

Analisis E-LKPD Berbasis *Problem Based Learning* Terintegrasi Simulasi Laboratorium Virtual terhadap Literasi Sains Siswa

Asma Yunita¹, Agusminarti²

^{1,2} Pendidikan IPA, Universitas Muhammadiyah Riau

230603021@student.umri.ac.id¹, agusminarti@umri.ac.id²

Article Info

Article history:

Received June 26, 2026

Revised June 29, 2026

Accepted July 01, 2026

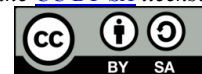
Keywords:

Digital Student Worksheets, Problem Based Learning, virtual laboratory simulation, scientific literacy, science learning

ABSTRACT

This study examines the potential of developing electronic student worksheets (E-LKPD) based on Problem-Based Learning (PBL) combined with virtual laboratory simulations to enhance students' scientific literacy. The study employed a systematic literature review method involving 25 selected articles, comprising 15 from reputable national journals and 10 from credible international journals. The findings indicate that PBL-based E-LKPDs incorporating virtual laboratory simulations play a significant role in improving students' scientific literacy. Research shows that integrating virtual laboratory simulations into E-LKPDs supports investigative activities, problem-solving, and the exploration of scientific concepts. Based on the literature analysis, it is concluded that developing E-LKPDs that integrate virtual laboratory simulations with the Problem-Based Learning approach is a promising strategy for enhancing students' scientific literacy. The practical implications of this study suggest combining E-LKPDs, PBL, and virtual laboratory simulations in science education to foster a learning process that is more interactive, contextual, and student-oriented.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Article Info

Article history:

Received June 26, 2026

Revised June 29, 2026

Accepted July 01, 2026

Kata kunci:

E-LKPD, *Problem Based Learning*, simulasi virtual laboratorium, literasi sains, pembelajaran IPA

ABSTRAK

Penelitian ini meneliti potensi pengembangan E-LKPD yang berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan simulasi laboratorium virtual guna meningkatkan literasi sains siswa. Studi dilaksanakan dengan metode tinjauan literatur sistematis yang melibatkan 25 artikel terpilih, termasuk 15 artikel dari jurnal nasional bereputasi serta 10 artikel dari jurnal internasional yang telah diakui kredibilitasnya. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa E-LKPD yang berbasis PBL dan simulasi laboratorium virtual secara signifikan berperan dalam peningkatan literasi sains pada siswa. Beberapa riset menunjukkan bahwa penggabungan simulasi laboratorium virtual ke dalam E-LKPD dapat mendukung aktivitas investigasi, pemecahan masalah, dan eksplorasi konsep sains. Berdasarkan analisis literatur, disimpulkan bahwa pengembangan E-LKPD yang mengintegrasikan simulasi virtual laboratorium dengan pendekatan *Problem Based Learning* adalah strategi yang menjanjikan untuk meningkatkan literasi sains siswa. Implikasi praktis dari penelitian ini menyarankan penggabungan E-LKPD, PBL, dan simulasi laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA untuk mendukung proses belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada siswa.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Asma Yunita

Universitas Muhammadiyah Riau

Email: 230603021@student.umriac.id

Pendahuluan

Pendidikan adalah dasar penting bagi pertumbuhan dan kemajuan sebuah bangsa dalam meningkatkan pengetahuan serta keterampilan agar dapat menghadapi tantangan yang terus berubah seiring berjalannya waktu (Rezki & Yanto, 2025).

Pembelajaran adalah proses di mana guru mengajar dan berinteraksi dengan siswa. Salah satu materi pembelajaran yang diajarkan di sekolah menengah pertama adalah pelajaran IPA. Pembelajaran IPA adalah cara untuk membantu siswa memahami ide-ide dalam ilmu pengetahuan alam. Pembelajaran IPA mencakup proses, hasil kerja, sikap, serta penerapan yang dilakukan secara utuh (Safitri et al., 2022).

Proses belajar di sekolah tidak semudah yang terlihat, karena selain memberikan ilmu dari guru ke siswa, juga harus membimbing, membangun, dan membantu siswa dalam merancang pengetahuan agar mereka bisa lebih kreatif dan lebih produktif. Siswa diberi bimbingan agar bisa membangun pengetahuan mereka sendiri, sehingga lebih mudah menguasai materi pelajaran di sekolah dan kemudian bisa menerapkan apa yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari. Guru juga bertindak sebagai pemicu agar siswa aktif belajar, mendapatkan pengetahuan sendiri, dan mampu menyelesaikan masalah dengan ide yang dimilikinya (Nurmasita et al., 2023).

Kemampuan literasi sains peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Literasi sains tidak hanya mencakup pemahaman konsep, tetapi juga kemampuan menganalisis fenomena, memanfaatkan bukti ilmiah, serta menerapkan pengetahuan sains dalam menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari. (Hidayati & Rachmadiarti, 2024).

Peningkatan literasi sains memerlukan penerapan model pembelajaran yang sesuai, salah satunya adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model ini melibatkan peserta didik secara aktif dalam memecahkan masalah kontekstual sehingga mendorong kemampuan berpikir kritis, bekerja sama, serta mengembangkan keterampilan ilmiah melalui proses belajar yang berpusat pada peserta didik (Cahyanto et al., 2024).

Media pembelajaran harus ada selama proses pembelajaran agar siswa mudah memahami materi. Baik LKPD maupun model pembelajaran PBL dapat digunakan untuk melatih literasi sains siswa. Integrasi E-LKPD dengan simulasi laboratorium virtual menjadi alternatif solusi dalam pembelajaran IPA, terutama pada materi yang bersifat abstrak atau membutuhkan praktikum. Media ini memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen secara virtual sehingga pengalaman belajar menjadi lebih bermakna meskipun terdapat keterbatasan fasilitas laboratorium di sekolah (Hidayati & Rachmadiarti, 2024).

Metode

Kajian ini memanfaatkan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengevaluasi hasil-hasil penelitian terkait integrasi simulasi laboratorium virtual ke dalam E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) guna meningkatkan literasi sains siswa. Metode SLR dipilih untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh tentang temuan-temuan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian. Berdasarkan proses seleksi, diperoleh 25 artikel yang terdiri atas 15 jurnal nasional dan 10 jurnal internasional pada tahun 2022–2025 dan dipilih berdasarkan kriteria inklusi yang relevan dengan fokus penelitian. Metode SLR dipilih untuk mengumpulkan dan menyusun dengan cara yang sistematis penemuan ilmiah dari berbagai penelitian sebelumnya, sehingga dapat menciptakan sintesis yang valid, terstruktur, dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademis.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Rekapitulasi Analisis Hasil Artikel dari 25 Artikel Terpilih yang Terdiri dari 15 Jurnal Nasional dan 10 Jurnal Internasional

No	Sitasi	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Cahyanto et al., 2024)	Implementasi Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL) Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa	Temuan penelitian menunjukkan penggunaan <i>Problem Based Learning</i> (PBL) yang dipadukan dengan LKPD terbukti mampu meningkatkan literasi sains peserta didik. Meskipun dalam implementasinya masih ditemukan beberapa kendala, pendekatan ini tetap berpotensi menjadi alternatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA.
2	(Nuzula & Sudibyo, 2022)	Penerapan Model <i>Problem Based Learning</i> untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa SMP pada Pembelajaran IPA	Analisis hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) mampu memperbaiki kemampuan literasi sains siswa. Aspek kompetensi atau proses sains mencapai tingkat tertinggi. Aspek pengetahuan, proses, dan sikap sains di kategori sedang, sedangkan aspek konteks aplikasi sains di kategori rendah. Secara keseluruhan, peningkatan literasi sains berada pada kategori sedang yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,38.

3	(Evalina et al., 2024)	Implementasi <i>Problem Based Learning</i> Berbantuan Media Pembelajaran Inovatif untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar	Analisis hasil memperlihatkan bahwa integrasi media pembelajaran dalam penerapan <i>Problem Based Learning</i> (PBL) yang didukung oleh media baru dapat meningkatkan literasi sains siswa. Siswa lebih termotivasi untuk melihat, berbicara, dan berbagi ide dalam kegiatan kelompok dengan bantuan media pembelajaran. Hasil siswa sebelum dan setelah tes menunjukkan peningkatan literasi sains tersebut.
4	(Nurmasita et al., 2023)	Pengembangan e-LKPD Berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada Materi Reaksi Redoks	Tahap analisis mencakup identifikasi kebutuhan pengembangan, melakukan evaluasi kelayakan, dan menetapkan kriteria bahan ajar yang akan dibuat. Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, diperoleh persentase kelayakan materi serta tanggapan guru yang menunjukkan bahwa media yang dihasilkan memperoleh penilaian layak sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran.
5	(Sani & Ambarwati, 2024)	Pengembangan E-LKPD Berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada Materi Upaya Pelestarian Keanekaragaman Hayati untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA	Untuk validasi, skor lembar penilaian dihitung dan ditafsirkan menggunakan skala Likert. Hasil penilaina menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL) memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Dengan demikian, media tersebut dinilai sesuai untuk mendukung proses pembelajaran Biologi.
6	(Rohmaya et al., 2023)	Efektivitas E-LKPD Kimia SMA/MA dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berkonteks Isu-isu Sosial Sains dalam Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik	Analisis deskriptif dapat digunakan untuk menilai peningkatan hasil belajar siswa dengan melihat tingkat literasi sains siswa melalui indikator nilai rata-rata, penyebaran data, N-gain, dan standar deviasi. Analisis ini juga digunakan untuk menggambarkan tingkat kemampuan siswa untuk memahami sains serta perubahan yang terjadi setelah pembelajaran.
7	(Ramadhanti et al., 2025)	<i>Improving Students' Critical Thinking Skills through E LKPD</i>	Temuan penelitian mengindikasikan bahwa LKPD digital memiliki kelayakan dan efektivitas yang baik karena

		<i>Assisted by V-Lab and PBL with Proteus 8: A Case Study of Digital Instrument Material at SMA KP 2 Ciparay</i>	memperoleh hasil validasi yang tinggi. Pembelajaran juga berlangsung dengan baik, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan partisipasi siswa dari 80% menjadi 85%.
8	(Rezki & Yanto, 2025)	Pengaruh Model <i>Problem Based Learning</i> Berbantuan <i>PhET Simulations</i> Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII SMPN 34 Padang	Integrasi <i>Problem Based Learning</i> (PBL) dengan simulasi PhET efektivitas yang sangat baik. Tingkat keterlaksanaan pembelajaran mencapai 97,5%, sedangkan respons positif peserta didik mencapai 87,15%, yang mengindikasikan penerimaan yang sangat baik terhadap pembelajaran.
9	(Haryanti et al., 2023)	Penerapan <i>Virtual Laboratory</i> dengan Menggunakan Model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) untuk Mendukung Proses Pembelajaran Kimia	Penggunaan laboratorium virtual sebagai pendukung model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) memberikan hasil yang positif terhadap pembelajaran materi laju reaksi. Fitur simulasi yang disajikan mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, sehingga peserta didik lebih mudah membangun pemahaman konseptual dan memperoleh hasil belajar yang lebih baik.
10	(Umaroh et al., 2022)	Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E LKPD) Berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) untuk Memfasilitasi Kemampuan Penalaran Peserta Didik pada Materi Lingkaran	Penilaian dari ahli materi mengindikasikan bahwa E-LKPD berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) memiliki kelayakan yang sangat baik untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika dengan capaian rata-rata 91,67%. Di sisi lain, hasil validasi ahli pembelajaran mencapai 72,68% yang tergolong baik, sehingga secara keseluruhan menunjukkan hasil yang positif.
11	(Safitri et al., 2022)	Uji Kelayakan E-LKPD Berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP	Hasil kajian memperlihatkan bahwa E-LKPD berbasis PBL terbukti memiliki kualitas yang baik ditinjau dari aspek validitas, reliabilitas, dan kepraktisan. Implementasi media tersebut mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik pada kategori sedang serta memperoleh respons positif selama proses pembelajaran.
12	(Hidayati & Rachmadiarti,	Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL Sub Materi	Berdasarkan hasil validasi para ahli bahwa E-LKPD berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) memenuhi

	2024)	Pencemaran Lingkungan untuk Melatih Keterampilan Literasi Sains Siswa (Mendukung SDGs poin 6 dan 13)	kelayakan teoritis yang sangat baik. Validasi menunjukkan bahwa E-LKPD 1 mendapat skor 3,8, sedangkan E-LKPD 2 dan 3 memperoleh skor 3,9, yang keduanya berada pada kategori sangat valid.
13	(Salatun et al., 2025)	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> Berbantuan E-LKPD <i>Interactive Live Worksheet</i> Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik	Penggunaan model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) yang didukung e-LKPD <i>Interactive Live Worksheet</i> mengalami peningkatan positif. Integrasi model pembelajaran dan media digital tersebut mampu mendukung keterlibatan peserta didik dalam aktivitas ilmiah selama pembelajaran berlangsung.
14	(Hajati et al., 2025)	Pengembangan E-LKPD <i>Flipbook</i> Berbasis <i>Virtual Laboratory PhET</i> Guna Meningkatkan Minat Belajar Fisika	Berdasarkan hasil dari penelitian dan diskusi, flipbook E-LKPD yang dibuat di laboratorium virtual PhET dianggap sebagai sumber pendidikan yang dinilai layak untuk meningkatkan minat siswa dalam proses pembelajaran. Terpenuhinya aspek validitas, yang menjamin bahwa isi dan media tepat, dan aspek kepraktisan, yang membuatnya mudah digunakan oleh guru dan siswa, adalah bukti kelayakan.
15	(Tsabitah et al., 2025)	Pengembangan E-LKPD (Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis Model Pembelajaran POE (<i>Predict Observe-Explain</i>) Menggunakan <i>PhET Simulation</i> Pada Mata Pelajaran Dasar-Dasar Ketenagalistrikan di SMKN 55 Jakarta	E-LKPD berbasis model <i>Predict-Observe-Explain</i> (POE) yang didukung simulasi PhET memenuhi kriteria kelayakan yang dapat digunakan dalam pembelajaran materi komponen elektronika pasif. Penilaian ahli serta tanggapan peserta didik menunjukkan bahwa media tersebut efektif digunakan dalam proses pembelajaran.
16	(Mashami et al., 2023)	<i>Use of PhET Simulations as A Virtual Laboratory to Improve Students' Problem Solving Skills</i>	Berdasarkan hasil analisis, penggunaan media PhET <i>Simulations</i> sebagai laboratorium virtual terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa pada pembelajaran Radiokimia. Efektivitas tersebut ditunjukkan oleh adanya peningkatan nilai rata-rata dari 55,38 pada tahap awal pembelajaran menjadi 76,92 setelah perlakuan diberikan.

17	(Setiawan et al., 2026)	<i>LMS-Based Problem-Based E-Worksheets for Mechatronics Vocational Education: Development, Validation, and Effectiveness in Problem Solving Skills</i>	Dibandingkan dengan lembar kerja konvensional, Lembar Kerja Elektronik Berbasis Masalah (PBeW) yang didukung LMS terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada pembelajaran kejuruan. PBeW dikembangkan dengan mengintegrasikan model pembelajaran berbasis masalah, tugas kontekstual, multimedia, dan umpan balik otomatis ke dalam platform Moodle, membentuk kerangka pembelajaran yang terstruktur yang mendukung proses pemecahan masalah.
18	(Warouw et al., 2024)	<i>Development of STEM-Based Virtual Laboratory on Global Warming Topic for Junior High School Student</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa laboratorium virtual berbasis STEM tentang materi pemanasan global sesuai digunakan dalam pembelajaran SMP. Hasil validasi ahli materi sebesar 84% dan ahli media sebesar 85% memperkuat bahwa media tersebut termasuk dalam kategori layak digunakan.
19	(Wijaya et al., 2024)	<i>Development of Problem Based Learning Collaborative (PBL-C) Physics E-Worksheet to Improve Student Problem Solving and Collaboration Skills</i>	Lembar kerja elektronik fisika berbasis PBL-C terbukti valid dan praktis berdasarkan hasil penelitian. Hasil uji lapangan juga menunjukkan bahwa media tersebut membantu siswa SMA dalam memecahkan masalah dan bekerja sama dengan materi perangkat optik.
20	(Rahmawati & Irawati, 2024)	<i>Development of Digital LKPD Based on Problem-Based Learning on the Topic of the Human Digestive System</i>	Kelayakan LKPD digital yang dikembangkan ditunjukkan melalui hasil penilaian dari ahli materi, ahli media, ahli pendidikan, dan guru biologi yang semuanya berada pada kategori sangat layak. Dukungan terhadap temuan tersebut juga terlihat dari respons siswa pada uji coba kelompok kecil maupun besar terhadap LKPD berbasis masalah yang juga tergolong sangat layak.
21	(Prasetya et al., 2024)	<i>Development of Problem Based Learning virtual laboratory on human digestive system material to improve digital literacy and</i>	Efektivitas laboratorium virtual berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) dalam pembelajaran terlihat dari peningkatan literasi digital dan keterampilan berpikir kritis siswa. Media ini juga mendorong aktivitas penelitian secara mandiri maupun kelompok serta menyediakan

		<i>critical thinking students</i>	fitur yang interaktif dan menarik.
22	(Khoiri, 2023)	<i>E-LKPD based on Problem Based Learning on Physical Quantity Measurements to Improve Decision-Making Skills</i>	Hasil penelitian mengindikasikan bahwa E-LKPD berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada materi pengukuran besaran fisik memberikan tingkat efektivitas yang tinggi dalam mengembangkan keterampilan peserta didik. Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa pemanfaatan teknologi digital mampu memperkaya proses pembelajaran IPA.
23	(Noris et al., 2022)	<i>The Virtual Laboratory Based on Problem Based Learning to Improve Students' Critical Thinking Skills</i>	Analisis data penelitian dilakukan melalui uji kelayakan, uji validitas, serta statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laboratorium virtual berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) pada materi sistem ekskresi merupakan media pembelajaran yang berkualitas baik. Validasi dari praktisi, ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa menghasilkan rata-rata 82,64% yang termasuk dalam kategori sangat baik.
24	(Sanca et al., 2026)	<i>Implementation of PBL-Based Digital Worksheets to Improve Students' Problem Solving Skills: A Literature Review</i>	Data penelitian diperoleh melalui kajian pustaka menyeluruh dengan menggunakan Google Scholar, SINTA, dan berbagai sumber ilmiah yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan lembar kerja digital berbasis masalah berbasis pembelajaran (PBL) dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk memecahkan masalah. Lembar kerja yang digunakan dalam penelitian ini berperan dalam mendorong pendekatan inkuiri dalam pembelajaran, meningkatkan keaktifan siswa, serta membantu pengembangan keterampilan berpikir mereka.
25	(Supriatna et al., 2024)	<i>Digital Student Worksheet Oriented to Problem-Based Learning in Science Subjects for Elementary School Students</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD digital berbasis masalah yang dikembangkan menggunakan model 4-D sangat sesuai untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa melalui penalaran logis. Kelayakan produk juga didukung oleh hasil validasi dari validator materi, bahasa, media dengan skor yang sangat baik. Selain itu,

LKPD digital tersebut membantu siswa dalam mengaitkan dan menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari, khususnya dalam pembelajaran IPA.

Konsistensi temuan dari berbagai hasil kajian terhadap 25 artikel memperlihatkan bahwa *Problem Based Learning* (PBL) secara konsisten berkaitan dengan peningkatan literasi sains bagi siswa. Dalam pembelajaran ini, siswa tidak hanya menerima materi, tetapi juga terlibat langsung dalam kegiatan ilmiah seperti mengenali permasalahan, mengumpulkan informasi melalui penyelidikan, dan menyusun solusi berdasarkan bukti yang ditemukan. Perkembangan literasi sains tersebut tampak pada peningkatan kemampuan pengetahuan, keterampilan proses ilmiah, serta penerapan konsep dalam situasi kehidupan sehari-hari. Hal ini menegaskan bahwa PBL memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam karena peserta didik membangun pemahaman melalui aktivitas dan pengalaman langsung.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan laboratorium virtual berbasis *Problem Based Learning* (PBL) mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, literasi digital, serta kemampuan berpikir kritis siswa. Pengembangan laboratorium virtual berbasis PBL memiliki karakteristik interaktif, mendorong kolaborasi, serta menekankan aktivitas penelitian baik secara mandiri maupun kelompok.

Selain model pembelajaran, penggunaan *Electronic* Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) juga memberikan kontribusi positif dalam pembelajaran IPA. E-LKPD menghadirkan pembelajaran yang lebih interaktif melalui integrasi berbagai media seperti teks, gambar, video, dan aktivitas digital. Hasil kajian menunjukkan bahwa media ini mampu meningkatkan kemandirian belajar, keterlibatan peserta didik, serta memudahkan proses pembelajaran yang lebih fleksibel baik di dalam maupun di luar kelas.

Akan tetapi, penelitian yang mengintegrasikan E-LKPD, Virtual Laboratory, dan *Problem Based Learning* secara bersamaan dalam satu perangkat pembelajaran masih belum banyak ditemukan, khususnya pada pembelajaran IPA SMP. Sementara itu, penelitian mengenai E-LKPD berbasis PBL lebih fokus pada pengembangan produk dan pengukuran validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya. Namun, belum banyak penelitian yang mengembangkan E-LKPD berbasis Virtual Laboratory. Sebagian besar penelitian dilakukan di SMA dan SMK dengan materi fisika, kimia, atau biologi.

Kesimpulan

Sintesis dari 25 artikel yang dikaji mengindikasikan bahwa penerapan terpadu model *Problem Based Learning* (PBL) bersama E-LKPD dan simulasi laboratorium virtual secara terus-menerus memberikan kontribusi yang berkelanjutan terhadap peningkatan literasi sains siswa. Perpaduan antara E-LKPD dengan model PBL memungkinkan siswa untuk menemukan masalah, melakukan penelitian, berdiskusi, serta memahami konsep secara lebih baik melalui pengalaman belajar yang lebih berarti. Sementara itu, penggunaan simulasi laboratorium virtual dapat menunjukkan konsep-konsep IPA yang sulit dipahami, memberikan pengalaman belajar

praktis yang bisa diikuti secara interaktif, serta berpotensi dijadikan solusi pembelajaran pada sekolah yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium. Sebagian besar peneliti melaporkan bahwa implementasi E-LKPD berbasis PBL yang dibuat memiliki tingkat validitas, kepraktisan, dan efektivitas yang cukup baik, sehingga cocok digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Namun, penelitian yang menggabungkan E-LKPD, Pembelajaran Berbasis Masalah, dan simulasi laboratorium virtual secara menyeluruh dengan tujuan meningkatkan literasi sains siswa SMP masih cukup sedikit. Oleh karena itu, pengembangan perangkat pembelajaran yang mengombinasikan ketiga komponen tersebut menjadi peluang penelitian yang menjanjikan untuk mendukung peningkatan literasi sains siswa secara lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- Cahyanto. Bagus, Srihayuningsih, N. L., Nikmah, S. A., & Habsia, A. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan LKPD untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Kependidikan Dasar Islam Berbasis Sains*, 9(2), 261–278. <https://doi.org/10.30595/jkp.v16i1.13359>
- Evalina, Wulandani, N., & Suryawan, A. (2024). Implementasi Problem Based Learning Berbantuan Media Pembelajaran Inovatif untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Holistika*, 8(2), 82–93. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/holistika/article/view/24035>
- Hajati, K., Lutfin, N. A., & Rahmadi, F. (2025). Pengembangan E-LKPD Flipbook Berbasis Virtual Laboratory PhET Guna Meningkatkan Minat Belajar Fisika. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 9(2), 110–122. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v9i2.4808>
- Haryanti, I., Kurniawati, Y., & Lubis, F. H. (2023). Penerapan Virtual Laboratory Dengan Menggunakan Model Problem Based Learning (PBL) Untuk Mendukung Proses Pembelajaran Kimia. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 2(1), 42–49. <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/JCEI/article/view/21771/8848>
- Hidayati, N. L., & Rachmadiarti, F. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL Sub Materi Pencemaran Lingkungan untuk Melatih Keterampilan Literasi Sains (Mendukung SDGS Poin 6 dan 13). *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(3), 717–724. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Khoiri, N. (2023). E-LKPD based on Problem-Based Learning on Physical Quantity Measurements to Improve Decision-Making Skills. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 4(4), 573–579. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v4i4.1110>
- Mashami, R. A., Kurniasih, Y., & Khery, Y. (2023). Use of PhET Simulations as A Virtual Laboratory to Improve Students' Problem Solving Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11455–11465. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/6549>
- Noris, M., Saputro, S., & Muzazzinah. (2022a). The Virtual Laboratory Based on Problem Based Learning to Improve Students' Critical Thinking Skills. *European Journal of Mathematics and Science Education*, 3(1), 35–47. <https://doi.org/10.12973/ejmse.3.1.35>

- Nurmasita, N., Enawaty, E., Lestari, I., Hairida, H., & Erlina, E. (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>
- Nuzula, N. F., & Sudibyo, E. (2022). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa SMP pada Pembelajaran IPA. *PENSA E-JURNAL: Pendidikan Sains*, 10(3), 360–366. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa>
- Prasetya, W. A., Pratama, A. T., & Safitri, W. (2024). Development of Problem-Based Learning Virtual Laboratory on Human Digestive System at Merial to Improve Digital Literacy and Critical Thinking Students. *Journal of Natural Science Teaching*, 7(1), 23–40. <http://journal.iainkudus.ac.id/index.php/Thabiea>
- Rahmawati, S. A., & Irawati, H. (2024). Development of Digital LKPD Based on Problem-Based Learning on the Topic of the Human Digestive System. *Eduvest-Journal of Universal Studies*, 4(5), 4421–4428. <http://eduvest.greenvest.co.id>
- Ramadhanti, S., Herman, A. A., Zulfiani, A., & Pratiwi, S. C. I. (2025). Improving Students' Critical Thinking Skills through E-LKPD Assisted by V-Lab and PBL with Proteus 8: A Case Study of Digital Instrument Material at SMA KP 2 Ciparay. *Journal of Communication and Education Studies (JCES)*, 1(1), 23–37. <https://ejurnal.mentorta.com/index.php/jces/index>
- Rezki, D. M., & Yanto, F. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan phET Simulations Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII SMPN 34 Padang. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 2(4), 83–90. <https://doi.org/10.56842/jpk.v2i4>
- Rohmaya, N., Suardana, I. N., & Tika, I. N. (2023). Efektifitas E-LKPD Kimia SMA/MA dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berkonteks Isu-isu Sosial Sains dalam Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 13(1), 25–33. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.825>
- Safitri, W., Budiarmo, A. S., & Wahyuni, S. (2022). Uji Kelayakan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 59–70. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i1.11389>
- Salatun, N. O., Gustina, & Yus'iran. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan E-LKPD Interactive Live Worksheet Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(4), 1901–1909. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.4096>
- Sanca, K., Lintangesukmanjaya, R. T., Dwikoranto, & Putri, N. A. A. (2026). Implementation of PBL-Based Digital Worksheets to Improve Students' Problem-Solving Skills: A Literature Review. *Journal of Digitalization in Physics Education*, 2(1), 1–19. <https://doi.org/10.26740/jdpe.2.1.52051>
- Sani, R. N., & 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. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>
- Setiawan, A., Utami, N., Hamidah, I., & Maknun, J. (2026). LMS-Based Problem-Based E-Worksheets for Mechatronics Vocational Education: Development, Validation, and Effectiveness in Problem-Solving Skills Article History. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 10(1), 71–87. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v10i1.116944>
- Supriatna, A. R., Andriani, R., Usman, H., & Sari, Y. (2024). Digital Student Worksheet Oriented to Problem-Based Learning in Science Subjects for Elementary School Students. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 12(1), 108–118. <https://doi.org/10.23887/jipgsd.v12i1.60938>
- Tsabitah, N. N., Muksin, M., & Muslim, S. (2025). Pengembangan E-LKPD (Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis Model Pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) Menggunakan PhET Simulation Pada Mata Pelajaran Dasar Dasar Ketenagalistrikan di SMKN 55 Jakarta. *Risenologi*, 10(1), 98–108. <https://doi.org/10.21009/risenologi.101.10>
- Umaroh, U., Novaliyosi, & Setiani, Y. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Memfasilitasi Kemampuan Penalaran Peserta Didik pada Materi Lingkaran. *Jurnal Inovasi Dan Riset Pendidikan Matematika*, 3(1), 61–70. <http://www.jurnal.untirta.ac.id/index.php/wilangan>
- Warouw, Z. W. M., Wekes, W. C. A., Harahap, F., Tumewu, W. A., & Wola, B. R. (2024). Development of STEM-based Virtual Laboratory on Global Warming Topic for Junior High School Student. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(5), 2309–2321. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i5.6403>
- Wijaya, T. P., Mundilarto, & Wilujeng, I. (2024). Development of Problem Based Learning Collaborative (PBL-C) Physics E-Worksheet to Improve Student Problem Solving and Collaboration Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(1), 47–54. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i1.5284>