi hasil pengamatan guna melatih keterampilan berpikir kritis dan kreativitas. Selanjutnya, Aktivitas 3 menekankan pada analisis ancaman terhadap keanekaragaman hayati serta perancangan solusi pelestarian melalui pembuatan poster atau video.







Tahap *Design*

Pada tahap desain, E-LKPD dikembangkan menggunakan platform Google Sites yang kemudian dikonversi menjadi aplikasi berbasis *mobile* melalui Kodular. Penggunaan kedua platform tersebut bertujuan untuk meningkatkan aksesibilitas serta memfasilitasi penggunaan bahan ajar secara lebih fleksibel dalam lingkungan pembelajaran digital.

E-LKPD dirancang dengan tampilan yang interaktif dan dilengkapi berbagai menu navigasi yang memudahkan siswa dalam mengakses materi, petunjuk penggunaan, aktivitas pembelajaran, serta tugas proyek yang tersedia. Menu navigasi yang terdapat pada E-LKPD disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen Menu Navigasi E-LKPD

No	Tampilan	Deskripsi Singkat
1		<p>Tampilan awal E-LKPD yang memuat bertuliskan “Selamat Datang di E-LKPD Keanekaragaman Hayati Berbasis Proyek”. Bagian ini menyajikan judul E-LKPD, petunjuk penggunaan bagi guru dan siswa, serta informasi terkait integrasi keterampilan abad 21 (4C).</p>

No	Tampilan	Deskripsi Singkat
2	 <p>Capaian Pembelajaran & Tujuan pembelajaran</p> <p>Capaian Pembelajaran</p> <p>Fungsi air di darat, memiliki dampak positif terhadap kemampuan untuk mengatur suhu tubuh, melindungi dari paparan sinar UV, dan membantu proses fotosintesis. Kemampuan tersebut antara lain:</p>	Menyajikan capaian pembelajaran serta tujuan pembelajaran yang harus dicapai siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran.
3	 <p>FAKTA & KONSEP KUNCI</p> <p>Integrasi 4C: Critical thinking</p>	Berisi fakta dan konsep kunci tentang keanekaragaman hayati, alasan mempelajarinya, relevansi dengan pembelajaran proyek, keterampilan abad 21, serta SDGs. Dalam pengantar terdapat 3 topik utama yaitu mengenal tingkat keanekaragaman hayati, potensi dan ancaman, dan upaya pelestarian keanekaragaman hayati, serta disematkan video yang menjelaskan tentang materi tersebut. Di bagian akhir dicantumkan pesan berupa konteks keberlanjutan di lingkungan sekolah.
4	 <p>Sudah memahami fakta dan konsep keanekaragaman hayati, selanjutnya kamu akan melakukan kegiatan pembelajaran berbasis proyek. Melalui aktivitas ini, kamu akan mengamati, menganalisis, dan menyajikan hasil pengamatan secara bertahap melalui:</p> <p>Aktivitas 1, Aktivitas 2, dan Aktivitas 3.</p> <p>Aktivitas 1. Observasi dan Inventarisasi Keanekaragaman Hayati.</p> <p>Aktivitas 2. Analisis Potensi dan Ancaman Keanekaragaman Hayati.</p> <p>Aktivitas 3. Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati.</p>	Pada halaman ini disajikan tiga aktivitas pembelajaran yang masing-masing dilengkapi dengan tautan untuk mengakses halaman setiap aktivitas. Setiap aktivitas dirancang berdasarkan sintaks PjBL.
5	 <p>Unggah Karya</p> <p>Link Pengumpulan Produk: https://bit.ly/albun tugas</p> <p>Rubrik Penilaian</p> <p>Berikut ini Link Rubrik Penilaian https://bit.ly/2G9G0E1</p>	sebagai wadah bagi siswa untuk mengumpulkan hasil proyek yang telah dikerjakan. Melalui menu ini, siswa dapat mengunggah produk melalui tautan yang sudah disediakan.
6	 <p>Referensi</p> <p>Cullin, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Nelson, K. E., Hartman, C., & Butler, J. (2011). Pengembangan Sistematis dan Pengembangan Sistematis (2011).</p> <p>Fahriyah, N., Khalidunisa, & Ita. (2022). Validasi Pengembangan E-LKPD untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik di SMA/MA. <i>Iconic: Jurnal Ilmiah</i>, 1(2), 1-8.</p> <p>Fera, Bertha Sari, Rinda Anelli, M. (2020). Karakteristik dan Asas-asas Pembelajaran Abad 21. <i>Jurnal Bermanita</i>, 3(2), 53-62.</p> <p>Hafidzah, Laili, & H. Marwati. (2022). Project Based Learning untuk Pembelajaran Abad 21. <i>Sarung: Berita Adikarya</i>.</p> <p>Irfy, L. A., Zahri, M., & Rizki, A. (2022). Studi penggunaan LKPD Elektronik konsep keanekaragaman hayati terhadap hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis. <i>Prosiding</i>.</p>	memuat sumber-sumber belajar yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan materi E-LKPD. Sumber tersebut meliputi buku, artikel, dan sumber digital yang relevan dengan materi keanekaragaman hayati, sehingga dapat mendukung pemahaman siswa serta memperkuat keakuratan informasi yang disajikan.
7	 <p>Profil Penulis</p> <p>Profil penulis</p>	Menyajikan informasi singkat mengenai pengembang E-LKPD.

E-LKPD dapat diakses melalui tautan berikut: <https://bit.ly/45HZazu>. Selain itu, akses juga dapat dilakukan melalui pemindaian barcode.

Selain perancangan konten, tahap desain juga meliputi penyusunan instrumen penelitian untuk menilai kelayakan produk, seperti lembar validasi ahli, angket respon siswa, dan tes hasil belajar. Perencanaan ini diharapkan menghasilkan E-LKPD yang berkualitas, menarik, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan abad 21 siswa tentang keanekaragaman hayati.

Tahap Develop

Tahap ketiga adalah pengembangan, yaitu menghasilkan E-LKPD berbasis proyek pada materi keanekaragaman hayati yang telah direvisi. Proses ini melibatkan penilaian dari ahli materi, ahli pembelajaran dan media, ahli bahasa, serta respon guru biologi dan siswa kelas X SMAS YPSA Medan.

Penilaian Ahli Materi

Konten materi keanekaragaman hayati pada E-LKPD dinilai oleh 2 dosen ahli yang memiliki kepakaran di bidangnya dengan hasil seperti yang tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penilaian Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Persentase	Kriteria
1	Kelayakan isi	90,63%	Sangat Baik
2	Cara penyajian	93,75%	Sangat Baik
3	Penggunaan Bahasa	93,75%	Sangat Baik
	Rata-rata	92,71%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil validasi oleh dua dosen ahli materi, E-LKPD keanekaragaman hayati memperoleh rata-rata persentase kelayakan sebesar 92,71% dengan kriteria sangat baik. Aspek kelayakan isi memperoleh persentase 90,63%, yang menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan kompetensi pembelajaran dan tujuan yang ingin dicapai. Aspek cara penyajian memperoleh persentase 93,75%, menunjukkan bahwa materi tersusun secara sistematis dan mudah dipahami oleh peserta didik. Sementara itu, aspek penggunaan bahasa juga memperoleh persentase 93,75%, yang mengindikasikan bahwa bahasa yang digunakan sudah komunikatif, jelas, dan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik. Hasil penilaian tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan sangat layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran keanekaragaman hayati.

Penilaian Ahli Pembelajaran

E-LKPD yang dikembangkan sebagai bahan ajar divalidasi oleh dua orang validator ahli yang memiliki kepakaran di bidang pengembangan bahan ajar dan pembelajaran biologi. Rata-rata penilaian dari validator dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Penilaian Ahli Pembelajaran

No.	Aspek Penilaian	Rata-rata	Kriteria
1	Isi	96,88%	Sangat Baik
2	Penyajian	91,67%	Sangat Baik
3	Bahasa	100,00%	Sangat Baik
4	Komponen PjBL	97,92%	Sangat Baik
	Rata-rata	96,62%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil validasi oleh dua ahli pembelajaran, E-LKPD yang dikembangkan memperoleh rata-rata persentase sebesar 96,62% dengan kriteria sangat baik. Aspek isi memperoleh persentase 96,88%, yang menunjukkan bahwa materi dan kegiatan pembelajaran telah sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Aspek penyajian memperoleh persentase 91,67%, mengindikasikan bahwa penyusunan materi, tampilan, dan sistematika penyajian sudah baik dan mudah dipahami. Aspek bahasa memperoleh persentase tertinggi, yaitu 100,00%, yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam E-LKPD telah sesuai dengan kaidah bahasa yang baik dan mudah dipahami peserta didik. Sementara itu, aspek komponen *Project Based Learning* (PjBL) memperoleh persentase 97,92%, yang menandakan bahwa tahapan dan karakteristik model PjBL telah terintegrasi dengan sangat baik dalam E-LKPD. Secara keseluruhan, hasil validasi menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran biologi.

Penilaian Ahli Media

E-LKPD yang dikembangkan sebagai bahan ajar divalidasi oleh dua orang validator yang memiliki kepakaran di bidang media. Rata-rata hasil penilaian dari validator dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penilaian Ahli Media

No.	Aspek Penilaian	Rata-rata	Kriteria
1	Desain visual	90%	Sangat Baik
2	Navigasi	97,50%	Sangat Baik
3	Fungsionalitas dan interaktivitas	95%	Sangat Baik
4	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran	100%	Sangat Baik
	Rata-rata	95,63%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil validasi oleh dua ahli media, E-LKPD yang dikembangkan memperoleh rata-rata persentase sebesar 95,63% dengan kriteria sangat baik. Aspek desain visual memperoleh persentase 90%, yang menunjukkan bahwa tampilan E-LKPD telah menarik, proporsional, dan mendukung proses pembelajaran. Aspek navigasi memperoleh persentase 97,50%, menandakan bahwa fitur dan menu dalam E-LKPD mudah digunakan serta memudahkan pengguna dalam mengakses setiap bagian materi. Aspek fungsionalitas dan interaktivitas

memperoleh persentase 95%, yang menunjukkan bahwa berbagai fitur yang tersedia dapat berfungsi dengan baik dan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Sementara itu, aspek kesesuaian dengan tujuan pembelajaran memperoleh persentase 100%, yang menunjukkan bahwa media yang dikembangkan telah sepenuhnya mendukung pencapaian tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Secara keseluruhan, hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan memiliki kualitas yang sangat baik dan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Respon Guru dan Siswa

Pengembangan E-LKPD ini menggunakan uji respon guru untuk menilai kepraktisannya. Uji ini melibatkan tiga orang guru Biologi dari SMAS YPSA Medan. Hasil uji respon guru disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Respon Guru

No.	Aspek Penilaian	Rata-rata	Kriteria
1	Kesesuaian dengan kurikulum	100%	Sangat Baik
2	Kualitas materi	97,22%	Sangat Baik
3	Kesesuaian model PjBL	91,67%	Sangat Baik
4	Keterampilan abad 21	89,58%	Sangat Baik
5	Integrasi SDGs	100%	Sangat Baik
	Rata-rata	95,70%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil uji respon guru yang melibatkan tiga guru Biologi SMAS YPSA Medan, E-LKPD yang dikembangkan memperoleh rata-rata persentase 95,70% dengan kriteria sangat baik. Aspek kesesuaian dengan kurikulum dan integrasi SDGs memperoleh nilai tertinggi sebesar 100%, sedangkan aspek kualitas materi, kesesuaian model PjBL, dan keterampilan abad ke-21 masing-masing memperoleh persentase 97,22%, 91,67%, dan 89,58%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan sangat praktis dan layak digunakan dalam pembelajaran biologi.

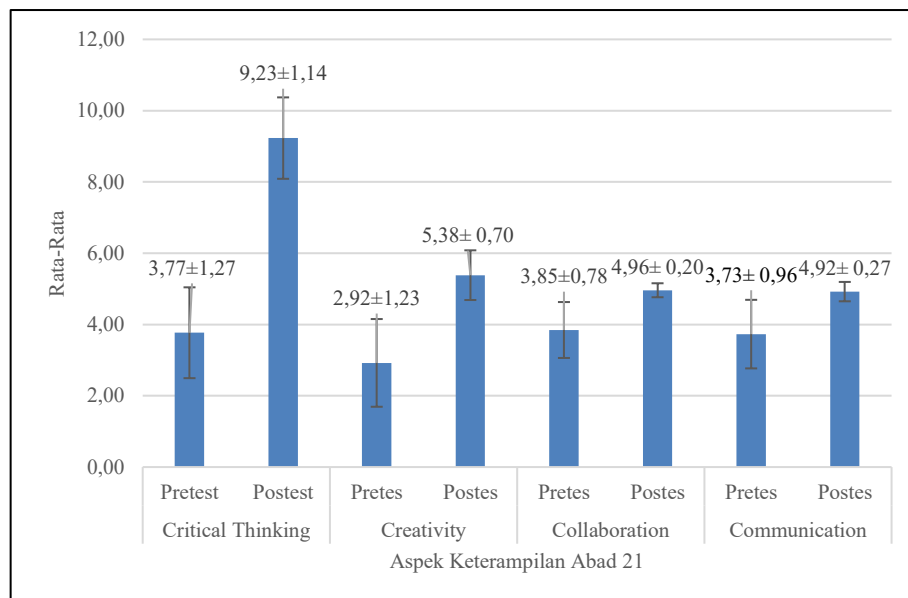
Tahap *Disseminate*

Pengujian efektivitas dilakukan selama proses pembelajaran di kelas dengan melibatkan kelas X-A sebagai subjek uji coba. Tahap awal diawali dengan pemberian pretest kepada siswa untuk mengetahui kemampuan awal sebelum menggunakan E-LKPD. Selanjutnya, E-LKPD diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Setelah proses pembelajaran berlangsung, siswa diberikan posttest untuk mengukur kemampuan setelah penggunaan E-LKPD. Hasil pretest dan posttest kemudian dibandingkan untuk menganalisis efektivitas E-LKPD serta pengaruhnya terhadap keterampilan abad 21 siswa. Sebelum uji hipotesis dilakukan, data pretest dan posttest dianalisis secara deskriptif untuk memberikan gambaran awal hasil penelitian, sebagaimana disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 7. Uji Statistik Deskriptif

Aspek	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Nilai critical thinking pretest	26	1	6	3.77	1.275
Nilai Critical thinking posttest	26	7	12	9.23	1.142
Nilai creativity pretes	26	1	5	2.92	1.230
Nilai creativity postes	26	4	6	5.38	0.697
Nilai collaboration pretes	26	2	5	3.85	0.784
Nilai collaboration postes	26	4	5	4.96	0.196
Nilai communication pretes	26	2	5	3.73	0.962
Nilai communication postes	26	4	5	4.92	0.272

Untuk melihat pola distribusi nilai pretest dan posttest secara visual pada Gambar 1.

**Gambar 1. Perbandingan Pretes dan Postes**

Berdasarkan grafik, terjadi peningkatan nilai rata-rata pada seluruh aspek keterampilan abad 21 setelah penggunaan E-LKPD. Nilai critical thinking meningkat dari 3,77 menjadi 9,23, creativity dari 2,92 menjadi 5,38, collaboration dari 3,85 menjadi 4,96, dan communication dari 3,73 menjadi 4,92. Selain itu, nilai minimum juga meningkat dan standar deviasi pada posttest cenderung lebih kecil, yang menunjukkan bahwa kemampuan siswa menjadi lebih merata. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis proyek mampu meningkatkan keterampilan abad 21 siswa

Uji N-Gain dilakukan untuk mengetahui efektifitas E-LKPD terhadap keterampilan abad 21 siswa yang meliputi critical thinking, creativity, collaboration, dan communication. Hasil uji N-Gain dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Efektivitas N-Gain

No.	Aspek	Rata-Rata		N-Gain (%)	Interpretasi
		Pretes	Posttest		
1	<i>Critical Thinking</i>	31,41	76,92	66,36	Cukup Efektif
2	<i>Creativity</i>	48,72	89,74	80,00	Efektif
3	<i>Collaboration</i>	76,92	99,23	86,67	Efektif
4	<i>Communication</i>	74,62	98,46	83,94	Efektif
Rata-Rata				79,24	Efektif

Berdasarkan hasil uji efektivitas menggunakan N-Gain, diperoleh rata-rata nilai sebesar 79,24% dengan interpretasi efektif. Aspek *critical thinking* memperoleh N-Gain sebesar 66,36% dengan kategori cukup efektif, sedangkan aspek *creativity*, *collaboration*, dan *communication* masing-masing memperoleh N-Gain sebesar 80,00%, 86,67%, dan 83,94% dengan kategori efektif. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD mampu meningkatkan keterampilan abad ke-21 peserta didik secara efektif.

PEMBAHASAN

Kelayakan E-LKPD Berdasarkan Penilaian Ahli

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa E-LKPD memperoleh persentase sebesar 92,71% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah memenuhi aspek kesesuaian isi, ketepatan konsep, dan relevansi dengan capaian pembelajaran pada materi keanekaragaman hayati. Aspek kelayakan isi memperoleh nilai 90,63%, yang mengindikasikan bahwa materi telah sesuai dengan kurikulum dan memiliki tingkat keakuratan ilmiah yang baik. Meskipun demikian, masih diperlukan penyempurnaan pada kedalaman materi dan penyajian contoh yang lebih kontekstual. Temuan ini sejalan dengan Kementerian Pendidikan (2024) yang menyatakan bahwa bahan ajar harus sesuai dengan kurikulum, benar secara konseptual, serta memiliki kedalaman materi yang memadai.

Aspek penyajian dan bahasa masing-masing memperoleh nilai 93,75%. Hasil ini menunjukkan bahwa E-LKPD telah disusun secara sistematis, komunikatif, dan mudah dipahami oleh siswa. Temuan tersebut didukung oleh penelitian Purwaningrum dan Leksono (2023) yang menyatakan bahwa bahan ajar digital yang disusun secara sistematis dan komunikatif dapat meningkatkan keterlibatan serta pemahaman siswa. Selain itu, integrasi model *Project Based Learning* (PjBL) dalam E-LKPD dinilai mampu mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual dan relevan dengan isu lingkungan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Fitriandini dan Ismawati (2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan pemahaman konsep melalui keterlibatan aktif siswa dalam memecahkan masalah nyata.

Hasil validasi ahli pembelajaran menunjukkan rata-rata persentase sebesar 96,61% dengan kategori sangat layak. Nilai tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD telah memenuhi prinsip pembelajaran yang efektif, berpusat pada siswa, dan mendukung pembelajaran aktif. Aspek kelayakan isi memperoleh nilai 96,88%, yang menunjukkan bahwa materi telah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan terintegrasi dengan baik dalam pembelajaran berbasis proyek. Hasil ini sejalan dengan pendapat Cendana dkk. (2023).

Aspek penyajian memperoleh nilai 91,67%, yang menunjukkan masih terdapat beberapa aspek yang dapat disempurnakan, terutama pada variasi aktivitas dan kejelasan instruksi proyek. Hal ini sesuai dengan pendapat Sulisworo (2019) yang menyatakan bahwa keberhasilan penerapan PjBL dipengaruhi oleh struktur kegiatan dan panduan yang jelas. Sementara itu, aspek bahasa memperoleh nilai 100%, yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam E-LKPD telah komunikatif dan mudah dipahami siswa. Komponen PjBL memperoleh nilai 97,92%, yang menunjukkan bahwa sintaks PjBL telah terintegrasi secara sistematis dan mampu mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 siswa. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Febriyanti dan Hakim (2023).

Berdasarkan hasil validasi ahli media, E-LKPD memperoleh nilai rata-rata sebesar 95,63% dengan kategori sangat layak. Hasil ini menunjukkan bahwa aspek tampilan, navigasi, interaktivitas, dan kesesuaian media dengan tujuan pembelajaran telah memenuhi kriteria yang diharapkan. Aspek visual memperoleh nilai 90,00%, yang menunjukkan bahwa tampilan media sudah baik, meskipun masih memerlukan penyempurnaan pada konsistensi desain dan kombinasi elemen visual agar lebih menarik dan nyaman digunakan. Aspek navigasi dan struktur memperoleh nilai 97,50%, yang menunjukkan bahwa alur penggunaan media mudah dipahami dan dioperasikan oleh pengguna. Aspek fungsionalitas dan interaktivitas memperoleh nilai 95,00%, yang menunjukkan bahwa fitur-fitur yang tersedia mampu mendukung keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Sementara itu, aspek kesesuaian media dengan tujuan pembelajaran memperoleh nilai 100%, yang menunjukkan bahwa media yang dikembangkan efektif dalam mendukung pencapaian kompetensi pembelajaran.

Respon Guru dan Siswa terhadap E-LKPD

Hasil respon guru menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis proyek memperoleh persentase sebesar 95,70% dengan kategori sangat praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa E-LKPD mudah digunakan dan efektif diterapkan dalam pembelajaran. Struktur E-LKPD yang disusun berdasarkan sintaks PjBL membantu guru dalam mengelola pembelajaran dan menjalankan perannya sebagai fasilitator. Temuan ini sejalan dengan penelitian Salsabila dan Purnomo (2026) serta Ayuni dkk. (2025). Meskipun demikian, guru masih menghadapi beberapa kendala, seperti keterbatasan waktu pembelajaran, kebutuhan pendampingan siswa selama pelaksanaan proyek, serta kesiapan teknologi yang berbeda-beda. Namun secara

umum, E-LKPD dinilai mampu mendukung implementasi pembelajaran abad ke-21 dan pembelajaran yang berorientasi pada SDG 4, SDG 13, dan SDG 15.

Hasil respon siswa menunjukkan bahwa E-LKPD memperoleh persentase sebesar 91,60% dengan kategori sangat menarik. Tingginya tingkat kemenarikan tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, fleksibel, dan interaktif. Siswa menyatakan bahwa pembelajaran menjadi lebih menyenangkan karena dapat dilakukan melalui perangkat digital, materi dapat diakses secara fleksibel, serta aktivitas pembelajaran mendorong kolaborasi dan pemanfaatan teknologi. Selain itu, penyajian materi yang ringkas dan mudah dipahami membantu siswa memahami konsep keanekaragaman hayati dan keterkaitannya dengan SDGs.

Tingginya respon siswa menunjukkan bahwa penggunaan media digital berbasis proyek dapat meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan siswa, serta mendukung pembelajaran mandiri dan kolaboratif. Hasil ini sejalan dengan penelitian Fitriyana dan Kuntjoro (2025), Rocha dkk. (2025), dan Suryaningsih (2021). Namun demikian, nilai respon siswa yang sedikit lebih rendah dibandingkan respon guru menunjukkan bahwa sebagian siswa masih memerlukan adaptasi terhadap aktivitas proyek yang menuntut kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar yang lebih tinggi.

Efektivitas E-LKPD dalam Meningkatkan Keterampilan Abad ke-21

Hasil analisis efektivitas menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD berbasis proyek mampu meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa. Berdasarkan perhitungan N-Gain, aspek *critical thinking* memperoleh nilai sebesar 66,36% dengan kategori cukup efektif. Sementara itu, aspek *creativity*, *collaboration*, dan *communication* masing-masing memperoleh nilai sebesar 80,00%, 86,67%, dan 83,94% dengan kategori efektif. Secara keseluruhan, rata-rata nilai N-Gain sebesar 79,24% termasuk dalam kategori efektif.

Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek *collaboration* dan *communication*. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan PjBL mampu mendorong siswa untuk bekerja sama, berdiskusi, serta berkomunikasi secara aktif selama proses pembelajaran. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Rocha dkk. (2025) dan Sadikin dkk. (2024). Aspek *creativity* juga mengalami peningkatan yang tinggi karena siswa terlibat langsung dalam kegiatan perancangan produk dan pemecahan masalah yang berkaitan dengan isu keanekaragaman hayati. Hasil ini didukung oleh penelitian Dewi dan Arifin (2024).

Sementara itu, aspek *critical thinking* memperoleh peningkatan yang lebih rendah dibandingkan aspek lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengembangan kemampuan berpikir kritis memerlukan aktivitas analisis yang lebih mendalam dan berkelanjutan. Temuan ini sesuai dengan penelitian Badruttamam dkk. (2025) yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis memerlukan

latihan yang lebih intensif melalui kegiatan analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah yang kompleks.

Selain berdasarkan nilai N-Gain, hasil uji t menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,001, yang mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest. Dengan demikian, E-LKPD berbasis proyek yang dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa. Efektivitas tersebut didukung oleh integrasi PjBL, penggunaan media digital yang interaktif, serta keterkaitannya dengan isu lingkungan dan SDGs yang menjadikan pembelajaran lebih kontekstual dan bermakna bagi siswa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, E-LKPD keanekaragaman hayati berbasis proyek yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran biologi. E-LKPD yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan materi, pembelajaran, dan media, serta memperoleh respon positif dari guru dan siswa. Selain itu, E-LKPD berbasis proyek terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa yang meliputi berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Integrasi model *Project Based Learning* (PjBL), keterampilan 4C, dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam E-LKPD mampu mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2013). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Ayuni, I. T., Gina, E. B., & Roviati, E. (2025). Perception teachers and students about the use of E-LKPD in implementing the project based learning model. *Biosel: Biology Science and Education*, 14(2), 122–133. <https://doi.org/10.33477/bs.v14i2.8764>
- Badruttamam, M. I., Saptono, S., & Ellianawati, E. (2025). The effectiveness of E-LKPD based on Education for Sustainable Development (ESD) to improve students' critical thinking skills. *Journal of Innovative Science Education*, 14(2), 147–157. <https://doi.org/10.15294/jise.v14i2.85072>
- Cendana, W., Darussyamsu, R., & Sumarmin, R. (2023). Analisis kelayakan bahan ajar digital berbasis proyek untuk pembelajaran biologi SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 9(3), 215–226. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.26504>
- Dewi, I. S., & Arifin, S. (2024). Peningkatan kreativitas siswa melalui model Project Based Learning pada pembelajaran biologi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 8(1), 45–54. <https://doi.org/10.26737/jpbi.v8i1.4512>
- Febriyanti, T., & Hakim, N. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis Project Based Learning (PjBL) pada materi pencemaran lingkungan untuk kelas X SMA. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*,

- 9(3), 78–85. <https://doi.org/10.22437/biodik.v9i3.28078>
- Fitriandini, M. S., & Isnawati, I. (2025). Development of electronic student worksheet (E-worksheet) based on project based learning (PjBL) to train student's critical thinking skills on biotechnology topic of 10th grade in senior high school. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 14(1), 211–218. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v14i1.62814>
- Fitriyana, N., & Kuntjoro, S. (2025). Pengembangan E-LKPD berbasis Problem-Based Learning berbantuan PhET Simulations untuk meningkatkan kemampuan literasi digital peserta didik pada materi perubahan iklim kelas X. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 15(2), 101–112. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v15i2.73563>
- Hasruddin. (2025). *Evaluasi dan asesmen pembelajaran*. Alfabeta.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2024). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 032/H/KR/2024 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Purnomo, A. R., Yulianto, B., Mahdiannur, M. A., & Subekti, H. (2023). Embedding sustainable development goals to support curriculum merdeka using projects in biotechnology. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(1), 406–433. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.1.22>
- Purwaningrum, W., & Leksono, I. P. (2022). Pengembangan lembar kerja siswa berbasis digital sebagai inovasi pembelajaran daring. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 129–137. <https://doi.org/10.29100/jupi.v7i1.2489>
- Rocha, T., Mendes, C., & Wardhani, W. D. L. (2025). Assess the impact of a Project-Based Learning approach on the development of 21st century skills. *Lingeduca: Journal of Language and Education Studies*, 4(1), 32–41. <https://doi.org/10.58300/lingeduca.v4i1.458>
- Sadikin, A., Rusdi, M., Hasibuan, M. H. E., & Siburian, J. (2024). Boosting 21st century skills: Project-based microteaching's impact on communication and collaboration in biology education. *Utamax: Journal of Ultimate Research and Trends in Education*, 6(2), 135–143. <https://doi.org/10.31849/utamax.v6i2.20243>
- Salsabilla, A. S., & Purnomo, T. (2026). Pengembangan E-LKPD berbasis Project Based Learning materi bioteknologi untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XII. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 15(1), 249–256. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v15i1.67234>
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan tindakan*. Alfabeta.
- Sulisworo, D. (2019). *Konsep pembelajaran Project Based Learning*. Alprin.

- Suryaningsih, S., & Nurlita, R. (2021). Pentingnya lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) inovatif dalam proses pembelajaran abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(7), 1256–1268. <https://doi.org/10.59141/japendi.v2i07.233>
- Zhu, T., & Yang, Y. (2023). Research on mobile learning platform interface design based on college students' visual attention characteristics. *PLOS ONE*, 18(7), e0283778. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283778>