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.v6i4.10995

EFEKTIVITAS E-LKPD HIDROKARBON BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* TERHADAP HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS X SMK SMTI PADANG

Effectiveness of Hydrocarbon E-LKPD Based on Problem Based Learning on Learning Outcomes of Grade X Students at SMK SMTI Padang

Firnanda Aji Saputra & Syamsi Aini
Universitas Negeri Padang
firnanda.aji.saputra.30@gmail.com; syamsiaini@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
May 20, 2026	Jun 17, 2026	Jun 29, 2026	Jul 4, 2026

Abstract

Although the use of electronic Student Worksheets (e-LKPD) and the Problem Based Learning (PBL) model has been widely studied, research that specifically analyzes the effectiveness of PBL-based hydrocarbon e-LKPD that has been declared valid and practical on the learning outcomes of vocational high school students remains limited. This study aims to analyze the effectiveness of PBL-based hydrocarbon e-LKPD on the learning outcomes of Grade X students at SMK SMTI Padang. This study used a quantitative approach with a quasi-experimental nonequivalent control group design involving 70 students selected through purposive sampling. Data were collected using a multiple-choice test instrument administered through pretests and posttests, and then analyzed using descriptive statistics, prerequisite tests, N-Gain analysis, and Analysis of Covariance (ANCOVA). The results showed that the mean posttest score of the experimental class was 83.69, which was higher than that of the control class, which was 62.74. The experimental class obtained an N-Gain score of 0.76 in the high category, while the control class obtained an N-Gain score of 0.39 in the moderate

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

category. The ANCOVA results showed that the use of PBL-based hydrocarbon e-LKPD had a significant effect on students' learning outcomes after controlling for initial ability ($F = 82.439$; $p < 0.001$). These findings contribute to the development of technology-based chemistry learning and expand understanding of the effectiveness of digital learning media integrated with PBL in vocational education. The conclusion of this study affirms that PBL-based hydrocarbon e-LKPD is effective in improving students' learning outcomes. The implications of this study include theoretical contributions to the development of digital chemistry learning literature and practical implications for teachers and schools in implementing interactive learning media that are relevant to vocational learning needs.

Keywords: e-LKPD; Problem Based Learning; Learning Outcomes; Hydrocarbons; Chemistry Learning

Abstrak: Meskipun penggunaan *electronic* Lembar Kerja Peserta Didik (e-LKPD) dan model *Problem Based Learning* (PBL) telah banyak diteliti, kajian yang secara khusus menganalisis efektivitas e-LKPD hidrokarbon berbasis PBL yang telah dinyatakan valid dan praktis terhadap hasil belajar peserta didik SMK masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas e-LKPD hidrokarbon berbasis PBL terhadap hasil belajar peserta didik kelas X SMK SMTI Padang. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen tipe *nonequivalent control group design* yang melibatkan 70 peserta didik yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes pilihan ganda yang diberikan melalui *pretest* dan *posttest*, kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji prasyarat, analisis *N-Gain*, dan *Analysis of Covariance* (ANCOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen sebesar 83,69 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 62,74. Kelas eksperimen memperoleh nilai *N-Gain* sebesar 0,76 dengan kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol memperoleh nilai *N-Gain* sebesar 0,39 dengan kategori sedang. Hasil ANCOVA menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD hidrokarbon berbasis PBL berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar peserta didik setelah mengendalikan kemampuan awal ($F = 82{,}439$; $p < 0{,}001$). Temuan ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran kimia berbasis teknologi serta memperluas pemahaman mengenai efektivitas media pembelajaran digital yang terintegrasi dengan PBL pada pendidikan vokasi. Simpulan penelitian ini menegaskan bahwa e-LKPD hidrokarbon berbasis PBL efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Implikasi penelitian ini mencakup kontribusi teoretis bagi pengembangan literatur pembelajaran kimia digital dan implikasi praktis bagi guru serta sekolah dalam mengimplementasikan media pembelajaran interaktif yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran vokasional.

Kata Kunci: e-LKPD; *Problem Based Learning*; Hasil Belajar; Hidrokarbon; Pembelajaran Kimia

PENDAHULUAN

Pendidikan pada abad ke-21 menuntut peserta didik untuk tidak sekadar menghafal fakta, melainkan menguasai keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (Faizin et al., 2023). Kemampuan tersebut dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan melibatkan

aktivitas pemecahan masalah secara kontekstual (De Costa & Van Gorp, 2023). Di lingkungan sekolah menengah kejuruan (SMK) seperti SMK SMTI Padang, pelajaran kimia sangat penting karena berkaitan langsung dengan dunia kerja dan industri, contohnya pada proses pengolahan bahan, reaksi kimia industri, pengendalian mutu produk, serta keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Namun, pembelajaran kimia masih menjadi tantangan bagi banyak peserta didik karena menuntut pemahaman terhadap tiga level representasi kimia secara simultan, yaitu level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Chandrasegaran et al., 2007).

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran kimia masih sering menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) cetak biasa yang belum memfasilitasi pembelajaran aktif dan kontekstual. LKPD konvensional cenderung menyajikan informasi secara linear sehingga kurang mendukung visualisasi konsep kimia yang abstrak. Akibatnya, peserta didik lebih banyak menghafal konsep dibandingkan membangun pemahaman yang bermakna, yang pada akhirnya berpotensi menimbulkan miskonsepsi (Fitriyah & Ghofur, 2021). Kesulitan ini sangat terlihat pada materi hidrokarbon, di mana sebanyak 82,4% peserta didik tingkat SMA dan SMK merasa kesusahan dalam memahami konsep struktur molekul dan isomernya (Apmiyanti, 2024). Temuan tersebut sejalan dengan hasil observasi awal di SMK SMTI Padang yang dilakukan oleh Rahmadoni dan Aini (2025) yang menunjukkan bahwa 93% peserta didik merasa LKPD yang digunakan belum mampu menghubungkan materi pembelajaran dengan permasalahan nyata yang relevan dengan dunia industri. Salah satu pendekatan yang dinilai efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model pembelajaran ini menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran sehingga mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan konstruksi pengetahuan secara mandiri (Varadarajan & Ladage, 2022). Penelitian Pamungkas dan Wantoro (2024) menunjukkan bahwa model PBL sangat efektif, di mana hasil belajar peserta didik mengalami peningkatan rata-rata sebesar 27,8% yang sejalan dengan meningkatnya kemampuan berpikir kritis mereka. Selain itu, perkembangan teknologi pendidikan telah mendorong penggunaan bahan ajar digital, salah satunya e-LKPD, yang memungkinkan peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih interaktif dan fleksibel. Penggunaan lembar kerja digital terbukti mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik, motivasi belajar, dan pemahaman konsep melalui integrasi teks, gambar, serta aktivitas interaktif (Troy et al., 2013;ter Horst et al., 2024). Penelitian Suryaningsih dam Nurlita (2021) menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD

interaktif mampu meningkatkan hasil belajar dengan nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,65 (kategori sedang-tinggi).

Pada materi hidrokarbon, penggunaan media pembelajaran inovatif juga menunjukkan hasil yang menjanjikan. Oktavianita dkk..(2019) melaporkan bahwa penggunaan media Karami (Kartu Rahasia Kimia) meningkatkan nilai rata-rata peserta didik dari 62,4 menjadi 82,6. Penelitian Apmiyanti (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD interaktif pada materi hidrokarbon menghasilkan nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,71 yang termasuk kategori tinggi. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada pengembangan media atau pengujian efektivitas model pembelajaran secara terpisah. Penelitian yang mengintegrasikan e-LKPD dengan sintaks *Problem Based Learning* pada materi hidrokarbon dan menguji efektivitasnya terhadap hasil belajar peserta didik masih relatif terbatas.

Selain itu, penelitian Rahmadoni dan Aini (2025) telah berhasil mengembangkan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* yang memiliki tingkat validitas sangat tinggi (0,88) serta tingkat kepraktisan yang sangat baik berdasarkan penilaian peserta didik (92,59%) dan guru (92,78%). Namun, penelitian tersebut masih terbatas pada tahap pengembangan sehingga belum memberikan bukti empiris mengenai efektivitas produk terhadap hasil belajar peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas penggunaan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* terhadap hasil belajar peserta didik kelas X SMK SMTI Padang.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian kuasi eksperimen (*quasi-experimental research*) untuk menguji efektivitas penggunaan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terhadap hasil belajar peserta didik. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian bertujuan mengukur pengaruh suatu perlakuan terhadap variabel terikat melalui analisis statistik, sedangkan penelitian kuasi eksperimen dipilih karena peneliti tidak melakukan pengacakan subjek penelitian, melainkan menggunakan kelas yang telah terbentuk sebelumnya (Sugiyono, 2013).

Desain penelitian yang digunakan adalah *nonequivalent control group design*, yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based*

Learning, sedangkan kelas kontrol menggunakan bahan ajar yang biasa digunakan di sekolah. Kedua kelompok diberikan *pretest* sebelum perlakuan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik dan *posttest* setelah pembelajaran untuk mengukur hasil belajar. Nilai *pretest* digunakan sebagai kovariat dalam analisis sehingga perbedaan kemampuan awal antar kelompok dapat dikendalikan (Sugiyono, 2013).

Partisipan penelitian berjumlah 70 peserta didik kelas X Program Teknik Kimia Industri (TKI) SMK SMTI Padang yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik ini digunakan karena pemilihan sampel didasarkan pada pertimbangan tertentu, yaitu kesetaraan karakteristik kelas berdasarkan rekomendasi guru mata pelajaran. Sampel terdiri atas 35 peserta didik kelas X-5 TKI sebagai kelas eksperimen dan 35 peserta didik kelas X-4 TKI sebagai kelas kontrol (Sugiyono, 2013).

Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes hasil belajar berbentuk 30 soal pilihan ganda yang telah melalui uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda sebelum digunakan dalam penelitian (Arikunto, 2010). Pengumpulan data diawali dengan pemberian *pretest* kepada kedua kelompok untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik. Selanjutnya, kelas eksperimen mengikuti pembelajaran menggunakan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning*, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran menggunakan bahan ajar sekolah. Setelah seluruh proses pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan *posttest* menggunakan instrumen yang sama untuk mengukur hasil belajar setelah perlakuan.

Analisis data dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 26. Tahap analisis diawali dengan statistik deskriptif, kemudian dilanjutkan dengan uji prasyarat yang meliputi uji normalitas menggunakan Shapiro–Wilk, uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test, uji kesetaraan kemampuan awal menggunakan *Independent Sample t-test*, serta uji homogenitas kemiringan regresi sebagai prasyarat analisis *Analysis of Covariance* (ANCOVA). Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan ANCOVA dengan nilai *pretest* sebagai kovariat untuk mengendalikan pengaruh kemampuan awal peserta didik terhadap hasil belajar. Selain itu, peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan skor *Normalized Gain* (*N-Gain*) berdasarkan klasifikasi yang dikemukakan oleh Hake (1999).

Tabel 1. Kriteria N-Gain

Nilai N-Gain	Interpretasi
$0{,}70 \leq g \leq 100$	Tinggi
$0{,}30 \leq g < 0{,}70$	Sedang
$0{,}00 < g < 0{,}30$	Rendah
$g = 0{,}0$	Tidak terjadi peningkatan

HASIL

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terhadap hasil belajar peserta didik kelas X SMK SMTI Padang. Data penelitian diperoleh melalui *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan bahwa rata-rata nilai *pretest* kelas kontrol sebesar 39,03, sedangkan rata-rata nilai *pretest* kelas eksperimen sebesar 33,57. Setelah pembelajaran, rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen meningkat menjadi 83,69, sedangkan rata-rata nilai *posttest* kelas kontrol mencapai 62,74. Deskripsi hasil belajar peserta didik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Statistik deskriptif hasil belajar peserta didik

Kelas	N	Rerata pretest	Rerata posttest
Kontrol	35	39,03	62,74
Eksperimen	35	33,57	83,69

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* mampu meningkatkan penguasaan konsep peserta didik secara lebih optimal dibandingkan pembelajaran menggunakan bahan ajar konvensional. Hal ini mengindikasikan bahwa integrasi media digital dengan sintaks PBL memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif dalam membantu peserta didik memahami materi hidrokarbon.

Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, data dianalisis melalui uji prasyarat. Hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro–Wilk* menunjukkan bahwa data *pretest* pada kedua kelompok berdistribusi normal. Data *posttest* kelas kontrol juga berdistribusi normal, sedangkan data *posttest* kelas eksperimen menunjukkan nilai signifikansi di bawah 0,05. Hasil uji homogenitas varians menggunakan *Levene's Test* memperoleh nilai signifikansi sebesar

0,024. Selanjutnya, uji kesetaraan kemampuan awal menggunakan *Independent Sample t-test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan awal antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Adapun hasil uji homogenitas kemiringan regresi menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,490 sehingga asumsi homogenitas kemiringan regresi terpenuhi.

Tabel 3. Hasil N-gain

Kelas	N-Gain	Kategori
Eksperimen	0,76	Tinggi
Kontrol	0,39	Sedang

Berdasarkan Tabel 3, nilai N-Gain yang berada pada kategori tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik mengalami peningkatan penguasaan konsep setelah mengikuti pembelajaran menggunakan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning*. Sebaliknya, peningkatan pada kelas kontrol hanya berada pada kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan e-LKPD berbasis PBL lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar dibandingkan pembelajaran konvensional.

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Analysis of Covariance* (ANCOVA) dengan nilai *pretest* sebagai kovariat. Hasil analisis menunjukkan bahwa kemampuan awal peserta didik berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar ($F = 7{,}070$; $p = 0{,}010$). Setelah pengaruh kemampuan awal dikendalikan, faktor perlakuan menunjukkan nilai F sebesar 82,439 dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0{,}05$). Hasil lengkap analisis ANCOVA disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis ANCOVA

Sumber keragaman	JK	df	RJK	F	Sig.
Pretest	718,348	1	718,348	7,070	0,010
Kelompok	8376,613	1	8376,613	82,439	0,000
Error	6807,881	67	101,610	-	-

Berdasarkan Tabel 4, Hasil analisis ANCOVA menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar peserta didik setelah kemampuan awal dikendalikan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan awal peserta didik, tetapi juga oleh efektivitas perlakuan yang diberikan selama proses pembelajaran.

Selain itu, hasil analisis menunjukkan nilai koefisien determinasi (*Adjusted* R^2) sebesar 0,539, yang mengindikasikan bahwa model mampu menjelaskan 53,9% variasi hasil belajar peserta didik setelah mempertimbangkan pengaruh kemampuan awal dan perlakuan yang diberikan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar peserta didik. Temuan tersebut didukung oleh hasil statistik deskriptif, analisis N-Gain, dan uji ANCOVA yang secara konsisten menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh hasil belajar yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Dengan demikian, penggunaan e-LKPD berbasis PBL terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar pada materi hidrokarbon.

Secara konseptual, peningkatan hasil belajar tersebut terjadi karena e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* menyediakan lingkungan belajar yang interaktif dan berpusat pada peserta didik. Melalui e-LKPD, peserta didik memperoleh kesempatan untuk mengeksplorasi konsep menggunakan berbagai representasi, sedangkan sintaks PBL mendorong peserta didik mengidentifikasi masalah, mencari informasi, berdiskusi, menguji alternatif solusi, dan menarik kesimpulan secara mandiri. Kombinasi tersebut memungkinkan terjadinya konstruksi pengetahuan yang lebih bermakna dibandingkan pembelajaran yang hanya berorientasi pada penyampaian materi. Kajian sistematis terbaru menunjukkan bahwa implementasi *Problem Based Learning* dalam pembelajaran kimia secara konsisten meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, dan keterlibatan peserta didik, terutama ketika dipadukan dengan media pembelajaran digital (Gazali et al., 2025).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Suryaningsih dan Nurlita (2021) yang menunjukkan bahwa e-LKPD interaktif mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik melalui pembelajaran yang lebih aktif. Penelitian Pamungkas dan Wantoro (2024) juga melaporkan bahwa model *Problem Based Learning* berpengaruh positif terhadap hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Pada lingkup internasional, temuan ini konsisten dengan kajian sistematis oleh Zhai et al., (2021) yang menyimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran sains meningkatkan keterlibatan peserta didik, kualitas interaksi belajar, dan pencapaian akademik.

Penelitian ini juga melengkapi penelitian Ramadoni dan Aini (2025) yang mengembangkan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* dengan tingkat validitas dan kepraktisan yang sangat tinggi. Penelitian tersebut belum mengevaluasi efektivitas produk terhadap hasil belajar peserta didik, sedangkan penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa e-LKPD yang telah dinyatakan valid dan praktis juga efektif meningkatkan hasil belajar melalui pengujian menggunakan desain kuasi eksperimen dan analisis ANCOVA. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memvalidasi kualitas produk pembelajaran, tetapi juga mengonfirmasi dampaknya terhadap capaian belajar peserta didik.

Temuan penelitian ini memiliki implikasi teoretis maupun praktis. Secara teoretis, hasil penelitian memperkuat bukti bahwa integrasi media pembelajaran digital dengan *Problem Based Learning* mendukung pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan meningkatkan pemahaman konseptual pada materi kimia. Secara praktis, e-LKPD berbasis PBL dapat dijadikan alternatif bahan ajar digital yang mendukung implementasi Kurikulum Merdeka karena mampu meningkatkan partisipasi aktif peserta didik, pembelajaran mandiri, serta kemampuan pemecahan masalah. Berbagai kajian literatur terbaru juga menunjukkan bahwa penggunaan media digital yang dipadukan dengan model pembelajaran aktif merupakan salah satu arah pengembangan pembelajaran kimia yang paling relevan dalam mendukung kompetensi abad ke-21.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Penelitian hanya dilakukan pada satu sekolah dengan jumlah sampel yang relatif terbatas sehingga generalisasi hasil penelitian perlu dilakukan secara hati-hati. Selain itu, penelitian hanya mengukur hasil belajar pada ranah kognitif dan belum mengevaluasi pengaruh penggunaan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* terhadap kemampuan berpikir kritis, literasi sains, kreativitas, maupun retensi belajar peserta didik. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel yang lebih luas, mengimplementasikan e-LKPD pada materi kimia lainnya, serta mengombinasikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas e-LKPD berbasis *Problem Based Learning*. Rekomendasi tersebut juga sejalan dengan hasil kajian sistematis terbaru yang menekankan perlunya penelitian lanjutan pada berbagai konteks pembelajaran dan jenjang pendidikan untuk memperkuat bukti empiris mengenai efektivitas PBL dalam pembelajaran kimia.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi hidrokarbon di kelas X SMK SMTI Padang. Integrasi e-LKPD dengan model *Problem Based Learning* mampu menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, interaktif, dan berpusat pada peserta didik sehingga membantu mereka membangun pemahaman konseptual secara lebih baik. Temuan ini menjawab tujuan penelitian bahwa penerapan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* merupakan salah satu alternatif pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar pada materi kimia yang bersifat abstrak.

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran kimia, baik secara teoretis maupun praktis. Secara teoretis, hasil penelitian memperkuat bukti empiris mengenai efektivitas integrasi media pembelajaran digital dengan model *Problem Based Learning* dalam mendukung pembelajaran yang berorientasi pada konstruksi pengetahuan peserta didik. Secara praktis, penelitian ini memberikan rekomendasi bagi guru untuk memanfaatkan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* sebagai salah satu inovasi pembelajaran yang mendukung implementasi Kurikulum Merdeka dan penguatan keterampilan abad ke-21. Selain itu, penelitian ini memperluas kajian mengenai pemanfaatan e-LKPD pada konteks pendidikan vokasi, khususnya pada pembelajaran kimia di Sekolah Menengah Kejuruan.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada cakupan sampel yang terbatas pada satu sekolah dan pengukuran yang hanya difokuskan pada hasil belajar ranah kognitif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih luas dengan karakteristik sekolah yang beragam, menguji penerapan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* pada materi kimia lainnya, serta mengeksplorasi pengaruhnya terhadap variabel lain, seperti kemampuan berpikir kritis, literasi sains, motivasi belajar, dan retensi belajar. Penelitian selanjutnya juga dapat memanfaatkan desain eksperimen yang lebih kuat atau pendekatan *mixed methods* untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai efektivitas penggunaan e-LKPD dalam pembelajaran kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Apmiyanti, T., & Yerimadesi, Y. (2024). Validitas dan Praktikalitas E-LKPD Interaktif Berbasis Guided Discovery Learning Berbantuan Liveworksheet pada Materi

Hidrokarbon untuk Fase F SMA. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA, 4*(4), 431–438. https://doi.org/10.51878/science.v4i4.3492

Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.

Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice, 8*(3), 293–307. https://doi.org/10.1039/B7RP90006F

De Costa, P. I., & Van Gorp, K. (2023). Centering critical multilingual language awareness in language teacher education: Towards more evidence-based instructional practices. *Language Awareness, 32*(4), 553–559. https://doi.org/10.1080/09658416.2023.2285359

Faizin, M., Rahman, R. N., Labibah, S., Saharani, V. A., & Nabila, A. N. (2023). Keterampilan Pendidik Abad 21 dalam Mengaplikasikan Pendekatan Student Centered Learning pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam. *EL-BANAT: Jurnal Pemikiran dan Pendidikan Islam, 13*(1), 1–22. https://doi.org/10.54180/elbanat.2023.13.1.1-22

Fitriyah, I. M. N., & Ghofur, M. A. (2021). Pengembangan E-LKPD Berbasis Android dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan, 3*(5), 1957–1970. https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i5.718

Gazali, F., Rahayu, S., Munzil, M., Wonorahardjo, S., & Alam, M. D. (2025). Systematic literature review on the application of problem-based learning model in chemistry education. *Eclética Química, 50*, Article e1598. https://doi.org/10.26850/1678-4618.eq.v50.2025.e1598

Oktavianita, R., Kurniasih, D., & Fitriani, F. (2019). Efektivitas Penggunaan Media Karami (Kartu Rahasia Kimia) terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa pada Materi Hidrokarbon Kelas XI IPA MAN Kubu Raya. *AR-RAZI Jurnal Ilmiah, 7*(1), 19–26. https://doi.org/10.29406/ar-r.v7i1.1377

Pamungkas, R. S. A., & Wantoro, J. (2024). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis melalui Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran PPKn Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu, 8*(2), 1286–1297. https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i2.7360

Rahmadoni, G. N., & Aini, S. (2025). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning untuk Materi Hidrokarbon di SMK Fase E. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan, 7*(1), 18–27. https://doi.org/10.31004/edukatif.v7i1.7938

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Suryaningsih, S., & Nurlita, R. (2021). Pentingnya Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Inovatif dalam Proses Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia, 2*(7), 1256–1268. https://doi.org/10.36418/japendi.v2i7.233

ter Horst, N., Dietrich, J., & Wilke, T. (2024). DigitalChemLab—Digital and complexity-differentiated learning modules in an out-of-school student laboratory. *Journal of Chemical Education, 101*(5), 1810–1821. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01228

Troy, A. S., Shallcross, A. J., & Mauss, I. B. (2013). A person-by-situation approach to emotion regulation: Cognitive reappraisal can either help or hurt, depending on the

context. *Psychological Science, 24*(12), 2505–2514. https://doi.org/10.1177/0956797613496434

Varadarajan, S., & Ladage, S. (2022). Exploring the role of scaffolds in problem-based learning (PBL) in an undergraduate chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice, 23*(1), 159–172. https://doi.org/10.1039/D1RP00180A

Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J.-B., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A review of artificial intelligence (AI) in education from 2010 to 2020. *Complexity, 2021*, Article 8812542. https://doi.org/10.1155/2021/8812542