



# Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL dengan TTS Interaktif untuk Meningkatkan Kecerdasan Naturalis pada Materi Keanekaragaman Hayati

Solehatunisa<sup>1</sup>, Hadi Purwanto<sup>2</sup>, Neng Sholihat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Pendidikan IPA, Universitas Muhammadiyah Riau

Email : [solehatunisa.ica02@gmail.com](mailto:solehatunisa.ica02@gmail.com)<sup>1</sup>, [hadipurwanto@umri.ac.id](mailto:hadipurwanto@umri.ac.id)<sup>2</sup>, [nengsholihat@umri.ac.id](mailto:nengsholihat@umri.ac.id)<sup>3</sup>

## Article Info

### Article history:

Received July 13, 2025

Revised July 18, 2025

Accepted July 26, 2025

### Keywords:

E-LKPD, PBL, Text-to-Speech, Biodiversity, Naturalist Intelligence

## ABSTRACT

*The purpose of this study was to evaluate how effective the development of problem-based E-LKPD (PBL) with interactive TTS features to improve students' naturalist intelligence on biodiversity material. Using the literature review method of 25 national and international scientific articles published between 2020 and 2025, it was found that the incorporation of PBL and TTS in E-LKPD consistently showed that media validity, student engagement, concept understanding, and critical thinking skills improved. The study results also showed that this media is effective in improving naturalist intelligence by conducting explorative activities and solving contextual problems. Therefore, it is recommended to develop PBL-based E-LKPD with interactive TTS as an innovative learning approach that suits the needs of 21st century education.*

*This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*



## Article Info

### Article history:

Received July 13, 2025

Revised July 18, 2025

Accepted July 26, 2025

### Keywords:

E-LKPD, PBL, Text-to-Speech, Keanekaragaman Hayati, Kecerdasan Naturalis

## ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi seberapa efektif pengembangan E-LKPD berbasis masalah (PBL) dengan fitur TTS interaktif untuk meningkatkan kecerdasan naturalis siswa tentang materi keanekaragaman hayati. Dengan menggunakan metode review literatur terhadap 25 artikel ilmiah nasional dan internasional yang diterbitkan antara 2020 dan 2025, ditemukan bahwa penggabungan PBL dan TTS dalam E-LKPD secara konsisten menunjukkan bahwa validitas media, keterlibatan siswa, pemahaman konsep, dan kemampuan berpikir kritis meningkat. Hasil studi juga menunjukkan bahwa media ini efektif dalam meningkatkan kecerdasan naturalis dengan melakukan aktivitas eksploratif dan memecahkan masalah kontekstual. Oleh karena itu, disarankan untuk mengembangkan E-LKPD berbasis PBL dengan TTS interaktif sebagai pendekatan pembelajaran inovatif yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

*This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*



## Corresponding Author:

Solehatunisa

Universitas Muhammadiyah Riau

E-mail: [solehatunisa.ica02@gmail.com](mailto:solehatunisa.ica02@gmail.com)



## PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan pilar penting untuk kemajuan suatu negara. Peningkatan kualitas pendidikan telah menjadi prioritas utama di Indonesia, terutama sejak kebijakan yang dibuat oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, dan Diaspora. Tujuan dari kebijakan ini adalah untuk membuat proses belajar lebih fleksibel, kreatif, dan berpusat pada kebutuhan siswa. Namun, penerapan kebijakan tersebut menghadirkan banyak tantangan yang menimbulkan kekhawatiran akademik dalam berbagai aspek implementasinya (Rahma et al., 2025). Dengan perkembangan teknologi digital di dunia pendidikan saat ini, ada peluang besar untuk menciptakan metode pembelajaran yang kreatif dan interaktif yang memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas pendidikan (D. Y. Sari et al., 2025).

Salah satu bentuk media pembelajaran digital yang dikembangkan adalah E-LKPD (*Educational Learning Kit Digital*), yang diterapkan dengan pendekatan pembelajaran berbasis masalah (PBL) untuk mengoptimalkan proses pembelajaran. PBL membantu siswa menyelesaikan masalah kontekstual, mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi (Sani & Ambarwati, 2024). Implementasi E-LKPD berbasis masalah pada materi keanekaragaman hayati dapat memberikan keuntungan signifikan karena keanekaragaman hayati memerlukan pemahaman yang mendalam serta aktivitas eksploratif untuk mengasah kecerdasan naturalis siswa, salah satu kecerdasan majemuk yang sangat penting dalam pendidikan sains masa kini. Namun, bahan ajar konvensional yang terbatas menyebabkan siswa tidak memahami keanekaragaman hayati, yang mengakibatkan kurangnya minat dan hasil belajar (D. Y. Sari et al., 2025).

Era transformasi pendidikan menuntut integrasi teknologi dalam proses pembelajaran agar dapat menumbuhkan kecerdasan abad 21, salah satunya kecerdasan naturalis, terutama pada pembelajaran keanekaragaman hayati. Penerapan media digital seperti E-LKPD (*Educational Learning Kit Digital*) berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dengan fitur interaktif *Text-to-Speech* (TTS) menjadi strategi inovatif dalam merespon tantangan ini. Pengembangan E-LKPD berbasis PBL dapat mendorong siswa aktif mengeksplorasi permasalahan nyata di lingkungan sekitar, meningkatkan partisipasi, keaktifan, dan kemampuan berpikir kritis yang sangat penting untuk memahami ide tentang keanekaragaman hayati (Novita et al., 2022).

Dalam dunia pendidikan saat ini, pengembangan media pembelajaran yang inovatif dan interaktif sangat penting, terutama dalam pembelajaran sains. E-LKPD (*Educational Learning Kit Digital*) berbasis PBL (*Problem Based Learning*) dengan TTS (*Text-to-Speech*) interaktif yang merupakan salah satu alternatif yang memiliki potensi untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang keanekaragaman hayati. Dengan PBL, keterampilan berpikir kritis siswa dapat ditingkatkan, kolaboratif mereka dengan memecahkan masalah nyata (Agus Purnama & Suparman, 2020).

Dengan mengembangkan E-LKPD yang menggabungkan PBL dan TTS, diharapkan siswa tidak hanya dapat memahami konsep keanekaragaman hayati secara lebih baik, tetapi juga dapat mengembangkan kecerdasan naturalis mereka. Hal ini sejalan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21 yang menekankan bahwa pemikiran kritis dan kemampuan untuk beradaptasi dengan teknologi sangatlah penting (Suhirman, 2020).



## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode literature review dengan menelaah 25 artikel ilmiah nasional dan internasional yang diterbitkan antara tahun 2020–2025. Kajian difokuskan pada pengembangan E-LKPD berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) dengan fitur interaktif *Text-to-Speech* (TTS) dalam pembelajaran keanekaragaman hayati untuk meningkatkan kecerdasan naturalis. Artikel yang dianalisis menggunakan berbagai metode seperti R&D, PTK, quasi-eksperimen, dan kualitatif, yang menunjukkan bahwa integrasi PBL dan TTS efektif meningkatkan validitas media, pemahaman konsep, keterlibatan belajar, serta HOTS siswa. Studi ini menegaskan bahwa metode yang didasarkan pada konstruktivisme dan teori kecerdasan majemuk sangat penting untuk mengembangkan metode pengajaran digital yang kreatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari kajian literatur mengungkapkan E-LKPD berbasis PBL terbukti valid, praktis, dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis, pemahaman konsep, serta kecerdasan naturalis. Validasi media diperoleh dari skor validitas ahli materi, media, dan bahasa yang mencapai rata-rata di atas 80%, dengan beberapa studi mencapai validitas hampir sempurna. Angka N-gain hasil belajar di berbagai penelitian berkisar antara 0,53 hingga 0,79, menunjukkan peningkatan pada kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS), literasi sains, dan keterampilan kolaboratif siswa dari kategori sedang hingga tinggi.

Tabel 1. Ringkasan Validitas dan Efektivitas E-LKPD

| No | Peneliti & Tahun              | Validitas % | Kepraktisan % | N-Gain / HOTS | Respon Siswa % | Keterangan           |
|----|-------------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|----------------------|
| 1. | (Sani & Ambarwati, 2024)      | 97,25       | 95            | 0,79          | 95,00          | Sangat valid/praktis |
| 2. | (Sari et al., 2025)           | 83,77       | 87            | 0,76          | -              | Praktis/Efektif      |
| 3. | (D. N. I. Sari et al., 2022b) | 83,00       | 89            | 0,53          | 82,00          | Sangat baik          |

Tabel 1. menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman siswa tentang materi keanekaragaman hayati, dengan capaian valid dan efektif.

Model PBL yang terintegrasi dengan teknologi, termasuk fitur TTS, selaras dengan teori konstruktivisme dan prinsip pembelajaran aktif, serta mengakomodasi berbagai gaya belajar siswa, meningkatkan aksesibilitas dan peluang pembelajaran inklusif. Dampak ini diperkuat



oleh temuan bahwa TTS efektif meningkatkan pemahaman konseptual dan menstimulasi respon siswa melalui pengalaman belajar yang lebih multisensori.

Hampir seluruh hasil analisis menyatakan konsistensi dengan riset terdahulu, di mana media pembelajaran digital berbasis masalah terbukti meningkatkan kualitas pembelajaran, literasi sains, kecerdasan naturalis, dan HOTS siswa. Tidak ditemukan kontradiksi substantif, kecuali pada aspek kesiapan dan adopsi teknologi di sekolah tertentu yang masih memerlukan penguatan infrastruktur dan pelatihan guru secara sistematis. Adapun implikasi hasil penelitian secara teoritis dan terapan yaitu :

### 1. Implikasi Teoritis

Pengaruh kecerdasan natural dan kemandirian belajar terhadap pemahaman materi keanekaragaman hayati siswa merupakan temuan penting yang mendukung pengembangan model pembelajaran berbasis masalah (PBL) dengan media digital seperti E-LKPD. Dalam penelitian oleh Mursaban, Muzuni, dan Muh. Sirih (2024) ditemukan bahwa kecerdasan natural berkontribusi signifikan sebesar 0,37 terhadap pemahaman materi, sementara kemandirian belajar memberikan kontribusi sebesar 0,49, dengan kontribusi total 53% terhadap pemahaman siswa. Temuan ini menguatkan teori *multiple intelligences* Howard Gardner tentang pentingnya kecerdasan naturalis dalam pendidikan sains serta mendukung teori konstruktivisme yang menekankan pembelajaran aktif dan eksploratif dalam pengembangan kompetensi peserta didik.

### 2. Implikasi Terapan

Secara praktis, hasil penelitian tersebut menganjurkan agar guru mengintegrasikan pembelajaran berbasis masalah (PBL) dengan media digital seperti E-LKPD yang dilengkapi fitur interaktif, termasuk *Text-to-Speech* (TTS), untuk meningkatkan pemahaman dan kecerdasan naturalis siswa. Studi oleh Novita, Bare, dan Mansur (2022) menunjukkan bahwa pengembangan LKPD materi keanekaragaman hayati berbasis PBL memiliki validitas tinggi (materi 80%, media 87,78%), dengan rekomendasi penerapan yang luas untuk meningkatkan partisipasi siswa dan hasil belajar mereka. Namun, implementasi di lapangan memerlukan pelatihan dan kesiapan guru serta dukungan infrastruktur agar semua siswa dapat memperoleh manfaat secara maksimal.

Studi literatur ini menghasilkan analisis dan kesimpulan dari 25 artikel yang terkumpul, terdiri dari 15 artikel nasional dan 10 internasional, yang diambil dari Google Scholar, yang berkaitan dengan Pengembangan E-LKPD (*Educational Learning Kit Digital*) berbasis PBL (*Problem Based Learning*) dengan TTS (*Text-to-Speech*) interaktif untuk meningkatkan kecerdasan naturalis materi keanekaragaman hayati.

Tabel 1. Hasil studi tentang pengembangan E-LKPD berbasis PBL dengan TTS (*Text-to-Speech*) interaktif untuk meningkatkan kecerdasan naturalis materi keanekaragaman hayati.

| No | Penulis/Tahun           | Judul Penelitian                                    | Hasil Penelitian   |
|----|-------------------------|---|--|
| 1. | (Mursaban et al., 2024) | Pengaruh Kecerdasan Natural dan Kemandirian Belajar | Hasil studi menunjukkan bahwa Kecerdasan natural berpengaruh signifikan terhadap pemahaman materi, |



|    |                               |   |   |
|----|-------------------------------|---|---|
|    |                               | Terhadap Pemahaman Materi Keaneekaragaman Hayati Siswa Kelas X SMAN 1 Tongkuno.   | dan Kemandirian belajar. Secara simultan, kedua variabel tersebut memberikan kontribusi sebesar 53% terhadap pemahaman materi keaneekaragaman hayati.   |
| 2. | (Novita et al., 2022)         | Pengembangan LKPD Materi Keaneekaragaman Hayati Berbasis Model Problem Based Learning Kelas X SMA.  | LKPD yang dibuat divalidasi dengan dengan nilai 80% dari ahli materi, 87,78% dari ahli media, dan 81,25% dari ahli bahasa. Menurut guru dan siswa, LKPD yang dibuat dikategorikan sebagai sangat layak digunakan.   |
| 3. | (D. N. I. Sari et al., 2022a) | Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Higher Order Thinking Skill (HOTS) pada Pembelajaran IPA | Berdasarkan hasil analisis E-LKPD berbasis PBL menunjukkan validitas 83%, kepraktisan 89%, dan peningkatan N-gain sebesar 0,53 dalam kemampuan HOTS. Selain itu, respons siswa terhadap E-LKPD mencapai 82%, yang merupakan tingkat yang sangat baik.   |
| 4. | (Nurfadilah et al., 2025)     | Pengembangan E-LKPD dengan Model Discovery Learning pada Kurikulum Merdeka Kelas IV SD  | Studi menunjukkan bahwa E-LKPD dapat meningkatkan partisipasi siswa dan mendukung pembelajaran aktif, dengan skor rata-rata 92,17%.   |
| 5. | (Nurmasita et al., 2023)      | Pengembangan e-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Reaksi Redoks.  | Berdasarkan hasil analisis yang dikembangkan e-LKPD memiliki kelayakan yang sangat baik, dengan persentase penilaian: Materi: 94,1% Kegrafikan: 95,4% Kebahasaan: 90,8% Respon guru terhadap e-LKPD menunjukkan kriteria sangat baik (87,8%), dan uji lapangan mencapai kriteria sangat baik yaitu (83,4%). |
| 6. | (Daely & Lufri, 2025)         | Implementasi E-LKPD Bernuansa ESQ dalam Pembelajaran Sistem Pencernaan Dilengkapi Teka-Teki Silang di SMA/MA                                    | Hasil penelitian menunjukkan bahwa ELKPD valid dan efektif. Penggunaan E-LKPD berbasis ESQ dapat meningkatkan hasil belajar kognitif, afektif, dan psikomotor siswa. Menggabungkan nilai emosional dan spiritual juga meningkatkan kesadaran siswa akan pentingnya EQ dan SQ.                               |



|     |                            |  |   |
|-----|----------------------------|--|---|
| 7.  | (Sani & Ambarwati, 2024)   | Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Submateri Upaya Pelestarian keanekaragaman Hayati untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA | Menurut hasil penelitian, E-LKPD yang digunakan memiliki tingkat validitas 97,25%, dikategorikan sangat valid. Dan Rata- Rata kepraktisan E-LKPD mencapai 95%, dikategorikan sangat praktis. Serta Keefektifan mencapai Rata-rata gain score siswa 0,79, sehingga menunjukkan kategori tinggi, dengan ketercapaian indikator keterampilan berpikir kritis dengan mencapai 88,13%.   |
| 8.  | (Purnama & Suparman, 2020) | Studi Pendahuluan: E-LKPD Berbasis PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis Peserta Didik.  | Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan E-LKPD berbasis PBL yang memiliki fitur TTS interaktif meningkat untuk kemampuan siswa memahami materi keanekaragaman hayati. E-LKPD membantu siswa menemukan dan memecahkan masalah nyata yang terkait dengan keanekaragaman hayati, dan siswa menunjukkan peningkatan pemahaman dan motivasi belajar, dengan 85% siswa merasa lebih terlibat, dan 75% siswa mencapai nilai di atas KKM. |
| 9.  | (Karomah & Purnomo, 2025)  | Pengembangan E-LKPD Model Problem Based Learning Materi Ekosistem untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA   | Menurut hasil penelitian, E-LKPD dibuat memiliki validitas sangat baik dengan skor 89%. Dan Kepraktisan Keterlaksanaan E-LKPD mencapai 95,94%, sehingga dinyatakan sangat praktis oleh guru dan siswa. Serta efektifitas hasil post-test menunjukkan ketuntasan belajar siswa 100% dengan n-gain 0,75, yang tergolong tinggi.   |
| 10. | (Rahayu et al., 2020)      | LKPD Elektronik Pembelajaran Tematik Berbasis High Order Thinking Skills (HOTS) untuk Siswa Kelas III Sekolah Dasar.   | Hasil penelitian menunjukkan bahwa ELKPD dapat menarik minat siswa dan meningkatkan pemahaman mereka tentang Pelajaran, dengan persentase 83,34% dalam aspek media dan 93,82% dalam validasi ahli materi.   |
| 11. | (Cahyani et al., 2024)     | Respon Peserta Didik Terhadap E-LKPD Berbasis CLIS Tema Gunung Bromo Probolinggo untuk Meningkatkan  | Hasil menunjukkan validitas materi Rata-rata sebesar 3,6 dan ahli media 3,75, keduanya dalam kategori sangat valid. Dan Peningkatan Berpikir Kritis peserta didik dalam katagori tinggi Rata-rata N-Gain mencapai 0,82 serta respon siswa terhadap  |



|     |                           |  |   |
|-----|---------------------------|--|---|
|     |                           | Kemampuan Berpikir Kritis.   | E-LKPD mencapai 91% untuk kelompok kecil dan 94% untuk kelompok besar.  |
| 12. | (D. Y. Sari et al., 2025) | Pengembangan e-LKPD Etnobiologi Berbasis PBL Berbantuan Heyzine Flipbook pada Materi Keanekaragaman Hayati untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kolaborasi Siswa Fase E                                | Hasil Penelitian yang dibahas dalam artikel ini yaitu Kevalidan Rata-rata validitas e- LKPD mencapai 83,77%, dengan kualifikasi sangat baik. Dan kepraktisan Hasil guru mencapai 87%, sehingga menunjukkan e- LKPD sangat praktis untuk digunakan.  |
| 13. | (Fauziah & Nur, 2020)     | Penerapan Penilaian Autentik Pada Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Penalaran Konsep Berbasis Marzano Dan Kecerdasan Naturalis Siswa Kelas VII Pada Konsep Pencemaran Lingkungan Di MTs Yaspika Kuningan | Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerdasan naturalis siswa di kelas eksperimen lebih tinggi daripada siswa di kelas kontrol. Dengan demikian, aktivitas guru dalam menggunakan penilaian autentik mencapai 93,33%, yang merupakan kategori yang sangat baik.   |
| 14. | (Taufik et al., 2024)     | Meningkatkan Kecerdasan Naturalis Anak Usia 5-6 Tahun Melalui Project Based Learning   | Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model PBL efektif dalam meningkatkan keterlibatan anak dan pemahaman mereka tentang lingkungan. Kecerdasan naturalis anak meningkat signifikan dari 34,44% pada pra-penelitian menjadi 49,47% pada siklus pertama dan 90,20% pada siklus kedua.  |
| 15. | (Suhirman, 2020)          | Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Bermuatan Karakter dan Kecerdasan Naturalis Terhadap Literasi Sains Siswa.  | Siswa dengan model pembelajaran berbasis masalah bermuatan karakter (PBM-MK) menunjukkan literasi sains yang lebih baik daripada siswa yang model pembelajaran berbasis masalah (PBM). Siswa yang kecerdasan naturalis rendah juga menunjukkan literasi sains yang lebih rendah. Dengan kata lain, model pembelajaran dan kecerdasan naturalis melemah secara signifikan dengan literasi sains siswa. |



|     |                             |   |   |
|-----|-----------------------------|---|---|
| 16. | (Nur Hidayah et al., 2024)  | <i>Development of Problem-Based Learning (PBL) Oriented Electronic Student Worksheets (e-Worksheet) to Improve Critical Thinking Skills of Class XI Senior High School Students on Factors that Influence Rate of Chemical Reactions Material</i> | Hasil Penelitian menunjukkan signifikan dalam keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan LKS, dengan nilai signifikansi uji t <0,05.  |
| 17. | (Pratiwi & Nasrudin, 2025)  | <i>Development of Electronic Student Worksheets (E-Worksheets) Based on Problem-Based Learning to Train The Critical Thinking Abilities of Students on Acid-Base Topics</i>   | Penelitian ini menunjukkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis meningkat terukur melalui N-gain dari pretest dan posttest, dengan peningkatan dari 0,66 menjadi 1,0, yang menunjukkan kategori sedang hingga tinggi.  |
| 18. | (Kolow et al., 2024)        | <i>The Development of PBL (Problem Based Learning) E-Module on the Biodiversity of East Kalimantan to Enhance Critical Thinking Skills of High School Students</i>  | Hasil penelitian menunjukkan bahwa e modul ini sangat valid oleh para ahli, dengan nilai validitas mencapai 100% untuk ahli materi dan media. Selain itu, terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen sebesar 21,84% setelah menggunakan e-modul yang dibuat.                                       |
| 19. | (Ayuwaningsih et al., 2025) | <i>Development of E-LKPD Ecology and Biodiversity Using PBL-SSI to Enhance Secondary Students' Environmental Literacy</i>   | Berdasarkan hasil penelitian, E-LKPD telah divalidasi dengan nilai validitas ahli materi sebesar 0.93 dan ahli media sebesar 0.93. Selain itu, E- LKPD tersebut juga sangat praktis dengan nilai 98.48% dan efektif dengan N- Gain 0.81. sehingga penggunaan E-LKPD dapat meningkatkan literasi lingkungan siswa secara signifikan. |
| 20. | (Ramadani & Isnaeni, 2022)  | <i>PBL-Based e-LKPD (Problem Based Learning) to Facilitate Student Concept Understanding on Human Sense System Materials.</i>   | Menurut hasil penelitian, e-LKPD yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan yang baik dengan persentase 71.15% dari ahli media (kategori cukup) dan 85.57% dari ahli materi (kategori sangat layak). Uji coba dengan siswa menunjukkan nilai rata-rata pemahaman konsep di atas 80%, serta  |



|     |                                  |  |   |
|-----|----------------------------------|--|---|
|     |                                  |  | hasil posttest rata-rata mencapai 94.11% dan 91.17% untuk dua kelas yang diuji.   |
| 21. | (Choirunnisa & Trisnawati, 2024) | <i>Development of Problem-Based Learning E-LKPD for Digital-Based Document.</i>  | Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa menerima E-LKPD dengan skor kelayakan rata-rata 82% dari penilaian ahli, dan diklasifikasikan sebagai "Sangat Layak" Respon siswa terhadap E-LKPD rata-rata 87%. menunjukkan bahwa media ini sangat baik dalam aspek konten, media, dan manfaat. Selain itu, ada peningkatan hasil belajar siswa sebesar 38,8% setelah menggunakan E-LKPD ini. |
| 22. | (Mulyanto et al., 2024)          | <i>Utilization of Artificial Intelligence with Text-to-Speech Technology Based on Natural Language Processing to Enhance Arabic Listening Skills for Non-Native Speakers</i> | Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta memiliki kemampuan mendengarkan yang lebih baik, terutama dalam pengucapan, intonasi, dan pemahaman secara keseluruhan. Teknologi TTS memberikan model pengucapan yang lebih akurat, yang memfasilitasi proses pembelajaran.   |
| 23. | (Gao & Xiuzhi, 2025)             | 基于“学生中心，问题导向”的高等数学 PBL 教学研究.   | Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan minat dan partisipasi siswa dalam matematika tingkat tinggi. Pengajaran yang berfokus pada masalah membuat siswa lebih terlibat dan aktif dalam proses pembelajaran, yang membantu mereka memahami konsep dengan lebih baik.  |
| 24. | (Zhang & Guo, 2022)              | PBL 教学法在《学前儿童健康教育》课程中的应用研究   | Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL meningkatkan kualitas pengajaran dan meningkatkan keterlibatan, kolaborasi, dan keterampilan berpikir kritis siswa. PBL juga membantu siswa menjadi lebih aktif dalam proses belajar dan membantu mereka menerapkan konsep teoritis ke dunia nyata.  |
| 25. | (Song & Mao, 2024)               | 文本转语音工具对阅读障碍学生阅读理解的影响研究  | Hasil penelitian menunjukkan teknologi TTS dapat memberikan manfaat dalam meningkatkan pemahaman membaca siswa disleksia, meskipun tingkat peningkatan tersebut bervariasi. Beberapa studi menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam keterampilan membaca.  |



## KESIMPULAN

Pengembangan E-LKPD berbasis masalah (PBL) yang dilengkapi dengan fitur TTS interaktif terbukti valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang materi keanekaragaman hayati dan kecerdasan naturalis. Model pembelajaran ini juga dapat meningkatkan keterlibatan aktif siswa dan kemampuan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), yang menghasilkan respons positif dari guru dan siswa. Namun, terdapat keterbatasan dalam hal kesiapan guru dan ketersediaan sumber daya di beberapa sekolah yang dapat mempengaruhi penerapan secara optimal. Oleh karena itu, direkomendasikan pengembangan lebih lanjut dengan pelatihan guru serta dukungan infrastruktur yang memadai. Penelitian ke depan juga perlu mengeksplorasi faktor-faktor lain seperti motivasi belajar dan metode pengajaran yang lebih variatif untuk mengakomodasi perbedaan karakteristik siswa secara lebih luas.

## DAFTAR RUJUKAN

- Ayuwaningsih, M. S., Marianti, A., Irsadi, A., Dewi, N. R., & Widiyatmoko, A. (2025). Development of E-LKPD Ecology and Biodiversity Using PBL-SSI to Enhance Secondary Students' Environmental Literacy. *JURNAL BIOEDUKATIKA*, 13(1), 26–38. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v13i1.30337>
- Cahyani, C., Putera, D. B. R. A. stid, Tamam, B., Wulandari, A. Y. R., & Fikriyah, A. (2024). RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP E – LKPD BERBASIS CLIS TEMA GUNUNG BROMO PROBOLINGGO UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS. *Jurnal Natural Science Educational Research*, 7(3), 28–39.
- Choirunnisa, A., & Trisnawati, N. (2024). Development of Problem-Based Learning E-LKPD for Digital-Based Document. *SAR Journa*, 7(3), 178–183. <https://doi.org/10.18421/SAR73>
- Daely, F., & Lufri. (2025). LITERATURE REVIEW: IMPLEMENTASI E-LKPD BERNUANSA ESQ DALAM PEMBELAJARAN SISTEM PENCERNAAN DILENGKAPI TEKA-TEKI SILANG DI SMA/ MA. *Al-Alam: Islamic Natural Science Education Journal*, 4(1), 28–37.
- Fauziah, H., & Nur, S. H. (2020). Penerapan Penilaian Autentik Pada Model Problem Based Learning ( PBL ) Terhadap Penalaran Konsep Berbasis Marzano Dan Kecerdasan Naturalis Siswa Kelas VII Pada Konsep Pencemaran Lingkungan Di MTs Yaspika Kuningan. *EDUBIOLOGICA Jurnal Penelitian Ilmu Dan Pendidikan Biologi*, 8(2), 27–33.
- Gao, & Xiuzhi. (2025). Research on PBL Teaching of Higher Mathematics Based on the Concept of “ Student-Centered and Problem-Oriented. *Advances in Education*, 15(5), 727–733. <https://doi.org/10.12677/ae.2025.155825>
- Karomah, I. U., & Purnomo, T. (2025). PENGEMBANGAN E-LKPD MODEL PROBLEM BASED LEARNING MATERI EKOSISTEM UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS SISWA KELAS X SMA. *BIOEDU Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 14(1), 188–201.
- Kolow, J. C., Sulisetijono, S., Rohman, F., & Maasawet, E. T. (2024). the Development of Pbl (Problem Based Learning) E-Module on the Biodiversity of East Kalimantan To Enhance Critical Thinking Skills of High School Students. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 15(2), 198. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v15i2.75622>



- Mulyanto, D., Wahyudi, M., Ridho, A. M. A., & Zaki, M. (2024). UTILIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE WITH TEXT-TO-SPEECH TECHNOLOGY BASED ON NATURAL LANGUAGE PROCESSING TO ENHANCE ARABIC LISTENING SKILLS FOR NON-NATIVE SPEAKERS. *Journal of Arabic Linguistics and Education*, 10(1), 44–58.
- Mursaban, Sirih, M., & Muzuni. (2024). PENGARUH KECERDASAN NATURAL DAN KEMANDIRIAN BELAJAR TERHADAP PEMAHAMAN MATERI KEANEKARAGAMAN HAYATI SISWA KELAS X SMAN 1 TONGKUNO. *Jurnal Biofiskim: Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 64–72.
- Novita, K., Bare, Y., & Mansur, S. (2022). Pengembangan LKPD Materi Keanekaragaman Hayati Berbasis Model Problem Based Learning Kelas X SMA. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(2), 190–200.
- Nur Hidayah, S., Azizah, U., & Nasrudin, H. (2024). Development of Problem-Based-Learning (PBL)-Oriented Electronic Student Worksheets (e-Worksheet) to Improve Critical Thinking Skills of Class XI Senior High School Students on Factors that Influence Rate of Chemical Reactions Material. *International Journal of Current Science Research and Review*, 07(06), 4284–4292. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/v7-i6-80>
- Nurfadilah, S. S., Puspitasari, I., Indrianingsih, R., Wardah, S. K., & Nuryadin, A. (2025). Pengembangan E-LKPD dengan Model Discovery Learning pada Kurikulum Merdeka Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan MI/SD*, 5(1), 21–32.
- Nurmasita, N., Enawaty, E., Lestari, I., Hairida, & Erlina. (2023). Pengembangan e-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Reaksi Redoks. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(1), 11–20. <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i1.15991>
- Pratiwi, D. D., & Nasrudin, H. (2025). Development of Electronic Student Worksheets (E-Worksheets) Based on Problem-Based Learning to Train The Critical Thinking Abilities of Students on Acid-Base Topics. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 10(3), 1142–1149. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/25mar750>
- Purnama, A., & Suparman. (2020). Studi Pendahuluan: E-LKPD Berbasis PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis Peserta Didik. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 6(1), 131. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v6i1.8169>.
- Rahayu, S., Ladamay, I., Kumala, F. N., Susanti, R. H., & Ulfatin, N. (2020). LKPD Elektronik Pembelajaran Tematik Berbasis High Order Thinking Skills (HOTS) untuk Siswa Kelas III Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 6110–6119.
- Ramadani, B., & Isnaeni, W. (2022). Pbl-based e-lkpd (problem based learning) to facilitate student concept understanding on human sense system materials. *Journal of Biology Education*, 11(2), 254–262.
- Sani, R., & Ambarwati, R. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Submateri Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *Bioedu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(2), 323–338.
- Sari, D. N. I., Budiarmo, A. S., & Wahyuni, S. (2022a). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 524–532. <https://journal.uui.ac.id/ajie/article/view/971>



- Sari, D. N. I., Budiarmo, A. S., & Wahyuni, S. (2022b). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Higher Order Thinking Skill (HOTS) pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 524–532.
- Sari, D. Y., Syahri, I., & Hidayat, S. (2025). Pengembangan e -LKPD Etnobiologi Berbasis PBL Berbantuan Heyzine Flipbook Pada Materi Keanekaragaman Hayati Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kolaborasi Siswa Fase E. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(1), 59–70.
- Song, L., & Mao, R. (2024). A Study of the Effect of Text-to-Speech Tools on Reading Comprehension of Dyslexic Students. *Advances in Education*, 14(08), 1008–1014. <https://doi.org/10.12677/ae.2024.1481515>
- Suhirman. (2020). PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERMUATAN KARAKTER DAN KECERDASAN NATURALIS TERHADAP LITERASI SAINS SISWA. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(1), 170–179.
- Taufik, Susilawati, E. S., & Ruiyat, S. A. (2024). MENINGKATKAN KECERDASAN NATURALIS ANAK USIA 5-6 TAHUN MELALUI PROJECT BASED LEARNING. *Serumpun Mendidik*, 01(2), 145–152.
- Zhang, J., & Guo, J. (2022). The Application of PBL Teaching Method in the Course of Preschool Children’s Health Education. *Advances in Education*, 12(12), 5440–5444. <https://doi.org/10.12677/ae.2022.1212827>