MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v6i3.9899

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN E-LKPD MATERI REAKSI REDOKS BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK FASE E SMTI PADANG

The Effectiveness of Using E-LKPD for Redox Reaction Material Based on Problem Based Learning on the Learning Outcomes of Phase E Students at SMTI Padang

Sampaikan Sabda Zebua & Syamsi Aini
Universitas Negeri Padang
sampaikanzebua2005@gmail.com; syamsiaini@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Mar 19, 2026	Apr 16, 2026	Apr 28, 2026	May 3, 2026

Abstract

Although the integration of digital learning media has received attention in various previous studies, research that specifically discusses the effectiveness of Problem-Based Learning (PBL)-based E-LKPD in improving learning outcomes on redox reaction material remains limited. This study aims to evaluate the effectiveness of using PBL-based E-LKPD on redox reaction material on the learning outcomes of Phase E students at SMK SMTI Padang. This study used a quantitative approach with a pre-experimental design in the form of a one-group pretest-posttest design, involving 35 students selected using purposive sampling. Data were collected using a multiple-choice test instrument administered in the form of a pretest and posttest, then analyzed using the N-Gain test. The results showed a significant improvement in learning outcomes, with the average score increasing from 29.64 in the pretest to 88.39 in the posttest, and an N-Gain score of 0.83 in the high category. These findings contribute to the development of constructivism-based learning and expand understanding of the

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

integration of digital media with problem-based learning. The conclusion of this study confirms that PBL-based E-LKPD is effective in improving students' conceptual understanding and learning outcomes on redox reaction material. The implications of this study include theoretical contributions to digital learning innovation and practical implications for educators in improving the quality of chemistry learning through the use of PBL-based E-LKPD.

Keywords: E-LKPD; Problem-Based Learning; Learning Outcomes; Redox Reactions; Chemistry Learning

Abstrak: Meskipun integrasi media pembelajaran digital telah menjadi perhatian dalam berbagai penelitian sebelumnya, kajian yang secara khusus membahas efektivitas E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dalam meningkatkan hasil belajar pada materi reaksi redoks masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan E-LKPD materi reaksi redoks berbasis PBL terhadap hasil belajar peserta didik fase E di SMK SMTI Padang. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain pra-eksperimen berupa *one group pretest-posttest design*, melibatkan 35 peserta didik yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes pilihan ganda yang diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest*, kemudian dianalisis menggunakan uji N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang signifikan, dengan nilai rata-rata meningkat dari 29,64 pada *pretest* menjadi 88,39 pada *posttest*, serta nilai N-Gain sebesar 0,83 dalam kategori tinggi. Temuan ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran berbasis konstruktivisme serta memperluas pemahaman mengenai integrasi media digital dengan pembelajaran berbasis masalah. Simpulan penelitian ini menegaskan bahwa E-LKPD berbasis PBL efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar peserta didik pada materi reaksi redoks. Implikasi penelitian ini mencakup kontribusi teoretis bagi inovasi pembelajaran digital serta implikasi praktis bagi pendidik dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kimia melalui pemanfaatan E-LKPD berbasis PBL.

Kata Kunci: E-LKPD; *Problem Based Learning*; Hasil Belajar; Reaksi Redoks; Pembelajaran Kimia

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada abad ke-21 telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang pendidikan. Transformasi ini sejalan dengan konsep *Society* 5.0 yang menekankan integrasi teknologi dengan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta pemecahan masalah peserta didik (Suwarma, 2025). Dalam konteks pendidikan kimia, pemanfaatan teknologi melalui media pembelajaran digital seperti E-LKPD (*Electronic* Lembar Kerja Peserta Didik) menjadi salah satu inovasi yang mampu mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan fleksibel (Anggraeni et al., 2024). Namun demikian, implementasi media digital belum sepenuhnya mampu mengatasi permasalahan pembelajaran, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti reaksi redoks. Materi ini diketahui masih menjadi salah satu topik yang sulit dipahami peserta didik karena melibatkan

konsep bilangan oksidasi, transfer elektron, serta representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik secara simultan (Fernandez, 2020). Kondisi ini berdampak pada rendahnya hasil belajar, sebagaimana ditemukan di SMK SMTI Padang di mana hanya 16,60% peserta didik yang mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM).

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan pembelajaran yang tidak hanya mengandalkan media digital, tetapi juga mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam membangun pemahaman konsep. Salah satu model pembelajaran yang relevan adalah *Problem Based Learning* (PBL), yang menekankan pada proses pemecahan masalah kontekstual sebagai sarana untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif (Savery, 2021). Secara teoretis, PBL sejalan dengan pendekatan konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui pengalaman belajar dan interaksi sosial (Faizah & Simamora, 2020). Integrasi PBL ke dalam E-LKPD memungkinkan terciptanya pembelajaran yang tidak hanya interaktif secara digital, tetapi juga bermakna secara kognitif, karena peserta didik terlibat langsung dalam proses eksplorasi dan pemecahan masalah.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis PBL memiliki potensi dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. (Savira, 2023) melaporkan bahwa penggunaan E-LKPD berbasis PBL menghasilkan peningkatan hasil belajar dengan nilai N-Gain sebesar 0,76 dalam kategori tinggi. Demikian pula, (Rahayu, 2025) menemukan bahwa E-LKPD efektif meningkatkan hasil belajar dengan nilai N-Gain sebesar 0,87. Selain itu, penelitian pengembangan oleh (Phitantyos & Aini, 2025) menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada tahap pengembangan dan uji kelayakan produk, serta belum secara spesifik mengkaji efektivitas penggunaan E-LKPD berbasis PBL terhadap hasil belajar peserta didik dalam konteks pembelajaran nyata. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menguji secara empiris efektivitas penggunaan E-LKPD berbasis Problem Based Learning pada materi reaksi redoks terhadap hasil belajar peserta didik. Penelitian ini didasarkan pada integrasi teori konstruktivisme dan model pembelajaran PBL, yang menekankan pada pembelajaran aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik. Dengan memanfaatkan

media E-LKPD yang interaktif serta sintaks PBL yang sistematis, diharapkan peserta didik dapat memahami konsep redoks secara lebih mendalam dan mengurangi miskonsepsi yang sering terjadi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan media pembelajaran digital yang inovatif serta menjadi alternatif solusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kimia, khususnya pada materi yang bersifat kompleks seperti reaksi redoks. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat efektivitas penggunaan E-LKPD materi reaksi redoks berbasis Problem Based Learning (PBL) terhadap hasil belajar peserta didik fase E di SMK SMTI Padang.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian pra-eksperimen (*pre-experimental design*). Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk menguji efektivitas suatu perlakuan, yaitu penggunaan E-LKPD berbasis Problem Based Learning (PBL), terhadap hasil belajar peserta didik. Karakteristik utama penelitian pra-eksperimen adalah tidak adanya kelompok kontrol sebagai pembanding, sehingga pengukuran efektivitas dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perlakuan dalam satu kelompok yang sama (Sugiyono, 2022). Desain penelitian yang digunakan adalah *one group pretest-posttest design*. Dalam desain ini, peserta didik diberikan tes awal (*pretest*) untuk mengetahui kemampuan awal sebelum pembelajaran, kemudian diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis PBL, dan diakhiri dengan tes akhir (*posttest*) untuk mengukur peningkatan hasil belajar setelah perlakuan. Desain ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi perubahan yang terjadi akibat penerapan media pembelajaran yang digunakan, sehingga dapat digunakan untuk menilai tingkat efektivitasnya.

Penelitian ini dilakukan selama empat bulan yaitu dari Januari sampai April 2026. Partisipan dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas X TKI fase E di SMK SMTI Padang tahun ajaran 2025/2026. Sampel penelitian terdiri dari satu kelas, yaitu kelas X.4 TKI yang berjumlah 35 peserta didik. Pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu. Pertimbangan tersebut meliputi kesesuaian materi yang sedang dipelajari dengan topik penelitian serta adanya permasalahan pada hasil belajar peserta didik yang masih rendah berdasarkan data nilai

sebelumnya. Dengan demikian, kelas tersebut dinilai representatif untuk menguji efektivitas penggunaan E-LKPD berbasis PBL.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes hasil belajar dalam bentuk soal pilihan ganda sebanyak 16 butir, yang diberikan pada saat *pretest* dan *posttest.* Instrumen ini disusun berdasarkan indikator tujuan pembelajaran pada materi reaksi redoks dan telah melalui proses uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, serta daya pembeda oleh peneliti sebelumnya (Maharani et al., 2025). Prosedur pengumpulan data dilakukan dalam tiga tahap, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan penyelesaian. Pada tahap pelaksanaan, peserta didik mengikuti pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis PBL sesuai dengan sintaks model pembelajaran, dimulai dari orientasi masalah hingga evaluasi pemecahan masalah. Data yang diperoleh berupa skor pretest dan posttest yang mencerminkan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif dengan menggunakan uji N-Gain untuk mengukur peningkatan hasil belajar peserta didik. Nilai N-Gain dihitung berdasarkan selisih antara skor pretest dan posttest yang dinormalisasi, kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi (Hake, 2014). Selain itu, nilai N-Gain juga dikonversikan ke dalam bentuk persentase untuk menentukan tingkat efektivitas pembelajaran. Analisis ini dipilih karena relevan dengan tujuan penelitian, yaitu untuk mengetahui sejauh mana penggunaan E-LKPD berbasis PBL mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik secara signifikan.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar peserta didik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis PBL. Peningkatan ini terlihat dari perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen yang terdiri dari 35 peserta didik. Nilai rata-rata *pretest* sebesar 29,64 menunjukkan bahwa kemampuan awal peserta didik berada pada kategori rendah. Setelah diberikan perlakuan, nilai rata-rata *posttest* meningkat menjadi 88,39 yang menunjukkan capaian hasil belajar yang tinggi.

Selain itu, selisih rata-rata antara *pretest* dan *posttest* sebesar 58,75 mengindikasikan adanya peningkatan yang signifikan pada hasil belajar peserta didik. Berdasarkan analisis lebih lanjut menggunakan uji N-Gain, diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,83 yang termasuk dalam kategori tinggi. Nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik mengalami

peningkatan hasil belajar yang optimal setelah mengikuti pembelajaran. Hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Rata-rata nilai pretest dan posttest peserta didik

Jenis Tes	Rata-rata Nilai
Pretest	29,64
Posttest	88,39

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang jelas antara nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* peserta didik setelah penggunaan E-LKPD berbasis PBL. Selanjutnya, hasil analisis peningkatan hasil belajar menggunakan uji N-Gain disajikan pada Tabel 2.

Table 2. Hasil uji N-Gain peserta didik

Indikator	Nilai	Kategori
N-Gain	0,83	Tinggi
N-Gain (%)	83,09%	Efektif

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai N-Gain berada pada kategori tinggi dengan persentase efektivitas sebesar 83,09%. Hal ini menggambarkan bahwa peningkatan hasil belajar terjadi secara konsisten pada sebagian besar peserta didik.

Meskipun secara umum terjadi peningkatan hasil belajar yang signifikan, terdapat beberapa data yang tidak sepenuhnya mengikuti pola peningkatan optimal. Berdasarkan data posttest, terdapat satu peserta didik yang memperoleh nilai terendah sebesar 68,75, yang masih berada di bawah sebagian besar peserta didik lainnya. Selain itu, beberapa peserta didik menunjukkan peningkatan yang tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan peserta didik lain, meskipun tetap mengalami peningkatan dari nilai awal. Variasi ini menunjukkan bahwa tidak semua peserta didik mengalami peningkatan dengan tingkat yang sama, yang mengindikasikan adanya perbedaan kemampuan individu dalam menerima dan mengolah pembelajaran.

Perhitungan nilai hasil belajar peserta didik dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$nilai\ peserta\ didik = \frac{\sum skor\ jawaban\ yang\ diperoleh}{skor\ maksimal} x100 \qquad (1)$$

Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat peningkatan hasil belajar digunakan rumus N-Gain sebagai berikut:

$$normalized\ gain\ (g) = \frac{nilai\ posttes - nilai\ pretes}{skor\ maksimum - nilai\ pretest} \quad (2)$$

Rumus tersebut digunakan untuk mengukur efektivitas peningkatan hasil belajar peserta didik secara kuantitatif berdasarkan perbandingan kondisi sebelum dan sesudah pembelajaran.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD berbasis Problem Based Learning (PBL) memberikan peningkatan yang signifikan terhadap hasil belajar peserta didik pada materi reaksi redoks. Hal ini ditunjukkan oleh kenaikan nilai rata-rata dari pretest sebesar 29,64 menjadi 88,39 pada posttest, serta nilai N-Gain sebesar 0,83 yang termasuk dalam kategori tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran yang diterapkan mampu meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik secara optimal. Jika dikaitkan dengan tujuan penelitian, yaitu untuk mengetahui efektivitas penggunaan E-LKPD berbasis PBL, maka hasil ini menunjukkan bahwa hipotesis penelitian dapat diterima. Secara lebih mendalam, peningkatan tersebut tidak hanya mencerminkan perubahan skor, tetapi juga menunjukkan adanya proses konstruksi pengetahuan yang lebih baik pada peserta didik setelah mengikuti pembelajaran.

Secara teoritis, peningkatan hasil belajar ini dapat dijelaskan melalui integrasi antara media pembelajaran digital dan model pembelajaran berbasis masalah (Siregar et al., 2025). E-LKPD sebagai media pembelajaran interaktif memungkinkan peserta didik untuk mengakses materi secara fleksibel dan mandiri, sehingga mendukung proses belajar yang lebih aktif. Sementara itu, PBL mendorong peserta didik untuk terlibat dalam pemecahan masalah kontekstual, yang pada akhirnya meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme dalam (Suparlan, n.d.) yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui pengalaman belajar dan interaksi sosial. Dengan demikian, kombinasi E-LKPD dan PBL menciptakan lingkungan belajar yang tidak hanya informatif, tetapi juga partisipatif dan bermakna.

Hasil penelitian ini juga konsisten dengan temuan penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh (Savira, 2023) menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis PBL mampu meningkatkan hasil belajar dengan nilai N-Gain sebesar 0,76 dalam kategori tinggi. Demikian pula, penelitian (Rahayu, 2025) melaporkan nilai N-Gain sebesar 0,87 yang menunjukkan

efektivitas tinggi dari penggunaan E-LKPD dalam pembelajaran. Temuan dalam penelitian ini yang memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,83 berada pada rentang yang sama, sehingga memperkuat bukti empiris bahwa integrasi E-LKPD dan PBL efektif dalam meningkatkan hasil belajar. Selain itu, penelitian pengembangan oleh (Phitantyos & Aini, 2025 ; Fitriyah & Ghofur, 2021) yang menyatakan bahwa E-LKPD berbasis PBL telah valid dan praktis juga didukung oleh hasil penelitian ini dari sisi efektivitasnya dalam konteks pembelajaran nyata. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengonfirmasi temuan sebelumnya, tetapi juga melengkapi celah penelitian dengan memberikan bukti empiris mengenai efektivitas penggunaan produk yang telah dikembangkan.

Implikasi dari penelitian ini dapat dilihat dari aspek praktis dan teoretis. Secara praktis, hasil penelitian memberikan alternatif solusi bagi guru dalam memilih media dan model pembelajaran yang efektif, khususnya pada materi kimia yang bersifat abstrak seperti reaksi redoks. Penggunaan E-LKPD berbasis PBL dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik, mendorong pembelajaran mandiri, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat penerapan teori konstruktivisme dan model PBL dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi digital. Integrasi media digital dengan pendekatan pembelajaran aktif terbukti mampu meningkatkan kualitas pembelajaran, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan inovasi pembelajaran di masa mendatang.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, penelitian ini hanya menggunakan satu kelas eksperimen tanpa adanya kelompok kontrol, sehingga tidak dapat membandingkan secara langsung efektivitas pembelajaran dengan metode lain. Kedua, jumlah sampel yang terbatas pada satu kelas di satu sekolah menyebabkan generalisasi hasil penelitian perlu dilakukan secara hati-hati. Ketiga, durasi penelitian yang relatif singkat juga membatasi pengamatan terhadap dampak jangka panjang dari penggunaan E-LKPD berbasis PBL. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan desain eksperimen yang lebih kuat, melibatkan kelompok kontrol, serta memperluas jumlah dan variasi sampel agar hasil yang diperoleh lebih komprehensif dan representatif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi reaksi redoks. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest, dengan rata-rata skor meningkat dari 29,64 menjadi 88,39, serta nilai N-Gain sebesar 0,83 yang termasuk dalam kategori tinggi. Temuan ini secara langsung menjawab tujuan penelitian dan mendukung hipotesis bahwa penerapan E-LKPD berbasis PBL mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik secara optimal. Selain itu, peningkatan yang terjadi tidak hanya bersifat kuantitatif, tetapi juga mencerminkan adanya perbaikan dalam pemahaman konsep dan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran.

Kontribusi penelitian ini terhadap pengembangan ilmu pendidikan, khususnya dalam bidang pendidikan kimia dan inovasi pembelajaran berbasis teknologi. Secara teoretis, hasil penelitian ini memperkuat relevansi teori konstruktivisme dan model *Problem Based Learning* dalam pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Secara praktis, penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa integrasi media digital berupa E-LKPD dengan model pembelajaran PBL dapat menjadi alternatif solusi untuk mengatasi kesulitan belajar pada materi yang bersifat abstrak seperti reaksi redoks. Selain itu, penelitian ini juga melengkapi studi sebelumnya dengan menguji aspek efektivitas dari produk E-LKPD yang telah dinyatakan valid dan praktis, sehingga memberikan kontribusi pada tahapan implementasi dalam pengembangan media pembelajaran.

Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya. 1) Menggunakan desain eksperimen yang lebih kuat dengan melibatkan kelompok kontrol agar dapat membandingkan efektivitas pembelajaran secara lebih komprehensif. 2) Perluasan jumlah dan karakteristik sampel dari berbagai sekolah atau wilayah berbeda perlu dilakukan untuk meningkatkan generalisasi hasil penelitian. 3) Mengkaji efektivitas E-LKPD berbasis PBL dalam jangka panjang, serta mengintegrasikannya dengan variabel lain seperti motivasi belajar, keterampilan berpikir kritis, atau literasi digital untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai dampak pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraeni, M. E., Abudarin, A., Sadiana, I. M., Fatah, A. H., & Asi, N. B. (2024). The needs analysis for the development of differentiated learning e-worksheet (e-LKPD) on the

acid-base concept. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang, 15*(2), 370–376. https://doi.org/10.37304/jikt.v15i2.339

Faizah, N. O., Sudatha, I. G. W., & Simamora, A. H. (2020). Pengembangan Multimedia Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Journal of Education Technology, 4*(1), 52–58. https://doi.org/10.23887/jet.v4i1.24091

Fitriyah, I. M. N., & Ghofur, M. A. (2021). Pengembangan E-LKPD Berbasis Android dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan, 18*(2), 218–229. https://doi.org/10.21831/jep.v18i2.41224

Goes, L. F., Nogueira, K. S. C., & Fernandez, C. (2020). Limitations of teaching and learning redox: A systematic review. *Problems of Education in the 21st Century, 78*(5), 698–718. https://doi.org/10.33225/pec/20.78.698

Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Department of Physics, Indiana University.

Maharani, M., & Suryani, O. (2025). Efektivitas LKPD Berbasis PBL pada Materi Asam Basa Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Fase F SMA. *Afeksi: Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan, 6*(3), 590–597. https://doi.org/10.59698/afeksi.v6i3.496

Phitantyos, S., & Aini, S. (2025). Pengembangan E-LKPD Materi Reaksi Redoks Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Fase E SMK. *JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, 8*(3), 2807–2812. https://doi.org/10.54371/jiip.v8i3.7273

Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1*(1), 9–20. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002

Savira, R. T., Suherman, S., & Atikah, C. (2023). Efektivitas Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik Digital (E-LKPD) Berbasis Aplikasi Liveworksheets pada Materi Animalia Kelas X di SMA Negeri 4 Kota Serang. *JTPPm: Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran, 10*(1), 59–68. https://doi.org/10.62870/jtppm.v10i1.21399

Siregar, J., Badriah, A., Aprilia, S., & Saifudin, A. (2025). Integrasi Manajemen Pendidikan, Deep Learning, dan AI dalam Pembelajaran Berbasis Masalah di SMK Kesehatan: Integration of Educational Management, Deep Learning, and AI in Problem-Based Learning at Health Vocational Schools. *Al-Gafari: Manajemen dan Pendidikan, 3*(2), 122–140. https://www.jurnal.zarilgapari.org/index.php/gafari/article/view/202

Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Pendidikan: Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Suparlan, S. (2019). Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran. *ISLAMIKA: Jurnal Keislaman dan Ilmu Pendidikan, 1*(2), 79–88. https://doi.org/10.36088/islamika.v1i2.208

Suwarma, D. M., & Jenuri, J. (2025). Adaptive education in the era of Society 5.0: Integration of digital literacy technology and humanistic values. *MSJ: Majority Science Journal, 3*(4), 11–19. https://doi.org/10.61942/msj.v3i4.480

Uzma, I. A., & Rahayu, Y. S. (2025). Efektivitas E-LKPD Berbasis Guided Discovery untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XII pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu), 14*(1), 140–148. https://doi.org/10.26740/bioedu.v14n1.p140-148