

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS PjBL-STEM PADA POKOK BAHASAN ASAM BASA

Ni Nyoman Dayuni Purnamasari^{1*}, Yunita Arian Sani Anwar², Eka Junaidi³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Mataram. Jalan Majapahit No. 62 Mataram, NTB 83112, Indonesia.

* Coressponding Author. E-mail: dayuni1210@gmail.com

Received: 19 Februari 2025

Accepted: 30 Mei 2025
doi: 10.29303/cep.v8i1.8597

Published: 31 Mei 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-LKPD* berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi asam basa, serta mengetahui tingkat kevalidan dan kepraktisannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengembangan RnD (*Research and Development*) model 4D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*). Karakteristik *e-LKPD* yang dikembangkan ditujukan pada minat belajar siswa dengan empat karakteristik, yaitu kontekstual, proyek sederhana, gamifikasi dan audio-visual. Subjek penelitian melibatkan 32 siswa kelas XI Fase F di SMAN 6 Mataram. Analisis validitas dilakukan menggunakan formula indeks Aiken (*V*) dengan hasil skor 0.92, yang menunjukkan bahwa *e-LKPD* yang dikembangkan tergolong sangat valid. Sementara tingkat kepraktisan diukur berdasarkan respon guru dan siswa terhadap penggunaan *e-LKPD*, dengan persentase sebesar 92.95%, yang tergolong sangat praktis. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM yang dikembangkan telah memenuhi kriteria validitas dan praktikalitas tinggi, sehingga layak digunakan untuk pembelajaran pada materi asam basa di sekolah.

Kata Kunci: Pengembangan, *e-LKPD*, PjBL-STEM, asam basa

Development of PjBL-STEM-Based E-Worksheet on the Topic of Acids and Bases

Abstract

This study aims to develop an e-LKPD based on Project-Based Learning (PBL) integrated with the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach for acid-base materials, and to determine the level of validity and practicality. This study uses an R&D development method (Research and Development) 4D model (Define, Design, Develop, and Disseminate). The characteristics of the e-LKPD are designed to cater to students' learning interests, featuring four key features: contextual learning, simple projects, gamification, and audio-visual elements. The subjects of the study consisted of 32 students of class XI Phase F at SMAN 6 Mataram. Validity analysis was conducted using the Aiken index (V), which yielded a value of 0.92, indicating that the e-LKPD developed was classified as highly valid. The level of practicality was measured through teacher and student responses of e-LKPD, with a percentage result of 92.95%, which was in the very practical category. Thus, the results of this study indicate that the e-LKPD PjBL-STEM developed has met the criteria of high validity and practicality, making it suitable for use in schools to learn about acid-base materials.

Keywords: Development, *e-LKPD*, PjBL-STEM, acid-base

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia saat ini tengah mengalami transformasi yang signifikan dengan

diterapkannya Kurikulum Merdeka Belajar. Kurikulum ini menekankan pada pembelajaran yang fleksibel, berpusat pada siswa, berbasis proyek serta mendorong pengembangan

keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, dan literasi digital (Lubis *et al.*, 2023). Untuk mendukung hal tersebut, kurikulum menuntut guru untuk lebih kreatif dalam merancang serta mengembangkan sumber dan media pembelajaran yang relevan dan juga interaktif (Huda *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, pelaksanaan proses pembelajaran kimia di SMAN 6 Mataram masih menggunakan model dan metode pembelajaran yang bersifat satu arah atau konvensional. Kondisi demikian membuat siswa tampak tidak antusias dan pasif dalam pembelajaran (Adawiyah, 2021). Guru di sekolah tersebut lebih banyak berceramah tanpa ada penggunaan media pembelajaran yang mendukung. Pembelajaran tanpa adanya media akan cenderung monoton, kurang menarik, dan dapat menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami pembelajaran (Wiguna *et al.*, 2022).

Didukung dengan hasil wawancara guru dan siswa di SMAN 6 Mataram menunjukkan bahwa siswa menganggap kimia sulit dan membosankan. Kesulitan ini disebabkan keterbatasan sumber belajar yang masih bergantung pada buku cetak dan LKPD konvensional. Guru mengakui bahwa LKPD yang digunakan belum berbasis digital dan kurang interaktif akibat keterbatasan dalam penggunaan teknologi. Selain itu, metode pembelajaran yang monoton dan minim diterapkannya pendekatan *student centered learning* juga turut menurunkan minat belajar siswa (Anugrah, 2024). Minat belajar yang rendah berdampak pada hasil belajar siswa (Setiyowati *et al.*, 2017).

Upaya meningkatkan minat belajar dapat dilakukan dengan memanfaatkan sumber atau media pembelajaran yang inovatif, seperti *e-LKPD*, serta merancang model dan metode pembelajaran yang mendorong siswa untuk lebih aktif dalam belajar (Rohmatin & Wisanti, 2023). Model pembelajaran PjBL-STEM selaras dengan prinsip kurikulum merdeka, yang menitikberatkan pada pembelajaran berbasis proyek untuk mendorong keterlibatan siswa secara aktif, kreatif, dan kolaboratif (Kumalasari *et al.*, 2022).

Pemanfaatan *e-LKPD* berbasis proyek dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) sebagai sumber belajar atau media pembelajaran dapat secara efektif meningkatkan partisipasi siswa dalam proses pembelajaran (Kumalasari *et al.*, 2022). Pembelajaran berbasis proyek memotivasi siswa

untuk terlibat secara aktif dalam mengeksplorasi permasalahan nyata, sementara pendekatan STEM menggabungkan berbagai disiplin ilmu guna memberikan pemahaman yang lebih mendalam dan kontekstual (Dianti *et al.*, 2023).

Penelitian oleh Febrianto & Kurniawati (2023) menunjukkan bahwa *e-LKPD* PjBL-STEM efektif sebagai alat bantu pada materi asam basa, meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep siswa. Namun, *e-LKPD* yang dikembangkan masih mengacu pada Kurikulum 2013 yaitu kurikulum lama dan masih belum optimal dalam memanfaatkan teknologi digital, terutama dalam fitur evaluasi dan media interaktif yang dapat membantu siswa memahami materi dan konsep pembelajaran. Puspitasari *et al.* (2022) menyatakan bahwa unsur permainan atau kuis online dapat meningkatkan minat dan hasil belajar siswa. Hal ini memberikan peluang pengembangan *e-LKPD* lebih lanjut dengan penambahan fitur berbasis teknologi dan evaluasi interaktif untuk hasil pembelajaran yang lebih optimal.

Berdasarkan pemaparan di atas, solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan media pembelajaran berupa *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM. Media pembelajaran tersebut belum pernah diterapkan di SMAN 6 Mataram, karena lebih sering menggunakan buku cetak dan LKPD konvensional. Media ini dirancang untuk mendukung kolaborasi melalui proyek sederhana yang kontekstual dan relevan, serta dilengkapi dengan konten audio-visual dan evaluasi pembelajaran yang menarik melalui *games*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-LKPD* tersebut serta mengetahui tingkat kevalidan dan kepraktisannya.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan yaitu *Research and Development*, model 4D yang terdiri dari 4 tahapan yaitu *define, design, develop, dan disseminate*. Tahap *define* dilakukan dengan beberapa analisis yaitu analisis awal, analisis peserta didik, dan analisis konsep. Pada tahap tersebut dilakukan untuk mengetahui keterbutuhan terkait pengembangan *e-LKPD* yang akan dilakukan. Tahap *design* dilakukan untuk menyusun rancangan *e-LKPD* yang meliputi pemilihan perangkat media, pemilihan format dan perancangan awal untuk menghasilkan *prototype* 1. Tahap *develop*

dilakukan untuk menghasilkan produk akhir melalui penilaian validator dan perbaikan juga uji coba skala terbatas. Tahap *disseminate* (penyebaran) bertujuan untuk membagikan informasi mengenai produk yang dikembangkan sehingga dimanfaatkan dalam pembelajaran kimia. Subjek penelitian ini yaitu 32 siswa kelas XI Fase F SMAN 6 Mataram, yang digunakan untuk ujicoba produk dalam skala terbatas untuk kepentingan pengembangan pada tahap *develop*. Objek pada penelitian ini adalah produk yang dikembangkan, yaitu *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM.

Selain melalui observasi dan wawancara, data pada penelitian ini dikumpulkan menggunakan beberapa instrumen. Penelitian ini mengkaji validitas dan praktikalitas *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM yang dikembangkan. Instrumen yang digunakan yaitu lembar validasi; angket respons guru dan siswa; serta angket minat belajar siswa. Angket validasi ahli digunakan untuk menilai *e-LKPD* sehingga diketahui tingkat kevalidan serta saran perbaikan yang diperoleh dari tiga validator. Angket respon guru dan siswa digunakan untuk memperoleh tingkat kepraktisan *e-LKPD* yang dikembangkan setelah dilakukan uji coba produk pada subjek penelitian. Angket minat belajar digunakan untuk mengevaluasi minat belajar siswa setelah dipenggunaan *e-LKPD* oleh siswa.

Hasil validasi ahli dianalisis menggunakan Aiken (V) dengan rumus berikut.

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

V adalah indeks kesepakatan dari validator; s adalah selisih antara r dan lo; lo merujuk pada penilaian validitas terendah; r adalah skor yang diberikan oleh validator; n menunjukkan jumlah validator; dan c mengacu pada jumlah kategori yang dinilai validator (Hidayanti *et al.*, 2022). Interpretasi dari nilai validitas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kevalidan E-LKPD

No.	Rentang Indeks	Kategori
1.	$V \leq 0,4$	Kurang Valid
2.	$0,4 < V \leq 0,8$	Valid
3.	$0,8 < V \leq 1$	Sangat Valid

(Hidayanti *et al.*, 2022).

Analisis kepraktisan respons guru dan siswa diukur menggunakan persamaan *percentage of agreement* seperti pada formula berikut berikut.

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \%$$

P adalah nilai akhir kepraktisan; f adalah perolehan skor; dan N adalah skor maksimum (Hanisah *et al.*, 2022). Interpretasi angka yang diperoleh dari uji kepraktisan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan *e-LKPD*

No.	Interval Persentase	Kriteria
1.	$81,00 \% \leq P \leq 100,00\%$	Sangat praktis
2.	$61,00 \% \leq P \leq 80,00\%$	Praktis
3.	$41,00 \% \leq P \leq 60,00\%$	Cukup praktis
4.	$21,00 \% \leq P \leq 40,00\%$	Kurang praktis
5.	$0,00 \% \leq P \leq 20,00\%$	Tidak praktis

(Hanisah *et al.*, 2022)

Minat belajar siswa dianalisis menggunakan persamaan berikut.

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

P adalah persentase minat belajar peserta didik; n adalah jumlah skor minat belajar peserta didik; dan N adalah skor maksimal minat belajar peserta didik (Fernandez *et al.*, 2021). Interpretasi nilai skor dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Minat Belajar Siswa

No.	Interval Persentase	Kriteria
1.	76%-100%	Sangat baik
2.	51%-75%	Baik
3.	26%-50%	Kurang baik
4.	0%-25%	Tidak baik

(Fernandez *et al.*, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan beberapa analisis yang dilakukan pada tahap pendefinisian (*define*) diperoleh informasi bahwa di SMAN 6 Mataram masih menggunakan metode dan model pembelajaran konvensional, serta keterbatasan sumber dan media belajar untuk siswa. Pembelajaran semacam itu cenderung membuat siswa kurang menyukai pelajaran kimia, yang terlihat dari minimnya keaktifan mereka selama proses pembelajaran. Astafani *et al.* (2024), menyatakan bahwa keterbatasan media dan sumber belajar dapat menurunkan minat siswa terhadap mata pelajaran sains, termasuk kimia. Penggunaan metode konvensional tanpa variasi media dan pembelajaran yang tidak bermakna dapat membuat siswa merasa bosan dan kesulitan memahami pembelajaran (Adawiyah, 2021).

Hasil analisis peserta didik menunjukkan bahwa karakteristik peserta didik di sekolah tersebut cukup beragam dan lebih menyukai kegiatan pembelajaran aktif seperti kegiatan

praktikum ataupun proyek. Pembelajaran menggunakan *e-LKPD* memungkinkan penyesuaian dengan gaya belajar siswa. Oleh karena itu, integrasi elemen audio-visual, kegiatan proyek, dan evaluasi melalui permainan daring (*games*) pada *e-LKPD* dapat memenuhi kebutuhan siswa dengan gaya belajar visual, kinestetik, maupun auditori (Pokhrel, 2024). Melati *et al.* (2023), mengungkapkan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi dapat menambah pengalaman belajar siswa dengan memberikan fleksibilitas dan variasi metode penyampaian materi.

Pemilihan materi dilakukan berdasarkan analisis konsep yang dilakukan pada buku cetak yang menjadi sumber belajar bagi guru dan siswa. Hasil analisis konsep menunjukkan bahwa materi pembelajaran belum dikaitkan dengan penerapan kehidupan sehari-hari. Hal ini juga menjadi faktor rendahnya keterlibatan siswa (Dianti *et al.*, 2023). Adawiyah (2021) menyatakan bahwa pembelajaran yang tidak bermakna dapat membuat siswa merasa jenuh dan cenderung sulit memahami materi.

Tahapan *design* dilakukan berdasarkan hasil tahap *define* dengan menyajikan karakter berbasis kontekstual, proyek sederhana, menerapkan gamifikasi, dan memanfaatkan elemen audio-visual pada *e-LKPD*. Kemudian *e-LKPD* disusun dengan struktur yaitu 1) halaman sampul; 2) halaman kata pengantar; 3) halaman daftar isi; 4) halaman petunjuk penggunaan *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM; 5) capaian dan tujuan pembelajaran; 6) penjelasan STEM; 7) sintaks PjBL-STEM; 7) peta konsep; 8) kegiatan pembelajaran berdasarkan sintaks; 9) rangkuman; dan 10) daftar pustaka. Kegiatan pembelajaran di dalam *e-LKPD* memuat materi pembelajaran, gambar dan video ilustratif, soal kuis dalam bentuk permainan online, kegiatan proyek dan pengintegrasian elemen STEM.



Gambar 1. E-LKPD PjBL-STEM

Prototipe 1 yang dihasilkan melalui tahap *design* kemudian dinilai untuk menentukan skor validitasnya oleh tiga validator ahli yaitu dua dosen dari pendidikan kimia, FKIP, Universitas Mataram dan satu guru kimia dari SMAN 6 Mataram. Pada tahap ini, hasil validitas yang diperoleh disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validitas *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM

No.	Komponen	V
1.	Kegrafikan	0,94
2.	Penyajian	0,89
3.	Kelayakan isi	0,93
4.	Kebahasaan	0,93
Rata-rata		0,92

Berdasarkan hasil validitas, skor rata-rata terhadap beberapa komponen penilaian diperoleh sebesar 0,92 yang menandakan bahwa *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM yang dikembangkan memiliki katagori sangat valid. Menurut Nurdyansyah *et al.* (2021), hasil validitas yang baik terhadap media yang dikembangkan dapat menjadi landasan bahwa media tersebut telah memenuhi standar kualitas yang tinggi sehingga layak digunakan dalam pembelajaran.

Setelah *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM dinyatakan valid dan direvisi sesuai saran para ahli, selanjutnya dilakukan ujicoba skala terbatas pada subjek yang telah ditentukan untuk diketahui uji kepraktisannya melalui respons guru dan siswa. Nilai kepraktisan melalui 2 respons guru di SMAN 6 Mataram diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kepraktisan *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM Melalui Respons Guru

No.	Komponen	P
1.	Kemenerikan	92,50%
2.	Kemudahan	95,83%
3.	Manfaat	97,50%
Rata-rata		95,31%

Skor rata-rata dari hasil uji kepraktisan melalui respons guru diperoleh nilai 95,31%. Skor tersebut masuk ke dalam katagori sangat praktis yang mencerminkan bahwa *e-LKPD* yang dikembangkan mudah untuk diaplikasikan oleh guru dalam proses belajar mengajar (Azhari & Huda, 2022). Sedangkan nilai kepraktisan melalui 32 respons siswa di SMAN 6 Mataram diperoleh hasil seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan *e*-LKPD berbasis PjBL-STEM Melalui Respons Siswa

No.	Komponen	P
1.	Kemenarikan	91,50%
2.	Kemudahan	88,00%
3.	Manfaat	92,50%
Rata-rata		90,60%

Skor rata-rata dari hasil uji kepraktisan melalui respons siswa diperoleh nilai 90,60% yang masuk dalam katagori sangat praktis. Hal ini menunjukkan bahwa *e*-LKPD yang dikembangkan mudah digunakan dan membantu siswa untuk memahami materi pembelajaran (Hanisah *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil uji kepraktisan melalui respons guru dan siswa, diperoleh rata-rata kepraktisan *e*-LKPD berbasis PjBL-STEM yaitu 92,95% masuk dalam katagori sangat praktis dari aspek kemenarikan, kemudahan, dan manfaat *e*-LKPD. Produk dinyatakan praktis jika mendapat tanggapan positif dari responden, yang dapat dievaluasi berdasarkan angket respons guru dan siswa. (Arifin *et al.*, 2015). Respons guru dan siswa pada setiap aspek yang dinilai ada diantara rentang 81,00 % $\leq P \leq$ 100,00%, artinya setiap aspek direspons positif oleh responden.

e-LKPD berbasis PjBL-STEM yang dikembangkan disusun atas 4 karakter utama yang ditujukan pada minat belajar siswa yaitu kontekstual, proyek sederhana, gamifikasi, dan audio-visual. Oleh karena itu dilakukan evaluasi setelah dilakukan ujicoba produk *e*-LKPD terhadap minat belajar siswa. Hasil tersebut disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Minat Belajar Siswa

No.	Komponen	P
1.	Perasaan senang	83,1%
2.	Perhatian	81,2%
3.	Ketertarikan	82,1%
4.	Keterlibatan	81,5%
Rata-rata		81,90%

Hasil minat belajar siswa setelah penggunaan *e*-LKPD berbasis PjBL-STEM memperoleh skor rata-rata 81,90% yang dinilai melalui indikator minat belajar dengan empat aspek yaitu perasaan senang, perhatian, ketertarikan dan keterlibatan. Skor tersebut masuk dalam katagori sangat baik (Fernandez *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa *e*-LKPD yang dikembangkan sudah sesuai dengan karakter yang ditujukan pada minat belajar.

Karakter kontekstual disusun dengan tujuan mendukung siswa melihat relevansi teori dengan kehidupan sehari-hari. Seperti pada materi asam basa misalnya yang sangat dekat dengan lingkungan sekitar siswa, yaitu penggunaan sabun saat mandi dan mencuci serta penggunaan lemon atau jeruk pada makanan. Hal ini ditujukan untuk membuat siswa menjadi tertarik untuk mempelajari kimia. Penelitian Pokhrel (2024), menyatakan bahwa pembelajaran yang relevan dengan kehidupan siswa membuat siswa lebih tertarik untuk belajar. Karakter proyek sederhana disusun dengan tujuan memberikan siswa ruang bagi siswa untuk berpartisipasi atau melibatkan diri dalam kegiatan belajar. Adanya kegiatan proyek dalam pembelajaran dapat mendorong siswa untuk terlibat aktif melalui eksplorasi dan kolaborasi (Hoerunnisa *et al.*, 2024). Kegiatan proyek yang dilakukan siswa adalah membuat kit indikator alami dengan menggunakan kertas saring yang hasilnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu larutan apakah bersifat asam atau basa. Karakter gamifikasi disusun dengan tujuan untuk membangun suasana belajar yang menyenangkan sehingga siswa dapat merasa senang dalam belajarnya. Karakter gamifikasi yang dimaksud merujuk pada penggunaan permainan atau *games* sebagai alat evaluasi dalam pembelajaran, dengan tujuan menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan. Penggunaan *games* dalam belajar efektif untuk meningkatkan minat belajar dan pemahaman siswa (Rahmadhea, 2024). Permainan yang dituangkan pada *e*-LKPD yaitu kuis mencocokkan pernyataan, kuis latihan soal dari beberapa bantuan *website* seperti baamboozle, quizizz, wordwall, dan kahoot.it. Sedangkan karakter audio-visual disusun untuk membantu siswa memahami materi asam basa dengan baik sehingga dapat menarik perhatian siswa. Kombinasi elemen audio-visual dapat meningkatkan perhatian siswa terhadap pembelajaran (Susilo & Mustofa, 2024).

Model PjBL yang dikombinasikan dengan pendekatan STEM dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap sikap positif siswa serta proses pembelajaran (Setari *et al.*, 2024). Pengintegrasian STEM ke dalam pembelajaran dapat memberikan siswa kesempatan untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggabungkan disiplin ilmu yaitu *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics* (Noperman, 2024). Kegiatan proyek yang dirancang pada *e*-LKPD berbasis PjBL-STEM mengarahkan siswa untuk melakukan pembuatan

kit indikator alami dengan bahan-bahan yang mudah dijumpai dan ada di lingkungan sekitar.

Kegiatan ini mencakup elemen *science* saat siswa mempelajari prinsip asam basa dan cara mengidentifikasi pH dengan indikator. Pada elemen *technology*, siswa menggunakan alat digital seperti pH meter untuk mengukur dan memvalidasi perubahan warna dari kit. Elemen *engineering* terlihat dari aktivitas merancang kit indikator, sedangkan elemen *mathematics* muncul dalam pengukuran kertas saring dan analisis data perubahan warna pada berbagai pH saat kit diuji.

e-LKPD berbasis PjBL-STEM yang dikembangkan masih memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu kendala terletak pada penggunaan dan penerapan *e*-LKPD berbasis kontekstual secara online, yang menjadi hambatan bagi siswa yang tidak memiliki akses internet. Selain itu, tantangan lain dalam penerapan *e*-LKPD berbasis PjBL-STEM adalah kebutuhan waktu bagi siswa untuk memanfaatkan beberapa komponen di dalam *e*-LKPD serta persiapan yang harus dilakukan secara menyeluruh.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, diperoleh simpulan bahwa *e*-LKPD berbasis PjBL-STEM pada materi asam basa telah berhasil dikembangkan dengan karakteristik kontekstual, proyek sederhana, gamifikasi dan audio-visual. *e*-LKPD berbasis PjBL-STEM yang dikembangkan memperoleh kriteria sangat valid dan sangat praktis, sehingga dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran kimia.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melanjutkan penelitian ini hingga tahap pengujian efektivitas. Pengujian tersebut akan memberikan wawasan lebih mendalam mengenai tingkat efektivitas penggunaan *e*-LKPD berbasis STEM-PjBL dalam pembelajaran kimia. Melalui uji efektivitas, *e*-LKPD ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi media pembelajaran yang optimal dan efisien dalam mendukung proses pembelajaran kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah, F. (2021). Variasi Metode Mengajar Guru Dalam Mengatasi Kejenuhan Siswa Di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Paris Langkis*, 2(1), 68–82. <https://doi.org/10.37304/paris.v2i1.3316>
Anugrah, S. P. (2024). Pembelajaran Berbasis

Proyek Dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Pembelajaran*, 6(3), 959–963.

<https://doi.org/doi.org/10.31970/pendidikan.v6i3.1497>

Arifin, U. F., Hadisaputro, S., & Susilaningsih, E. (2015). Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Siswa Terintegrasi Guided Inquiry Untuk Keterampilan Proses Sains. *Chemistry in Education*, 4(1), 54–60. <https://journal.unnes.ac.id/sju/chemined/article/view/4714>

Astafani, A., Resmawati, R. F., & Hakim, M. E. L. (2024). Systematic Review: Faktor-Faktor Kesulitan Belajar Materi Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(2), 81–88.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15294/qmlym619>

Azhari, A., & Huda, Y. (2022). Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (*e*-LKPD) pada Mata Pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 1 Batang Natal. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 2646–2657. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jptam.v6i1.2984>

Dianti, S. A. T., Pamelasari, S. D., & Hardianti, R. D. (2023). Pendekatan Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan STEM terhadap Peningkatan Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Seminar Nasional IPA XIII*, 432–442.

Febrianto, Y., & Kurniawati, D. (2023). Pengembangan *e*-LKPD Terintegrasi STEM-PjBL pada Materi Asam Basa Kelas XI SMA Menggunakan Flip PDF Professional Software. *Jurnal Entalpi Pendidikan Kimia*, 31–39. <https://doi.org/10.24036/epk.v4i2.314>

Fernandez, V., Tunnisa, L. F., Aulia, N. R., & Hidayati, N. (2021). Minat Belajar Siswa Terhadap Pembelajaran Biologi dengan Menggunakan Media Powerpoint. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 5(1), 17–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.32502/dikbio.v5i1.2993>

Hanisah, Irhasyurna, Y., & Yulinda, R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Ispring Suite 10 Pada Materi Reproduksi Tumbuhan untuk Mengukur Hasil Belajar. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(3), 6–16.

- <https://doi.org/10.55784/jupeis.vol1.iss3.68>
 Hidayanti, S. A., Burhanuddin, B., Siahaan, J., & Hakim, A. (2022). Pengembangan Modul Praktikum Kimia Berbasis Problem Based Learning Materi Asam Basa. *Chemistry Education Practice*, 5(2), 202–207. <https://doi.org/10.29303/cep.v5i2.3158>
- Hoerunnisa, M., Purnamasari, S., & Rahmani, A. (2024). Analisis Implementasi Science Technology Engineering Mathematics (STEM) dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(1), 79–89. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1469>
- Huda, C., Reffiane, F., & Saputra, Henry, J. S. (2024). *Paradigma Pembelajaran IPA Berbasis Proyek Berdiferensiasi Menyukkseskan Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka*. NEM Publisher.
- Kumalasari, A. E., Shofiyani, D., Leonida, F. D. E., Anggita, F. D., Putri, N. T., & Ahmad, N. (2022). Implementasi Pembelajaran IPA Berbasis STEM Dan Project Based Learning (PjBL) Dalam Kurikulum Merdeka Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V SDN Mrawan 01. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(2), 433–447. <https://doi.org/https://doi.org/10.23969/jp.v9i2.16021>
- Lubis, M. U., Siagian, F. A., Zega, Z., Nuhdin, & Nasution, A. F. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan Abad 21 dalam Pendidikan. *Anthor Educational and Learning Journal*, 2(5), 691–695. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/anthor.v1i5.222>
- Melati, E., Fayola, A. D., Hita, I. P. A. D., Saputra, A. M. A., Zamzami, Z., & Ninasari, A. (2023). Pemanfaatan Animasi sebagai Media Pembelajaran Berbasis Teknologi untuk Meningkatkan Motivasi Belajar. *Journal on Education*, 6(1), 732–741. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.2988>
- Noperman, F. (2024). *Strategi Pembelajaran Sains Abad 21*. Bhuana Ilmu Populer.
- Nurdyansyah, Udin, B., & Alfian Rosid, M. (2021). Pengembangan Media Alat Peraga Edukatif Interaktif (APEI) Laboratorium Bengkel Belajar Berbasis Custom By User. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6(1), 54–71. <https://doi.org/10.32832/educate.v6i1.4047>
- Pokhrel, S. (2024). *Pengembangan E-LKPD Interaktif Materi Struktur Atom Berbasis Pendekatan Kontekstual Berbantuan Liveworksheet*. Universitas Jambi.
- Puspitasari, R., Suparman, S., & Fahrurnisa, F. (2022). Pengaruh Media Pembelajaran Kahoot Berbasis Game Based Learning terhadap Minat dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(6), 8214–8226. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i6.4382>
- Rahmadhea, S. (2024). Pemanfaatan Game Edukasi Untuk Meningkatkan Minat Dan Pemahaman Siswa Dalam Pembelajaran Sains. *JSE: Journal Sains and Education*, 2(2), 33–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.59561/jse.v2i02.380>
- Rohmatin, I. C., & Wisanti, W. (2023). Pengembangan Video Blog Berbantuan E-LKPD Lumut dan Paku-Pakuan Sebagai Sumber Belajar untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 12(2), 539–553. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Setari, D., Yuliawati, L., & Mardjohan, M. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) Berbasis Pendekatan Stem Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. *PI-MATH: Jurnal Pendidikan Matematika Sebelas April*, 3(1), 82–95. <https://ejournal.unsap.ac.id/index.php/pi-math>
- Setiyowati, P., Winaryati, E., & Indah, W. K. (2017). Pengaruh Kompetensi Pedagogik Guru Terhadap Minat Belajar Siswa pada Materi Sifat Koligatif Larutan. *Prosiding Seminar Nasional*, 279–285.
- Susilo, A. C., & Mustofa, T. A. (2024). Efektivitas Penerapan Media Audio Visual dalam Meningkatkan Pembelajaran Fiqih di SMP Muhammadiyah. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(2), 1797–1808. <https://doi.org/10.58230/27454312.608>
- Wiguna, A. C., Oktari, D., Salamah, I. S., Eloisa, J. A. De, & Prihantini, P. (2022). Pentingnya Keterampilan Variasi Mengajar Guru Dalam Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 8(2), 2045–2057. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v8i2.513>