

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* MATERI EKOSISTEM UNTUK MELATIHKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS X SMA

Development of a Problem-Based Learning-Based E-Worksheet to Train Students' Problem-Solving Skills on Ecosystem Material in Grade X Senior High School

Joko Samudra

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

E-mail: jokosamudra.20026@mhs.unesa.ac.id

Endang Susantini

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

E-mail: endangsusantini@unesa.ac.id

Abstrak

Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu kompetensi esensial yang perlu dikembangkan dalam konteks pendidikan abad ke-21. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang layak memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, dan efektivitas dalam melatih kemampuan pemecahan masalah siswa kelas X. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D, yang terdiri atas tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Uji coba produk melibatkan 37 siswa kelas X di SMA Negeri 12 Surabaya. Teknik pengumpulan data mencakup validasi oleh ahli media dan ahli materi, penyebaran angket untuk mengukur respons siswa, serta pengujian objektif melalui soal *pretest* dan *posttest*. Hasil analisis menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan memiliki tingkat validitas sangat tinggi dengan skor rata-rata 3,9, tingkat kepraktisan sebesar 95%, serta efektivitas sedang dengan nilai N-Gain sebesar 0,54. Berdasarkan temuan tersebut, E-LKPD berbasis PBL ini dinyatakan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran alternatif dalam melatih kemampuan pemecahan masalah siswa.

Kata Kunci: Keterampilan abad 21, Inovasi pembelajaran biologi, Media pembelajaran elektronik, Pembelajaran ekosistem. Pembelajaran berbasis masalah

Abstract

Problem-solving ability is recognized as a crucial competency that must be cultivated within 21st-century education. This study aims to develop a Problem Based Learning (PBL)-based Electronic Student Worksheet (E-LKPD) that meets the criteria of validity, practicality, and effectiveness in fostering problem-solving skills among tenth-grade students. The research employed the 4D development model, which includes the stages of Define, Design, Develop, and Disseminate. The product trial was conducted with 37 tenth-grade students at SMA Negeri 12 Surabaya. Data collection techniques involved validation by media and content experts, distribution of questionnaires to assess student responses, and objective testing through pretest and posttest items. The results indicated that the developed E-LKPD achieved a very high level of validity with an average score of 3.9, excellent practicality at 95%, and moderate effectiveness with an N-Gain value of 0.54. Based on these findings, the PBL-based E-LKPD is deemed suitable as an alternative instructional medium for enhancing students' problem-solving abilities.

Keywords: 21st-century skills, Biology learning innovation, Electronic learning media, Ecosystem learning, Problem based learning

PENDAHULUAN

Tuntutan abad 21 dan kurikulum pendidikan saat ini, siswa harus memiliki keterampilan pemecahan masalah yang mumpuni. Selain itu, menjawab kebutuhan Revolusi Industri 4.0, di mana pemecahan masalah nonrutin menjadi indikator utama kesiapan siswa untuk berkompetisi secara global dalam lingkungan kerja yang penuh kompleksitas dan ketidakpastian (Hendriani *et al*, 2021). Kemampuan pemecahan masalah akan membuat siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam menyelesaikan masalah sehari-hari (Chabibah *et al*, 2019). Kemampuan ini dapat diamati melalui beberapa indikator yakni mampu mengumpulkan informasi serta menganalisis data yang diperoleh, mengidentifikasi strategi yang dapat ditempuh, mampu menyusun alternatif solusi, dan memilih solusi yang paling efektif (Sumarmo, 2016). Namun, masih banyak siswa di Indonesia belum memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik,

Indikasi kurangnya kemampuan pemecahan masalah pada siswa Indonesia dapat dilihat dari tingkat pengetahuan yang masih bersifat teoritis dan kesulitan dalam mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk menyelesaikan masalah (Pratiwi *et al.*, 2018).

Dalam mata pelajaran Biologi terdapat beberapa materi yang diajarkan pada jenjang SMA salah satunya yakni materi Ekosistem. Materi ekosistem memuat komponen ekosistem, aliran energi, dan interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Dalam Capaian Pembelajaran (CP), ekosistem termasuk salah satu materi yang diberikan pada jenjang SMA fase E (Kelas X). Rahma *et al.* (2020) menjelaskan kemampuan pemecahan masalah pada siswa SMA pada materi ekosistem tergolong cukup, namun pada indikator menganalisis data atau masalah masih tergolong kurang. Penyebabnya yakni siswa masih kesulitan dalam menganalisis data yang ada. Sementara itu, Rahma *et al.* (2021) mengemukakan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi ekosistem secara umum tergolong cukup. Namun, siswa masih kurang pada indikator mengeksplorasi dan melaksanakan strategi. Pembelajaran yang terlalu fokus pada pengetahuan faktual tanpa praktik pemecahan masalah terstruktur membuat siswa kurang terlatih dalam menerapkan strategi secara efektif (Gök & Boncukçu, 2023).

Salah satu model pembelajaran yang dapat melatih kemampuan pemecahan masalah siswa adalah *Problem Based Learning* (PBL) (Ionita & Simatupang, 2020). Model pembelajaran PBL disusun berdasarkan kehidupan nyata siswa dalam menyelesaikan masalah berdasarkan solusi yang mereka peroleh (Arends, 2012). Model PBL berakar dari konstruktivisme sosial dan kognitif yang mana pengetahuan dibangun melalui interaksi sosial dan pemecahan masalah kontekstual (Hmelo-Silver, 2004). Model pembelajaran ini memiliki beberapa keunggulan yaitu mampu menanamkan keterampilan dalam menyelesaikan suatu masalah, menciptakan hubungan antarmateri yang diberikan, dan memberikan kemudahan dalam menerima materi (Noviyanti *et al.*, 2014). Model pembelajaran ini menempatkan siswa sebagai pusat konstruksi pengetahuan untuk membangun skema baru melalui pengalaman (Piaget, 1952).

E-LKPD atau Lembar Kerja Siswa Elektronik merupakan salah satu bentuk media pembelajaran digital yang fleksibel penggunaannya, baik dalam kegiatan belajar mengajar secara daring maupun tatap muka. Selain itu, media ini mampu diakses dengan mudah pada komputer dan *smartphone*. Pengembangan E-LKPD dapat melatih kemampuan pemecahan masalah siswa dan praktis digunakan pada proses pembelajaran (Nurjanah & Trimulyono, 2022).

Berdasarkan uraian di atas, perlu dikembangkan media E-LKPD berbasis PBL materi ekosistem yang layak ditinjau dari tingkat validitas, kepraktisan, dan keefektifan untuk melatih kemampuan pemecahan masalah siswa kelas X SMA. Media E-LKPD ini dilengkapi dengan fitur-fitur yang mampu membantu siswa mengidentifikasi masalah hingga menciptakan dan mengevaluasi solusi atas permasalahan yang ada.

METODE

Penelitian ini menerapkan model pengembangan 4D yang terdiri atas empat tahapan utama, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* (Thiagarajan, 1974). Tahap *define* berfungsi sebagai langkah awal dalam proses pengembangan, yang mencakup kegiatan analisis terhadap kurikulum, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas, serta perumusan tujuan pembelajaran (TP). Selanjutnya tahap *design* yakni mengembangkan materi pembelajaran yang sesuai dengan hasil analisis dari tahap definisi sebelumnya, sehingga dapat menghasilkan produk yang sesuai untuk penelitian. Pada tahap *develop* dilakukan penulisan draf, revisi, validasi, dan akhirnya menghasilkan E-LKPD berbasis PBL pada materi ekosistem yang siap diujicobakan secara terbatas. Terakhir pada tahap *disseminate* yakni dilaksanakan pembuatan E-LKPD berbasis PBL pada Materi Ekosistem yang valid, praktis, dan efektif. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember 2024 di Universitas Negeri Surabaya dan uji coba terbatas pada April 2025 kepada 37 siswa di SMA Negeri 12 Surabaya.

Penelitian ini mengukur tiga variabel utama, yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Aspek validitas dari E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) diperoleh melalui evaluasi oleh dosen ahli media dan materi dari Universitas Negeri Surabaya, menggunakan instrumen lembar validasi. Instrumen tersebut mencakup beberapa komponen penilaian, antara lain kelayakan isi, kualitas penyajian, penggunaan bahasa, serta kemampuan media dalam melatih keterampilan pemecahan masalah. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala Likert empat tingkat. E-LKPD dinyatakan memenuhi kriteria kelayakan apabila memperoleh skor minimal sebesar 2,51.

Aspek kepraktisan E-LKPD diperoleh melalui analisis terhadap angket respons siswa yang disebarakan secara daring menggunakan *Google Form*. Instrumen angket tersebut disusun berdasarkan skala Guttman, yang menyediakan dua opsi jawaban: “Ya” dengan nilai 1 dan “Tidak” dengan nilai 0. Angket respon terdiri atas 20 pertanyaan yang mencakup

penilaian terhadap kelayakan penyajian, bahasa, dan kelayakan isi. Hasil kepraktisan E-LKPD dinyatakan praktis apabila memperoleh persentase minimal sebesar 71%.

Keefektifan diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* siswa setelah menggunakan E-LKPD. Setiap soal *pretest* dan *posttest* terdiri atas 12 pertanyaan pilihan ganda dan siswa diminta untuk memilih satu jawaban yang tepat. Efektivitas E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dianalisis menggunakan rumus N-Gain, yang bertujuan untuk mengukur peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa. Media pembelajaran ini dinyatakan efektif apabila nilai N-Gain yang diperoleh berada dalam rentang 0,3 hingga 0,7 dengan kategori sedang.

HASIL DAN PEMBAHASAN


Produk penelitian pengembangan ini adalah E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* pada materi ekosistem untuk melatih kemampuan pemecahan masalah siswa kelas X SMA. Materi ekosistem yang digunakan mencakup 3 Pembelajaran yaitu komponen ekosistem, interaksi antar komponen ekosistem, dan permasalahan komponen ekosistem. Secara garis besar, E-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan terdiri atas pendahuluan, isi, dan penutup. Tampilan E-LKPD yang dikembangkan mengambil tema macam-macam bioma seperti hutan hujan, gurun, tundra, hingga ekosistem perkotaan dalam bentuk grafis yang lucu, menarik, dan penuh warna. Jenis font yang digunakan yakni *Clear Sans* dalam berbagai ukuran tetapi tetap terbaca jelas di berbagai platform. Untuk lebih jelas terkait keseluruhan tampilan E-LKPD yang dikembangkan, dapat diakses dengan cara memindai kode QR di bawah.






Gambar 1 Kode QR Flipbook E-LKPD Berbasis PBL Materi Ekosistem untuk Melatihkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas X SMA.

Bagian pendahuluan mencakup sampul, kata pengantar, daftar isi, elemen dan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan E-LKPD, karakteristik E-LKPD, serta penjelasan terkait kemampuan pemecahan masalah, sintaks model pembelajaran PBL, fitur-fitur E-LKPD, peta konsep, dan penugasan siswa. Pada bagian isi E-LKPD terdapat 3 pembelajaran yang mencakup topik komponen ekosistem, interaksi antarkomponen, dan permasalahan ekosistem. Pada penutup terdiri atas rangkuman materi dan daftar pustaka yang bertujuan untuk membantu siswa dalam mengonsolidasi konsep dan panduan tindak lanjut sumber belajar. Setiap pembelajaran tersedia contoh kasus, tahap diskusi, dan praktikum sesuai dengan sintaks PBL yakni 1) orientasi siswa pada masalah, 2) mengorganisasikan siswa untuk belajar, 3) membimbing penyelidikan secara mandiri maupun kelompok, 4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, 5) Menganalisis dan menyajikan hasil karya. Kelima sintaks tersebut dikemas dalam fitur-fitur dalam E-LKPD dan merujuk pada indikator kemampuan pemecahan masalah. Berikut hubungan sintaks PBL dengan indikator kemampuan pemecahan masalah yang dijabarkan pada **tabel 1**.

Tabel 1. Hubungan Fitur E-LKPD Berbasis *Problem Based Learning* dengan kemampuan pemecahan masalah.

| Fitur E-LKPD | Sintaks <i>Problem Based Learning</i> | Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah |
|--|---|---------------------------------------|
|  <p>Fitur ini memuat ringkasan materi yang dirancang untuk mendukung siswa dalam mengatasi berbagai permasalahan yang berkaitan dengan topik ekosistem.</p> | <p>Orientasi siswa pada masalah Guru: Mengomunikasikan tujuan pelajaran, memberi motivasi siswa, dan menjelaskan langkah-langkah yang siswa lakukan selama pembelajaran.</p> | <p>Mengumpulkan informasi</p> |

| Fitur E-LKPD | Sintaks <i>Problem Based Learning</i> | Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah |
|---|--|---|
| | Siswa: Memperhatikan penjelasan dari guru untuk mempermudah proses pembelajaran. | |
|  <p>Fitur ini berisikan artikel atau video tentang permasalahan ekosistem.</p> | <p>Mengorganisasikan siswa untuk belajar Guru: Membagi kelas menjadi beberapa kelompok untuk membantu proses penyelidikan masalah. Siswa: Berkumpul bersama kelompok yang telah ditentukan untuk memulai proses penyelidikan.</p> | Mengumpulkan informasi |
|  <p>Fitur ini berisikan pertanyaan-pertanyaan dalam merumuskan strategi dari permasalahan ekosistem berdasarkan artikel atau video</p> | <p>Membimbing penyelidikan secara mandiri maupun kelompok Guru: Memberi kebebasan kepada setiap kelompok untuk menemukan informasi yang relevan dengan masalah yang tertera dalam lembar kerja. Dengan demikian, siswa dapat menemukan solusi yang relevan dan sesuai dengan karakteristik permasalahan yang dihadapi. Siswa: Membaca petunjuk di lembar kerja dan mengerjakan tugas berdasarkan petunjuk di lembar kerja secara berkelompok.</p> | Mengidentifikasi strategi yang dapat ditempuh, Menyusun alternatif Solusi |
|  <p>Berisikan pertanyaan-pertanyaan guna meninjau kembali solusi berdasarkan strategi yang telah dilaksanakan sebelumnya</p> | <p>Mengembangkan dan menyajikan hasil karya Guru: Mengarahkan siswa untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara terstruktur sebagai bagian dari kegiatan pembelajaran. Siswa: Secara Mempresentasikan hasil diskusinya secara berkelompok, sementara kelompok yang lain memperhatikan. Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah. Guru: Memberikan kesempatan kepada kelompok lain untuk menanggapi hasil diskusi kelompok yang presentasi. Kemudian guru memberikan kesimpulan dan penguatan kepada siswa untuk mematangkan konsep dan</p> | Memilih solusi paling efektif |

| Fitur E-LKPD | Sintaks <i>Problem Based Learning</i> | Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah |
|--------------|---|---------------------------------------|
| | kompetensi yang telah dipelajari. Siswa: Kelompok yang tidak presentasi memberikan tanggapan kepada hasil diskusi kelompok yang presentasi. | |

Karakteristik E-LKPD yang dikembangkan ini didukung dengan fitur-fitur pendukung yang berisi kegiatan-kegiatan yang dirancang sesuai dengan sintaks pembelajaran PBL untuk melatih kemampuan pemecahan masalah siswa seperti *Bio-Info*, *Bio-Problem*, *Bio-Investigation*, dan *Bio-Eva*. Fitur *Bio-Info* pada E-LKPD ini memuat sintaks pembelajaran PBL orientasi siswa pada masalah. Pada fitur ini, siswa disajikan materi singkat dan link artikel yang berkaitan dengan materi ekosistem. Orientasi pada masalah nyata, membantu siswa menghubungkan konsep biologi dengan kehidupan nyata sehingga meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep (Çimer, 2021). Fitur ini mengajak siswa untuk membaca artikel di luar materi yang terdapat di buku sekolah guna memperkaya wawasan. Integrasi konten-konten tersebut memungkinkan siswa menghubungkan konsep ekosistem dengan isu-isu lingkungan yang bersifat aktual dan relevan dengan kehidupan nyata. (Yulianti & Wulandari, 2022). Fitur *Bio-Info* ini diharapkan dapat melatih kemampuan pemecahan masalah siswa dalam mengumpulkan informasi.

Fitur *Bio-Problem* memuat sintaks pembelajaran PBL mengorganisasikan siswa untuk belajar. Fitur *Bio-Problem* memuat ilustrasi berupa video permasalahan tentang ekosistem dan pertanyaan terkait solusi dari permasalahan ekosistem pada video. Pada fitur ini, siswa diminta untuk secara mandiri mencari solusi atas permasalahan yang disajikan lalu secara acak dipilih salah satu siswa untuk mengemukakan solusinya kepada siswa lainnya. Proses tersebut bertujuan untuk meningkatkan kualitas diskusi dan rasa tanggung jawab tiap siswa (Pratiwi & Rahman, 2020). Fitur *Bio-Problem* diharapkan dapat melatih kemampuan pemecahan siswa dalam mengumpulkan informasi dan mengidentifikasi strategi yang dapat ditempuh.

Fitur *Bio-Investigation* memuat sintaks pembelajaran PBL pada tahap membimbing penyelidikan dan menyajikan hasil karya. Fitur ini berisikan kasus terkait permasalahan ekosistem yang akan menjadi bahan diskusi dan praktikum siswa. Fitur *Bio-Investigation* mengajak siswa secara berkelompok untuk merumuskan masalah, menentukan variabel, hingga melakukan praktikum untuk menemukan solusi dari permasalahan ekosistem. Selain itu, fitur ini dilengkapi juga dengan pertanyaan untuk memandu siswa dalam kegiatan diskusi dan praktikum. Pertanyaan pemandu dalam kegiatan, praktikum berfungsi mengarahkan siswa untuk mengidentifikasi langkah-langkah analisis masalah sebelum diskusi, memfokuskan refleksi selama praktikum, dan meningkatkan kedalaman dan kualitas diskusi kelompok (Seery, 2022). fitur *Bio-Investigation* dirancang untuk melatih keterampilan pemecahan masalah siswa melalui aktivitas identifikasi strategi dan perumusan berbagai alternatif solusi yang relevan dengan permasalahan ekosistem yang dianalisis.

Fitur *Bio-Eva* memuat sintaks pembelajaran PBL mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta mengevaluasi proses pemecahan masalah. Fitur tersebut terdiri atas beberapa pertanyaan untuk mengevaluasi dan menarik kesimpulan dari hasil diskusi dan praktikum siswa pada *Bio-Investigation*. Selain itu, fitur *Bio-Eva* mengajak siswa menyampaikan hasil diskusinya sehingga kelompok yang lain dapat membandingkan solusi mereka dengan solusi dari kelompok penyaji. Presentasi kelompok dapat mendorong setiap tim untuk memaparkan solusinya, kemudian kelompok lain membandingkan dan memberi umpan balik kritis, sehingga pemahaman kontekstual siswa meningkat (Rahayu & Susilo, 2022). Fitur *Bio-Eva* diharapkan dapat melatih kemampuan pemecahan masalah siswa dalam memilih solusi yang paling efektif.

1. Validitas E-LKPD

Hasil validasi E-LKPD diperoleh dari rata-rata skor dua dosen ahli Universitas Negeri Surabaya. Penilaian validitas terhadap E-LKPD mencakup empat aspek utama, yakni kelayakan isi, kualitas penyajian, kelayakan penggunaan bahasa, serta kemampuan media dalam melatih keterampilan pemecahan masalah. Rincian hasil validasi secara lebih mendalam disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Validasi E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* pada materi Ekosistem.

| No. | Aspek yang diamati | V1 | V2 | Skor Rata-rata |
|---|---|----|----|---------------------|
| A. Aspek Kelayakan isi | | | | |
| 1. | Keluasan cakupan materi | 4 | 4 | 4 |
| 2. | Kedalaman materi | 4 | 4 | 4 |
| 3. | Akurasi fakta dan konsep | 4 | 4 | 4 |
| 4. | Kesesuaian fitur-fitur dengan perkembangan ilmu pengetahuan | 4 | 4 | 4 |
| 5. | Melatihkan kemampuan pemecahan masalah | 4 | 4 | 4 |
| 6. | Mendorong siswa mencari informasi lebih jauh | 4 | 4 | 4 |
| Rata-rata | | | | 4 |
| B. Aspek Penyajian | | | | |
| 7. | Tampilan E-LKPD | 4 | 4 | 4 |
| 8. | Penggunaan E-LKPD | 3 | 4 | 3,5 |
| 9. | Kesesuaian materi/konsep runtut dan sistematis | 4 | 4 | 4 |
| 10. | Penggunaan istilah | 4 | 4 | 4 |
| 11. | Ketepatan ilustrasi dan tabel | 4 | 4 | 4 |
| 12. | Penyajian gambar dan video | 4 | 4 | 4 |
| 13. | Kelengkapan komponen | 3 | 4 | 3,5 |
| Rata-rata | | | | 3,9 |
| C. Komponen Kelayakan Bahasa | | | | |
| 14. | Penggunaan istilah yang baku sesuai dengan kaidah PUEBI | 4 | 4 | 4 |
| 15. | Penggunaan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami | 4 | 4 | 4 |
| Rata-rata | | | | 4 |
| D. Aspek yang Melatihkan Kemampuan Pemecahan Masalah | | | | |
| 16. | Aplikasi <i>Problem Based Learning</i> (PBL) | 4 | 4 | 4 |
| 17. | Fitur " <i>Bio-Info</i> " | 4 | 4 | 4 |
| 18. | Fitur " <i>Bio-Problem</i> " | 4 | 4 | 4 |
| 19. | Fitur " <i>Bio-Investigation</i> " | 4 | 4 | 4 |
| 20. | Fitur " <i>Bio-Eva</i> " | 4 | 4 | 4 |
| Rata-rata | | | | 4 |
| Rata-rata keseluruhan Aspek | | | | 3,9 |
| Kategori | | | | Sangat Valid |

Hasil validitas E-LKPD berbasis PBL pada tabel 2 memperoleh rata-rata skor 3,9 dengan kategori sangat valid. Hasil validitas dari 2 validator dapat diketahui bahwa E-LKPD berbasis PBL untuk melatih kemampuan pemecahan masalah dapat digunakan dengan revisi kecil.

Aspek kelayakan isi E-LKPD memperoleh rata-rata skor 4 dengan kategori sangat valid. Validitas ini meliputi kelayakan materi pada topik ekosistem dan kemutakhiran sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Hal ini bertujuan agar materi ekosistem dapat diterapkan dalam sintaks pembelajaran PBL (Susantini *et al*, 2023). Selain itu, kegiatan dan penugasan pada E-LKPD ini juga telah disesuaikan dengan Kurikulum Merdeka.

Aspek kelayakan penyajian E-LKPD memperoleh skor 3,9 dengan kategori sangat valid. Validitas aspek kelayakan penyajian meliputi penilaian teknik penyajian dan kelengkapan penyajian. Teknik penyajian E-LKPD menunjukkan kesesuaian dengan materi Ekosistem yang ditandai dengan pemilihan judul yang relevan, desain yang menarik, bahasa yang komunikatif, serta penyertaan ilustrasi dan bacaan yang mendukung pemahaman materi. Pemilihan aspek visual dan bahasa yang komunikatif dapat mempermudah siswa untuk menggali informasi terkait isu ekosistem (Meldrawati *et al*, 2023). Namun terdapat kekurangan pada bagian penggunaan dan kelengkapan komponen E-LKPD sehingga dilakukan perbaikan pada bagian tersebut. Hal ini berkaitan dengan petunjuk penggunaan dan komponen lain seperti tujuan pembelajaran, indikator, serta petunjuk praktikum yang belum tercantum secara utuh sehingga disarankan revisi bagian instruksi dan penambahan rubrik penilaian (Sari & Puspitaningrum, 2022).

Komponen kelayakan bahasa pada E-LKPD menunjukkan skor 4 dengan kategori sangat valid. Aspek penilaian ini meliputi penggunaan istilah yang baku dengan kaidah PUEBI serta penggunaan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami. Penyesuaian bahasa bertujuan untuk memastikan para siswa dapat memahami materi yang disampaikan dalam E-LKPD (Wijayanti & Putri, 2021).

Aspek pada E-LKPD yang melatih kemampuan pemecahan masalah memperoleh skor 4 dengan kategori sangat valid. Aspek penilaian ini mencakup aplikasi *Problem Based Learning* (PBL) dan fitur E-LKPD dalam melatih kemampuan pemecahan masalah yang terdiri atas *Bio-Info*, *Bio-Problem*, *Bio-Investigation*, dan *Bio-Eva*. Materi ekosistem yang disajikan melalui model pembelajaran PBL mendukung aspek melatih kemampuan pemecahan masalah karena konteks permasalahan yang digunakan menuntut siswa untuk mengumpulkan informasi, mengidentifikasi strategi yang dapat ditempuh mampu, menyusun alternatif solusi, serta memilih solusi yang paling efektif (Sumarmo, 2016).

Pada indikator mengumpulkan informasi, siswa diberikan materi, *link* artikel, dan video mengenai permasalahan ekosistem seperti pencemaran air dan ledakan populasi suatu organisme. Siswa mampu menghimpun informasi penting seperti jenis-jenis polutan yang mencemari sungai (limbah rumah tangga, pestisida, dan limbah industri), jenis insektisida alami, serta mengenali dampak pencemaran terhadap keseimbangan rantai makanan di ekosistem perairan.

Pada indikator mengidentifikasi strategi, siswa mampu mengidentifikasi berbagai langkah strategis yang dapat dilakukan melalui proses diskusi dan eksperimen. Kemudian pada indikator menyusun alternatif solusi, siswa menyusun berbagai solusi yang mungkin diterapkan, seperti metode dan bahan-bahan alami yang dapat digunakan dalam penjernihan air serta penggunaan pestisida alami dalam menangani populasi hama. Siswa juga mampu mengaitkan strategi dan solusi tersebut dengan konsep interaksi antar komponen ekosistem dan memahami dampak dari penerapannya.

Pada indikator memilih solusi paling efektif, siswa diminta menilai beberapa alternatif solusi terhadap kasus perusakan ekosistem dan memilih satu solusi yang dianggap paling efektif. Mereka menjelaskan alasannya secara logis, misalnya memilih “metode dan bahan alami yang dapat digunakan dalam proses penjernihan air ditinjau berdasarkan efektifitas metode dan ketersediaan bahan tersebut di lingkungan sekitar”. Selain itu, siswa juga mampu mengevaluasi tindakan manusia yang dapat memperparah kerusakan ekosistem dan menyarankan langkah preventif agar tidak terulang kembali.

2. Kepraktisan E-LKPD

Kepraktisan E-LKPD diperoleh dari hasil angket respons 37 siswa kelas X . Angket respons disebarakan dalam bentuk *Google form* yang berisi 20 pertanyaan seputar aspek kelayakan penyajian, aspek kelayakan bahasa, dan aspek kelayakan isi. Berikut hasil angket respons 37 siswa yang disajikan dalam **tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Angket Respon Siswa terhadap E-LKPD.

| No. | Aspek yang Dinilai | Penilaian | |
|-----------|--|-----------|-------|
| | | Ya | Tidak |
| A. | Aspek Kelayakan Penyajian | | |
| 1. | Tampilan E-LKPD menarik untuk digunakan dalam pembelajaran. | 96,8% | 3,3% |
| 2. | Ilustrasi, video, dan gambar membantu memahami materi. | 90,3% | 9,7% |
| 3. | Jenis, ukuran, dan warna teks pada E-LKPD mudah dibaca dengan jelas. | 93,5% | 6,5% |

| No. | Aspek yang Dinilai | Penilaian | |
|---|---|--------------|-------|
| | | Ya | Tidak |
| 4. | Ilustrasi, video, dan gambar dalam E-LKPD ditampilkan dengan baik dan sesuai konteks. | 93,5% | 6,5% |
| 5. | Fitur-fitur pada E-LKPD membantu dalam memahami materi ekosistem. | 96,8% | 3,3% |
| 6. | Link, video, dan gambar pada E-LKPD berfungsi dengan baik dan dapat diklik. | 96,8% | 3,3% |
| Rata-rata | | 94,6% | |
| B. | Aspek Kelayakan Bahasa | | |
| 7. | Bahasa yang digunakan dalam E-LKPD mudah dipahami. | 96,8% | 3,3% |
| 8. | Penggunaan ejaan pada E-LKPD sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia. | 96,8% | 3,3% |
| 9. | Istilah-istilah yang digunakan dalam E-LKPD mudah dimengerti. | 93,5% | 6,5% |
| Rata-rata | | 95,7% | |
| C. | Aspek Kelayakan Isi | | |
| Aspek Kesesuaian dengan PBL | | | |
| 10. | Pertanyaan-pertanyaan dalam E-LKPD membangkitkan rasa ingin tahu terhadap fenomena ekosistem. | 90,3% | 9,7% |
| 11. | Pertanyaan dalam E-LKPD membantu dalam mengenali masalah terkait ekosistem. | 96,8% | 3,3% |
| 12. | E-LKPD membimbing penyelidikan terhadap fenomena ekosistem secara bertahap. | 96,8% | 3,3% |
| 13. | E-LKPD membantu dalam menyajikan hasil diskusi tentang ekosistem. | 100% | 0% |
| 14. | E-LKPD mendukung menarik kesimpulan terhadap fenomena ekosistem. | 93,5% | 6,5% |
| Rata-rata | | 95,5% | |
| Aspek Kesesuaian dengan Kemampuan Pemecahana Masalah | | | |
| 15. | Fitur <i>Bio-Info</i> memberikan pemahaman awal terhadap materi ekosistem. | 96,8% | 3,3% |
| 16. | Fitur <i>Bio-Problem</i> menyajikan kasus nyata yang relevan dengan permasalahan ekosistem. | 90,3% | 9,7% |
| 17. | Fitur <i>Bio-Investigation</i> membantu dalam menyelidiki strategi atas masalah ekosistem. | 96,8% | 3,3% |
| 18. | Fitur <i>Bio-Investigation</i> mendukung penyusunan | 93,5% | 6,5% |

| No. | Aspek yang Dinilai | Penilaian | |
|------------------------------|---|-----------------------|-------|
| | | Ya | Tidak |
| | alternatif solusi terhadap masalah ekosistem. | | |
| 19. | Fitur <i>Bio-Eva</i> membantu dalam memilih solusi yang paling efektif untuk menyelesaikan masalah ekosistem. | 96,8% | 3,3% |
| 20. | Fitur <i>Bio-Eva</i> mendorong pengaplikasian solusi terhadap permasalahan ekosistem dalam kehidupan nyata. | 93,5% | 6,5% |
| Rata-rata | | 94,6% | |
| Rata-rata keseluruhan | | 95% | |
| Kategori | | Sangat praktis | |

Berdasarkan hasil angket tersebut, diperoleh rata-rata persentase total respon siswa sebesar 95% yang masuk kategori sangat praktis. Selain itu, terdapat juga masukan dan saran dari siswa. Berikut masukan dari beberapa siswa yang diberikan.

“Lebih baik E-LKPD dapat dibuka meski dalam kondisi offline, karena banyaknya hambatan dalam wifi/paket data”

(Tanggapan Siswa 1)

“Semua fitur dalam E-LKPD sangat membantu siswa dalam menyelesaikan masalah”

(Tanggapan Siswa 2)

Penyajian visual seperti jenis huruf, warna, tata letak, serta ilustrasi seperti video dan gambar yang menarik terbukti dapat mendukung ketertarikan siswa dalam belajar (Ningsih & Utami, 2022). Namun, aspek ini belum memperoleh skor maksimum 100% yang mengindikasikan penggunaan ilustrasi pada E-LKPD belum maksimal dan masih kurang. Meskipun tidak memperoleh skor maksimal 100%, hal ini mengindikasikan keseluruhan tampilan, fitur, dan tautan pada E-LKPD berfungsi dengan baik serta menarik bagi siswa dalam belajar. Penggunaan media visual yang relevan dengan konteks masalah membantu siswa memahami situasi, merencanakan strategi, dan meningkatkan kualitas hasil belajar. Visualisasi yang tepat memfasilitasi penghubungan konsep-konsep biologi dengan skenario nyata, sehingga memperkuat keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. (Nikolić & Antonijević, 2024)

Aspek kelayakan bahasa pada produk E-LKPD memperoleh skor 95,7% yang masuk kategori sangat praktis. Hal tersebut membuktikan penggunaan bahasa pada kalimat, struktur paragraf, dan ejaan pada E-LKPD telah sesuai. Walaupun begitu, aspek kelayakan bahasa pada E-LKPD belum mencapai skor maksimal 100%. Penyebabnya, siswa kesulitan dalam menafsirkan istilah asing yang terdapat pada E-LKPD sehingga perlu ditambahkan bagian glosarium atau padanan istilah agar siswa dapat mengikuti alur PBL dengan optimal (Dwiastuti & Hidayat, 2023). Penggunaan bahasa yang tepat tidak hanya mempermudah pemahaman istilah, tetapi juga memfasilitasi langkah-langkah berpikir siswa untuk mengidentifikasi masalah serta menyusun strategi dan solusi pemecahan masalah yang efektif (Santoso & Hidayat, 2021).

Aspek kelayakan isi terbagi menjadi yakni aspek kesesuaian dengan PBL dan aspek kesesuaian dengan kemampuan pemecahan masalah dengan skor berturut-turut 95,5% dan 94,6% yang berkategori sangat praktis. Hal ini menunjukkan bahwa sintaks model PBL pada E-LKPD membantu siswa dalam mempresentasikan hasil diskusi dan praktikum mereka. Fitur ini juga mendorong keterampilan komunikasi ilmiah siswa dan memperkaya diskusi antarkelompok (Taufik & Ramadhani, 2021). Sebaliknya, contoh kasus pada E-LKPD kurang memotivasi siswa dalam mencari tahu fenomena yang terkait dengan ekosistem. Hal ini mengakibatkan siswa enggan menggali informasi fenomena ekosistem di sekitar mereka sehingga kualitas pemecahan masalah dan kedalaman analisis terbatas (Setiawan & Handayani, 2022).

3. Keefektifan E-LKPD

Keefektifan E-LKPD Berbasis PBL pada penelitian ini diketahui melalui peningkatan nilai *pretest* dan *posttest* siswa menggunakan rumus *N-Gain*.

$$N-Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Maksimal - Skor\ Pretest}$$

Berikut rata-rata nilai tiap indikator *pretest*, *posttest*, dan *N-Gain* siswa yang tertera pada **tabel 4**.

Tabel 4. Rata-rata Nilai Pretest, Posttest, dan *N-Gain* Tiap Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah

| Indikator | Pretest | Posttest | Post-Pre | Maks-Pre | N-Gain |
|-------------------------------|---------|----------|----------|----------|--------|
| Mengumpulkan Informasi | 75 | 88 | 13 | 25 | 0,54 |
| Mengidentifikasi Strategi | 61 | 84 | 23 | 39 | 0,59 |
| Menyusun Alternatif Solusi | 70 | 86 | 16 | 30 | 0,53 |
| Memilih Solusi Paling Efektif | 70 | 85 | 15 | 30 | 0,50 |
| Rata-rata | 69 | 86 | | | 0,54 |

Untuk melihat sejauh mana peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa berdasarkan kategori berikut:

| Nilai <i>N-Gain</i> | Interpretasi |
|---------------------------|---------------------------|
| $0,70 \leq (g) \leq 1,00$ | Tinggi |
| $0,30 \leq (g) \leq 0,70$ | Sedang |
| $0,00 \leq (g) \leq 0,30$ | Rendah |
| $g = 0,00$ | Tidak terjadi peningkatan |

Sumber: Sukarelawa *et al*, 2024

Efektivitas E-LKPD diukur melalui analisis perbandingan antara skor *pretest* dan *posttest* siswa dengan menggunakan rumus *N-Gain*. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,54 yang berada dalam kategori sedang.

Analisis skor *N-Gain* pada tiap indikator kemampuan pemecahan masalah menunjukkan peningkatan kemampuan siswa paling tinggi pada indikator “Mengidentifikasi Strategi” dengan skor *N-Gain* 0,59. Hal tersebut mengindikasikan penggunaan E-LKPD berbasis PBL sangat efektif dalam membantu siswa merumuskan langkah-langkah pemecahan masalah. Indikator ini penting dimiliki oleh siswa karena dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan penyelesaian masalah yang sistematis (Novitasari & Puspitawati, 2022). Sebaliknya, indikator “Memilih Solusi Paling Efektif” memiliki *N-Gain* terendah yaitu 0,50. Hal tersebut mengindikasikan sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam mengevaluasi dan menentukan solusi terbaik. Meskipun siswa mampu merumuskan beberapa alternatif solusi, mereka masih kurang dalam evaluasi untuk memilih solusi paling optimal sehingga perlu diadakan pengayaan rubrik evaluasi dan latihan reflektif (Pertiwi & Fitrihadijanti, 2019).

Validitas, kepraktisan, dan keefektifan dari E-LKPD saling berkorelasi satu sama lainnya sebagai penentu kualitas perangkat pembelajaran. Sari *et al* (2018) menjelaskan bahwa ketiga aspek tersebut menjadi indikator utama dalam menilai kelayakan produk yang dikembangkan. Berdasarkan hasil telaah oleh ahli media dan ahli materi, E-LKPD memperoleh skor rata-rata sebesar 3,9 yang tergolong sangat valid. Validitas tersebut mengindikasikan bahwa E-LKPD telah memenuhi kriteria yang diperlukan untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Selain itu, respons siswa terhadap penggunaan E-LKPD berbasis PBL menunjukkan persentase 95% dengan kategori sangat valid. Persentase tersebut mencerminkan bahwa media pembelajaran yang mudah diakses dan digunakan memiliki peran penting dalam meningkatkan capaian belajar serta aktivitas berpikir kritis selama proses pembelajaran. Pada tahap awal pembelajaran, siswa memperoleh nilai rata-rata *pretest* sebesar 69. Kemudian, setelah penerapan E-LKPD nilai rata-rata *posttest* siswa menjadi 86. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa E-LKPD yang valid turut berkontribusi dalam melatih kemampuan pemecahan masalah siswa. Skor *N-Gain* yang diperoleh sebesar 0,54 dengan kategori sedang membuktikan penggunaan media pembelajaran ini tergolong cukup efektif.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa aspek validitas, kepraktisan, dan keefektifan memiliki keterpaduan yang saling mendukung dalam menghasilkan proses pembelajaran yang berkualitas. Ketiga komponen tersebut berperan

signifikan dalam membentuk lingkungan pembelajaran yang mendukung, sehingga memfasilitasi pencapaian tujuan pembelajaran secara optimal dan menyeluruh. (Fatmawati, 2016).

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan temuan penelitian, E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi ekosistem yang dirancang untuk melatih kemampuan pemecahan masalah siswa kelas X SMA menunjukkan tingkat validitas yang sangat tinggi dengan skor sebesar 3,95. Aspek kepraktisan memperoleh persentase sebesar 95%, yang dikategorikan sebagai sangat praktis. Sementara itu, efektivitas media pembelajaran ini ditunjukkan melalui nilai N-Gain sebesar 0,54, yang termasuk dalam kategori sedang. Dengan demikian, E-LKPD ini dinyatakan layak untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran.

Saran

Berdasarkan hasil temuan serta pembahasan dalam penelitian ini, disarankan bagi peneliti berikutnya untuk mengembangkan E-LKPD dengan cakupan materi yang berbeda guna mengoptimalkan tingkat efektivitas media pembelajaran. Di samping itu, uji coba sebaiknya dilakukan pada kelompok siswa yang lebih besar agar diperoleh gambaran yang lebih representatif mengenai efektivitas penggunaan E-LKPD. Terakhir, penelitian lanjutan dapat menambahkan fitur-fitur inovatif dan interaktif dalam E-LKPD agar dapat meningkatkan efektivitas penggunaan media pembelajaran secara keseluruhan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Reni Ambarwati, S.Si., M.Sc dan Prof. Dr. Tarzan Purnomo, M.Si. selaku dosen penguji dan validator atas kontribusi dan masukan yang diberikan dalam proses penelitian ini. Penghargaan juga diberikan kepada siswa kelas X SMA Negeri 12 Surabaya yang telah berpartisipasi sebagai subjek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R. I. 2012. *Learning to teach (9th ed)*. New York: Mcgraw-Hill.
- Chabibah, L. N., Siswanah, E., & Tsani, D. F. (2019). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Barisan Ditinjau dari Adversity Quotient. *PYTHAGORAS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 199-210.
- Çimer, A., & Çimer, S. O. (2021). *The effect of problem-based learning on students' achievement in biology and their attitudes towards biology lessons*. *Journal of Biological Education*, 55(4), 439-452.
- Dwiastuti, R., & Hidayat, S. (2023). Pengaruh istilah asing terhadap pemahaman konsep ekosistem pada siswa SMA. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 45-55.
- Fatmawati, A. (2016). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Konsep Pencemaran Lingkungan Menggunakan Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah Untuk SMA Kelas X. *Jurnal Edusains*, 4(2): 2338-4387.
- Gök, B., & Boncuğu, H. (2023). The effect of problem-based learning on middle school students' environmental literacy and problem-solving skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(6), 1975-1995.
- Ionita, F., & Simatupang, H. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Pencemaran Lingkungan Siswa SMA Negeri 13 Medan. *Jurnal Biolokus*, 3(1), 245-251.
- Hendriani, M., Melindawati, S., & Mardicko, A. (2021). Keterampilan Pemecahan Masalah Matematika di Era Revolusi Industri 4.0 Siswa SD. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 892-899.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Nikolić, N., & Antonijević, R. (2024). Problem-Solving in Biology Teaching: Students' Activities and Their Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22, 765-785.
- Meldrawati, M., Amri, E., & Rosba, E. (2023). Validitas E-Modul Berbasis Problem Based Learning pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X SMA/MA. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 1-12.
- Ningsih, T. W., & Utami, N. R. (2022). Development of Guided Discovery Learning Oriented E-LKPD. *Journal of Biology Education*, 11(3), 329-349.
- Nurjanah, N., & Trimulyono, G. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Hereditas Manusia. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(3), 765-774.
- Noviyanti, E., Indana, S., & Qomariah, N. (2014). Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Di SMA Kelas XI. *BioEdu*, 3 (1), 392-397

- Novitasari, F., & Puspitawati, R. P. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Solving pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XII SMA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 3(1), 31–42.
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children* (M. Cook, Trans.). International Universities Press.
- Pertiwi, W., & Fitrihidajati, I. (2019). Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 4(2), 123–134.
- Pratiwi, I. A., Masfuah, S., & Rondli, W. S. (2018). Pendidikan Multikultural Berbantuan Metode Pictorial Riddle Untuk Meningkatkan Karakter Kreatif dan Bersahabat Siswa Kelas 3 Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 8(2), 109-119.
- Pratiwi, D. A., & Rahman, F. (2020). Efektivitas Model Problem Based Learning dalam Melatih Keterampilan Berpikir Kritis dan Kemampuan Berkomunikasi Siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 75–84.
- Rahayu, S. W., & Susilo, M. (2022). Peer Review dan Perbandingan Solusi Antar Kelompok pada E-LKPD Berbasis PBL Materi Fotosintesis. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 4(3), 112–120.
- Rahma, I., Windyariani, S., & Suhendar, S. (2020). Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA Pada Materi Ekosistem: (Profile of Problem Solving Capabilities of High School Students in Ecosystem Materials). *BIODIK*, 6(3), 281-289.
- Rahma, R. A. N., Nurmilawati, M., & Primandiri, P. R. (2021). Profil Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik Sekolah Menengah Atas Berdasarkan Nitko dan Brookhart Pada Materi Ekosistem. *Jurnal Sinkesjar*, 1(1), 597-604.
- Santoso, A., & Hidayat, M. (2021). Pengaruh kualitas bahasa media pembelajaran terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. *Jurnal Pendidikan Bahasa*, 13(1), 23–32.
- Sari, N., & Puspitaningrum, D. (2022). Evaluasi Kepraktisan dan Kelengkapan Komponen E-LKPD Berbasis PBL pada Materi Ekosistem. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(2), 157–166.
- Sari, F. N. I., Darma, Y., & Dafrita, I. E. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran PowerPoint Integrasi Geogebra untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis dalam Materi Refleksi. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 16(2), 281-289.
- Seery, M. K. (2022). Scaffolding Student-Led Discussion in PBL: The Role of Guiding Questions. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 10(1), 45–60.
- Setiawan, H., & Handayani, R. (2022). Dampak Desain Tugas E-LKPD Terhadap Perilaku Eksplorasi Siswa pada Topik Ekosistem. *Jurnal Riset Pendidikan IPA*, 10(1), 33–41.
- Sumarmo, U. (2016). *Pedoman Pemberian Skor pada Beragam Tes Kemampuan Matematik*. Bandung: STKIP Siliwangi.
- Susantini, E., Rachmadiarti, F., & Hanida, J. R. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning pada Materi Ekosistem untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA. *JIPB (Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi)*, 11(2), 179–188.
- Taufik, A., & Ramadhani, S. (2021). Implementasi E-LKPD Berbasis PBL pada Materi Ekosistem dengan Fasilitas Presentasi Hasil Diskusi dan Praktikum. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(3), 150–159.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children*.
- Wijayanti, D., & Putri, L. (2021). Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL pada Materi Daur Hidup Hewan untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 6(2), 90–98.