

e-LKPD Berbasis *Project Based Learning* Berpendekatan STEM Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan Literasi Sains

Ana Maulida*, Dwi Yulianti

Universitas Negeri Semarang
Sekaran, Gunungpati, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50229

* E-mail: amaulida15@students.unnes.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan e-LKPD berbasis PjBL-STEM dalam meningkatkan literasi sains peserta didik, mengetahui kelayakan dan keterbacaan e-LKPD, serta perkembangan literasi sains peserta didik setelah penerapannya. Penelitian menggunakan metode R&D dengan model ADDIE dan pendekatan *quasi experimental nonequivalent control group design*. Subjek penelitian terdiri atas peserta didik kelas XI MAN 1 Kab. Semarang. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan tes tertulis. e-LKPD berpendekatan STEM disusun sesuai sintaks PjBL dan memuat indikator literasi sains. Hasil validasi menunjukkan kategori sangat layak, sedangkan keterbacaan berada pada kategori sangat baik. Peningkatan literasi sains peserta didik kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Simpulan menunjukkan bahwa e-LKPD berbasis PjBL-STEM efektif dalam meningkatkan literasi sains peserta didik.

Kata kunci: Literasi Sains, *Project Based Learning*, STEM, e-LKPD

Abstract

This study aims to describe e-LKPD based on PjBL-STEM in improving students' scientific literacy, determine the feasibility and readability of e-LKPD, and the development of students' scientific literacy after its implementation. The study used the R&D method with the ADDIE model and a quasi-experimental nonequivalent control group design approach. The research subjects consisted of grade XI students of MAN 1 Kab. Semarang. Data were collected through observation, interviews, and written tests. The e-LKPD with the STEM approach was compiled according to the PjBL syntax and contained indicators of scientific literacy. The validation results showed a very feasible category, while readability was in the very good category. The increase in scientific literacy of students in the experimental class was higher than in the control class. The conclusion shows that e-LKPD based on PjBL-STEM is effective in improving students' scientific literacy.

Keywords: Science Literacy, *Project Based Learning*, STEM, e-LKPD

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif, serta penguasaan literasi sains yang memadai. Literasi sains bukan hanya sebatas penguasaan pengetahuan ilmiah, tetapi juga mencakup kemampuan untuk menerapkan konsep-konsep sains dalam kehidupan sehari-hari,

membuat keputusan berdasarkan bukti, dan berpartisipasi aktif dalam isu-isu sosial dan lingkungan yang berkaitan dengan sains dan teknologi (Yusmar & Elan, 2023). Namun, capaian literasi sains peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah. Hasil studi internasional seperti PISA (*Programme for International Student Assessment*) dan TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) menunjukkan bahwa Indonesia masih tertinggal dari negara-negara Asia

Tenggara lainnya, seperti Singapura, Malaysia, dan Thailand. Meskipun posisi Indonesia dalam pemeringkatan PISA 2022 mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya, skor rata-rata dalam bidang membaca, matematika, dan sains justru mengalami penurunan (OECD, 2023; Marwah & Pertiwi, 2024). Kondisi ini menegaskan perlunya penguatan pembelajaran sains guna meningkatkan mutu pendidikan nasional dan membentuk generasi yang mampu bersaing secara global.

Fisika sebagai salah satu cabang sains memainkan peran penting dalam membentuk kemampuan berpikir ilmiah peserta didik, karena keterkaitannya yang erat dengan kehidupan nyata dan aplikasinya dalam teknologi (Muhajir *et al.*, 2021). Pembelajaran fisika yang dirancang untuk mengembangkan literasi sains harus melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses berpikir ilmiah, seperti menjelaskan fenomena, merancang penyelidikan, serta menafsirkan data dan bukti ilmiah (Barus *et al.*, 2024). Keterampilan-keterampilan tersebut tidak diwariskan secara alami, melainkan perlu dibangun melalui proses pembelajaran yang sistematis dan kontekstual (Ramli *et al.*, 2022).

Transformasi digital dalam dunia pendidikan membuka peluang untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan efisien. Salah satu inovasi yang relevan adalah penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) yang memungkinkan penyajian materi dengan tampilan visual, animasi, dan penilaian otomatis, serta dapat diakses secara fleksibel tanpa terikat ruang dan waktu (Widiyanti & Nisa, 2021; Pratiwi, 2024; Kurniawati *et al.*, 2021). Platform digital seperti Wizer.me telah banyak digunakan dalam pembuatan e-LKPD karena kemudahan akses, fitur penilaian otomatis, dan desain antarmuka yang menarik (Septyawardani, 2024; Sahida & Wiradimadja, 2024).

Selain media pembelajaran, keberhasilan proses belajar juga dipengaruhi oleh model dan pendekatan pembelajaran yang digunakan. Salah satu model yang dinilai efektif dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 adalah *Project Based Learning* (PjBL). Model

ini mendorong peserta didik untuk memecahkan masalah nyata melalui proyek, kolaborasi, dan eksplorasi ide, sehingga mampu meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konseptual (Nisfa *et al.*, 2022; Mawarni & Sani, 2020; Zahirah & Sulistina, 2023). Namun, implementasi model PjBL di sekolah masih terbatas karena keterbatasan waktu dan ketiadaan perangkat ajar yang mendukung (Dewi, 2022).

Di sisi lain, pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) juga dinilai efektif dalam menyiapkan peserta didik menghadapi tantangan era Revolusi Industri 5.0. Pendekatan ini menekankan integrasi antar bidang keilmuan untuk menyelesaikan masalah dunia nyata secara holistik (Nurfajiah *et al.*, 2021; Yulianti, 2024). Dalam konteks pembelajaran fisika, integrasi pendekatan STEM dan model PjBL dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna, aktif, dan kontekstual.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji pengembangan literasi sains melalui pendekatan STEM maupun model PjBL. Sabila *et al.* (2023) dan Salma (2022) meneliti peningkatan literasi sains melalui pendekatan STEM, namun tidak mengintegrasikan model PjBL dan tidak menghasilkan perangkat ajar dalam bentuk e-LKPD. Sementara itu, Prakoso dan Rusnilawati (2024) serta Kamariah *et al.* (2023) menggunakan model PjBL untuk mendukung literasi sains, namun tidak menggombinasikannya dengan pendekatan STEM dan tidak mengembangkan produk digital.

Penelitian oleh Zahirah dan Sulistina (2023) serta Afriana (2022) memang telah menggabungkan pendekatan STEM dan model PjBL, namun fokus kajiannya pada materi kimia di tingkat SMP dan tidak menghasilkan produk berupa e-LKPD. Dengan demikian, dapat diidentifikasi bahwa belum terdapat penelitian yang secara eksplisit mengembangkan e-LKPD berbasis model *Project Based Learning* dan pendekatan STEM pada materi fluida dinamis di tingkat MA/SMA untuk memfasilitasi perkembangan literasi sains.

Penelitian ini menghadirkan kebaruan berupa pengembangan perangkat ajar berupa

e-LKPD yang mengintegrasikan model *Project Based Learning* dan pendekatan STEM, difokuskan pada materi fluida dinamis dan dirancang secara khusus untuk memfasilitasi perkembangan literasi sains peserta didik. Perpaduan ini belum ditemukan secara eksplisit dalam studi-studi sebelumnya, baik dari segi desain perangkat, pendekatan, maupun konteks materi dan jenjang pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik e-LKPD, mengetahui tingkat kelayakan e-LKPD, mengetahui tingkat keterbacaan e-LKPD dan mengetahui perkembangan literasi sains peserta didik di MAN 1 Kab. Semarang setelah diterapkannya e-LKPD berbasis PjBL-STEM.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang mencakup lima tahapan yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Produk yang dikembangkan berupa e-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) berpendekatan STEM pada materi fluida dinamis kelas XI/ Fase F untuk memfasilitasi perkembangan literasi sains peserta didik.

Tahap pertama, yaitu *Analysis* yang merupakan tahap untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran, kebutuhan peserta didik, serta tujuan pengembangan perangkat. Pada tahap *Analysis*, dilakukan observasi dan wawancara terhadap guru fisika di MAN 1 Kab. Semarang untuk mengidentifikasi kebutuhan dan kendala pembelajaran yang ada. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran masih menggunakan LKPD konvensional dalam bentuk cetak, belum menerapkan pendekatan STEM, dan kurang memanfaatkan teknologi digital secara optimal. Berdasarkan temuan tersebut, peneliti menyusun perencanaan pengembangan e-LKPD yang berbasis proyek dan terintegrasi dengan konteks dunia nyata guna mendukung peningkatan literasi sains peserta didik.

Tahap kedua yaitu *Design*, yang merupakan tahap perencanaan sistematis

terhadap struktur dan isi perangkat yang akan dikembangkan. Tahap *Design* meliputi perumusan materi, pembuatan *storyboard*, desain *layout*, dan *digitalisasi* LKPD menggunakan *platform Wizer.me*. Desain e-LKPD mencakup integrasi unsur literasi sains, sintaks PjBL, serta pendekatan STEM yang dikemas dalam aktivitas kontekstual.

Tahap ketiga, yaitu *Development* yang merupakan tahap awal pengembangan produk berdasarkan desain yang telah dibuat, tahap *Development* mencakup validasi ahli dan revisi produk berdasarkan masukan validator, serta uji keterbacaan dan uji coba skala kecil. Pada tahap ini, e-LKPD yang telah dikembangkan divalidasi oleh enam validator ahli. Validasi mencakup aspek kelayakan isi, kebahasaan, tampilan, dan integrasi pendekatan pembelajaran. Masukan dari para validator digunakan untuk merevisi e-LKPD. Selanjutnya, dilakukan uji keterbacaan dengan menggunakan tes rumpang kepada 29 peserta didik untuk mengetahui sejauh mana isi e-LKPD dapat dipahami. Uji coba skala kecil juga dilakukan kepada 10 peserta didik untuk mengevaluasi kepraktisan dan respons pengguna terhadap e-LKPD.

Tahap keempat, yaitu *Implementation* yang merupakan tahap pelaksanaan produk dalam konteks pembelajaran nyata guna menguji efektivitasnya. Implementasi dilakukan pada kelas XI/F-3 sebagai kelas eksperimen dan XI/F-5 sebagai kelas kontrol menggunakan desain kuasi eksperimen dengan bentuk *Nonequivalent Control Group Design*.

Tahap kelima, yaitu *Evaluation* yang merupakan tahap evaluasi produk. Tahap ini dilakukan melalui analisis yaitu efektivitas perangkat terhadap literasi sains peserta didik.

Teknik pengumpulan data terdiri dari angket validasi, tes, dan dokumentasi. Angket digunakan untuk memperoleh data kelayakan perangkat dari validator ahli. Tes terdiri dari *pretest* dan *posttest* yang digunakan untuk mengukur perkembangan literasi sains peserta didik serta tes keterbacaan e-LKPD. *Pretest* dan *posttest* mencakup 3 indikator aspek kompetensi yang diwakili 2 soal tiap indikatornya. Tes keterbacaan berupa tes rumpang dilakukan untuk mengetahui sejauh

mana peserta didik memahami isi e-LKPD. Dokumentasi mendukung pencatatan proses dan hasil penelitian secara visual dan administratif.

Sebelum digunakan, instrumen soal terlebih dahulu diuji kualitasnya melalui beberapa tahapan. Uji validitas isi dilakukan dengan teknik *expert judgment* oleh dosen dan guru fisika sebagai validator. Selanjutnya, dilakukan uji validitas empiris dengan menggunakan rumus *Pearson Product Moment*. Setelah validitas terpenuhi, dilakukan uji reliabilitas dengan rumus *Cronbach's Alpha*. Hasil perhitungan menunjukkan koefisien reliabilitas sebesar 0,85 yang berada pada kategori sangat tinggi, sehingga instrumen dinyatakan konsisten dan layak digunakan dalam pengumpulan data. Selain itu, dilakukan pula analisis tingkat kesukaran dan daya pembeda soal. Tingkat kesukaran dihitung berdasarkan proporsi peserta didik yang menjawab benar. Sedangkan daya pembeda dihitung dengan membandingkan proporsi jawaban benar antara kelompok atas dan kelompok bawah. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar soal memiliki tingkat kesukaran sedang dan daya pembeda tinggi, sehingga mampu membedakan kemampuan literasi sains antar peserta didik secara efektif.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari peserta didik kelas XI/F MAN 1 Kab. Semarang sebagai responden uji coba, serta

dosen dan guru sebagai validator. Data yang dikumpulkan terdiri dari data kualitatif berupa saran dari validator, dan data kuantitatif berupa skor validasi, keterbacaan, dan hasil tes literasi sains. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data validasi dianalisis menggunakan *persentase* dan dikategorikan menurut kriteria kelayakan. Keterbacaan dianalisis berdasarkan skor rata-rata hasil tes rumpang.

Efektivitas perangkat terhadap literasi sains dianalisis menggunakan rumus *N-Gain*, kemudian dibandingkan antara kelas eksperimen dan kontrol. Uji statistik *Mann-Whitney U* digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan hasil *posttest* kedua kelompok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

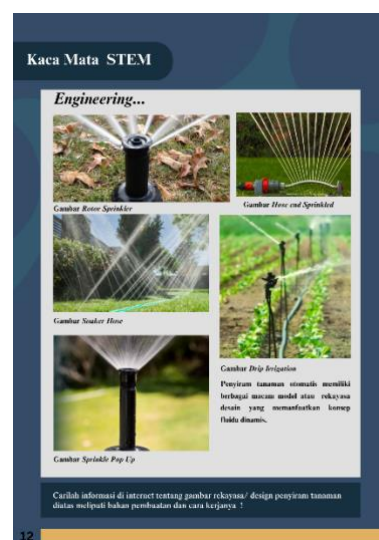
HASIL

Karakteristik e-LKPD Berbasis *Project Based Learning* Berpendekatan STEM

Hasil pengembangan menunjukkan bahwa e-LKPD yang dirancang memiliki karakteristik utama berupa integrasi eksplisit antara sintaks *Project Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM pada materi fluida dinamis. Ciri menonjol dari e-LKPD ini adalah hadirnya aktivitas proyek yang dirancang secara kontekstual, menekankan keterampilan

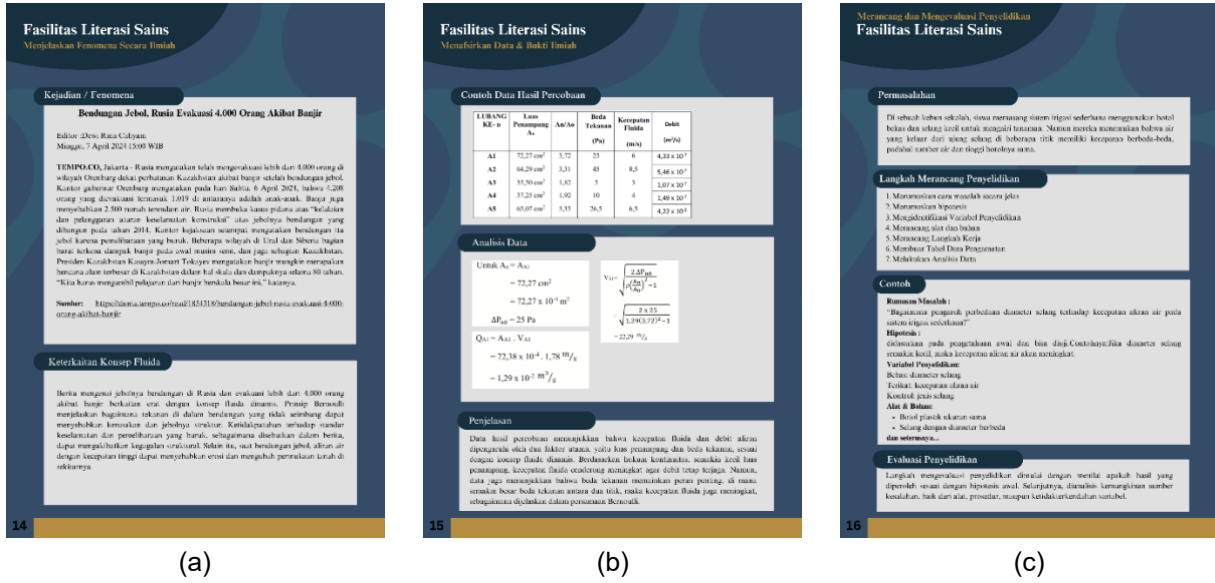


(a)



(b)

Gambar 1. (a) (b) Integrasi STEM di e-LKPD



Gambar 2. (a),(b),(c) Fasilitas Literasi Sains

literasi sains, dan disesuaikan dengan gaya belajar peserta didik.

Struktur e-LKPD terdiri atas tiga bagian yaitu pendahuluan, inti, dan penutup. Bagian pendahuluan memuat informasi capaian pembelajaran, peta konsep, ringkasan materi, serta bagian "Kaca Mata STEM" yang menghubungkan konsep fluida dinamis dengan unsur *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (Gambar 1).

e-LKPD juga menyisipkan fasilitas literasi sains secara eksplisit, yang dimulai dari penyajian fenomena nyata terkait konsep fluida dinamis, seperti prinsip Bernoulli dan tekanan fluida. Peserta didik didorong untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah (Gambar 2(a)), menafsirkan data eksperimen melalui analisis tabel dan perhitungan fisika, serta menarik kesimpulan berdasarkan hukum Bernoulli (Gambar 2 (b)). Selain itu, mereka juga dilibatkan dalam perancangan dan evaluasi penyelidikan melalui kegiatan investigasi sederhana, misalnya menyelidiki pengaruh diameter selang terhadap kecepatan aliran (Gambar 2 (c)). Aktivitas ini mencakup seluruh proses ilmiah, mulai dari perumusan masalah, identifikasi variabel, perancangan alat, hingga evaluasi hasil.

Inti e-LKPD berisi aktivitas proyek berbasis gaya belajar (visual, auditori, kinestetik) yang melibatkan peserta didik dalam

eksplorasi, desain, dan penyelidikan. Hasilnya sebagaimana pada Gambar 3.



Gambar 3. Aktivitas Proyek

Penutup e-LKPD dilengkapi *assessment* berupa latihan soal yang mengukur tiga indikator literasi sains berdasarkan PISA. Hasilnya sebagaimana terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Assesment

Kelayakan e-LKPD

Uji kelayakan dilakukan oleh enam validator, terdiri dari dosen fisika dan guru fisika. Hasil validasi menunjukkan bahwa e-LKPD memperoleh rata-rata skor kelayakan sebesar 87,29% dan masuk dalam kategori "sangat layak" (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Validasi Kelayakan e-LKPD

No.	Kode	Persentase (%)	Kriteria
1	DS-01	84,76	Sangat Layak
2	DS-02	90,47	Sangat Layak
3	DS-03	85,71	Sangat Layak
4	DS-04	72,38	Layak
5	GR-01	95,23	Sangat Layak
6	GR-02	95,23	Sangat Layak

Keterbacaan e-LKPD

Uji keterbacaan dilakukan pada 29 peserta didik kelas XI/F-3 MAN 1 Kab. Semarang menggunakan tes rumpang. Hasilnya menunjukkan persentase rata-rata jawaban benar sebesar 96,89% (Tabel 2), sehingga e-LKPD dinyatakan memiliki keterbacaan yang sangat baik.

Tabel 2. Hasil Uji Keterbacaan e-LKPD

Responden	Skor	Persentase (%)	Kriteria
XI/F3	2810	95,23	Sangat Baik

Perkembangan Literasi Sains Peserta Didik

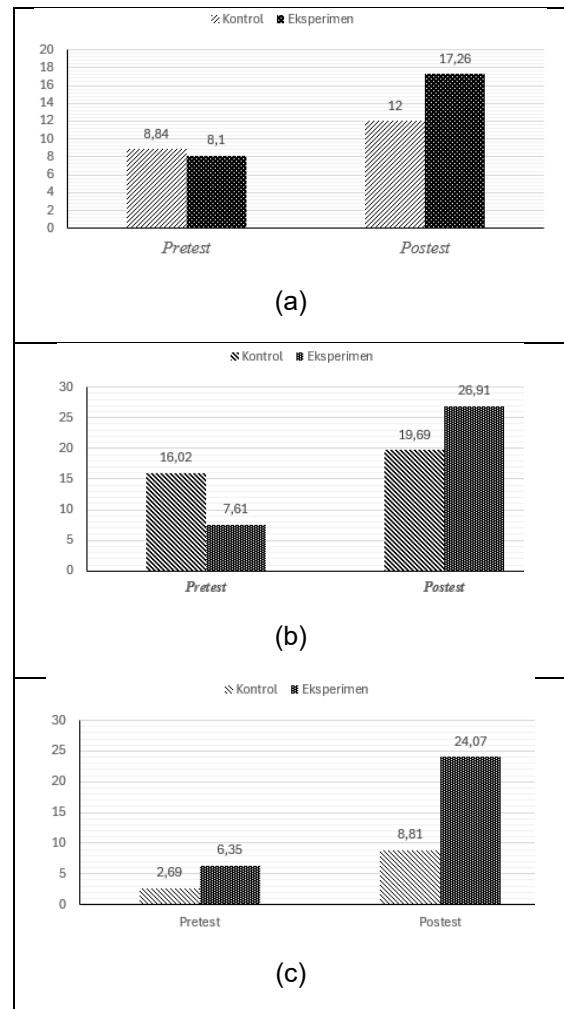
Hasil pengukuran *pretest* dan *posttest* menunjukkan bahwa kelas eksperimen mengalami peningkatan nilai rata-rata dari

29,70 menjadi 70,00 dengan N-gain sebesar 0,57 (kategori sedang), sedangkan kelas kontrol dari 36,18 menjadi 43,48 dengan N-gain 0,11 (kategori rendah).

Tabel 3. Hasil Rata-rata Skor *Pretest* dan *Posttest*

Kelas	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>N-Gain</i>	Kriteria
Kontrol	36,18	43,48	0,11	Rendah
Eksperimen	29,70	70,00	0,57	Sedang

Uji *Mann-Whitney U* menghasilkan signifikansi $p = 0,00$ yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok. Hasil peningkatan literasi sains peserta didik di MAN 1 Kab. Semarang setiap indikator dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peningkatan Literasi Sains: (a) Indikator Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah, (b) Indikator Menafsirkan Data dan Bukti Ilmiah, (c) Indikator Merancang dan Mengevaluasi Penyelidikan

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan e-LKPD berbasis PjBL berpendekatan STEM mampu memfasilitasi perkembangan literasi sains secara signifikan. Hal ini dibuktikan melalui hasil pretest dan posttest, uji *N-Gain*, dan uji statistik yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol.

Integrasi model PjBL memungkinkan peserta didik untuk terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran yang bersifat kontekstual, kolaboratif, dan reflektif. Aktivitas berbasis proyek tidak hanya membangun pemahaman konsep, tetapi juga mengembangkan keterampilan proses ilmiah seperti merumuskan masalah, merancang percobaan, dan menganalisis data. Hal ini sejalan dengan penelitian Siregar & Harefa (2021) dan Yuliani *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa PjBL efektif dalam meningkatkan literasi sains.

Pendekatan STEM turut memperkaya konteks pembelajaran dengan mengintegrasikan dimensi ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika secara aplikatif. Temuan ini mendukung hasil penelitian Prabawati & Agustika (2020) dan Putri *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa pendekatan STEM meningkatkan pemahaman ilmiah dan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

e-LKPD dirancang dengan mempertimbangkan gaya belajar peserta didik, sehingga mampu mengakomodasi kebutuhan belajar secara individual. Hal ini selaras dengan temuan Silfiyani *et al.* (2024) dan Sakti *et al.* (2021) bahwa diferensiasi gaya belajar dalam pembelajaran proyek berbasis STEM dapat meningkatkan literasi sains secara holistik. Dengan demikian, e-LKPD ini tidak hanya layak dan terbaca baik, tetapi juga mampu meningkatkan tiga indikator utama literasi sains menurut PISA: (1) menjelaskan fenomena secara ilmiah, (2) menafsirkan data dan bukti ilmiah, dan (3) merancang serta mengevaluasi penyelidikan ilmiah.

Hal ini menunjukkan bahwa inovasi perangkat ajar yang menggabungkan PjBL dan pendekatan STEM menjadi solusi efektif dalam

penguatan pembelajaran fisika abad ke-21. Temuan dalam penelitian ini juga memberikan kontribusi dalam pengembangan praktik pembelajaran sains abad ke-21. Dengan memadukan pendekatan STEM dan model *Project Based Learning* dalam perangkat digital e-LKPD, pembelajaran sains menjadi lebih kontekstual, aplikatif, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Oleh karena itu, hasil penelitian ini berpotensi memperluas kerangka teori pembelajaran literasi sains, khususnya dalam konteks integrasi teknologi dan pendekatan konstruktivis melalui diferensiasi gaya belajar. Pendekatan ini dapat menjadi model alternatif dalam pengembangan perangkat ajar fisika di era digital yang berorientasi pada kompetensi global.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada ukuran sampel yang digunakan. Jumlah peserta didik yang terlibat masih terbatas hanya berasal dari satu sekolah, sehingga hasil penelitian ini belum dapat digeneralisasikan secara luas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dan beragam agar temuan yang diperoleh memiliki tingkat generalisasi yang lebih tinggi.

PENUTUP

Penelitian ini menunjukkan bahwa e-LKPD berbasis *Project Based Learning* berpendekatan STEM pada materi fluida dinamis efektif dalam memfasilitasi perkembangan literasi sains peserta didik. Perangkat yang dikembangkan memiliki struktur sistematis, integrasi sintaks PjBL dan unsur STEM, serta dilengkapi aktivitas dan soal yang mendukung indikator literasi sains. Hasil validasi menunjukkan kategori "sangat layak" dengan keterbacaan yang juga sangat baik. Selain itu, terdapat peningkatan literasi sains yang signifikan pada kelas eksperimen, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai *N-Gain* sebesar 0,57.

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar guru menerapkan e-LKPD ini dalam pembelajaran fisika untuk mendorong keterlibatan aktif peserta didik. Sekolah diharapkan mendukung infrastruktur digital guna memaksimalkan pemanfaatan e-LKPD.

Selain itu, peneliti atau pengembang kurikulum dapat mengadaptasi model ini untuk topik lain yang menuntut penguatan literasi sains dan pembelajaran berbasis proyek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak Madrasah Aliyah Negeri 1 Kabupaten Semarang atas izin, kerja sama, dan dukungan yang telah diberikan selama proses pengumpulan data dan pelaksanaan uji coba perangkat pembelajaran di lingkungan sekolah tersebut.

REFERENSI

- Afriana, J. (2022). Pengaruh PjBL STEM terhadap literasi sains dan problem solving siswa SMP. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(2), 627–638. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i2.551>
- Barus, R. A., Rusilowati, A., & Ridlo, S. (2024). Analisis kebutuhan pengembangan instrumen tes penilaian literasi sains berorientasi TIMSS siswa SD kelas V. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar*, 12(1), 68–85. <https://doi.org/10.22219/jp2sd>
- Dewi, R. M. (2022). Analisis kendala penerapan *Project Based Learning* dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 7(1), 15–22. <https://doi.org/10.31227/osf.io/abcd1>
- Kamariah, R., Zulkarnaen, F. A., & Fatimah, M. (2023). Implementasi model pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan literasi sains peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(1), 45–53. <https://doi.org/10.1234/jipa.v9i1.1234>
- Kurniawati, E. E., Sumarti, S. S., Wijayati, N., & Nuswowati, M. (2021). Pengaruh *Project-Based Learning* berorientasi chemoentrepreneurship berbantuan E-LKPD terhadap keterampilan proses sains dan sikap wirausaha. *Chemistry in Education*, 10(1), 61–67.
- Marwah, A. S., & Pertiwi, F. N. (2024). Literasi sains siswa dalam berinovasi pada pembelajaran IPA berbasis produk. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 4(1), 114–126.
- Mawarni, R., & Sani, R. A. (2020). Pengaruh model *Project Based Learning* berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi pokok fluida statis di kelas XI SMA Negeri 4 Tebing Tinggi tahun pelajaran 2019/2020. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 8(2), 8–15.
- Muhajir, M., Wicaksono, I., & Prasetyo, B. (2021). Peran fisika dalam perkembangan teknologi: Perspektif pendidikan abad ke-21. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 17(1), 55–64.
- Nisfa, N. A., Fitriani, D., & Aminah, N. S. (2022). Pengaruh *Project Based Learning* terhadap hasil belajar IPA dan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. *Jurnal Edukasi Sains Indonesia*, 10(2), 103–110.
- Nurfaijah, S., Sumarni, W., Sumarti, S. S., & Kurniawan, C. (2021). Pengaruh *Project Based Learning* Terintegrasi STEM Pada Pembelajaran Hidrolisis Garam Terhadap Keaktifan Siswa. *Chemistry in Education*, 10(2), 33–41. <https://doi.org/10.15294/chemined.v10i2.42710>
- OECD. (2023). PISA 2022 results (Volume I): The state of *Learning and equity* in education. *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/31821bd7-en>
- Prakoso, A., & Rusnilawati, R. (2024). Pengembangan LKPD berbasis PjBL untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas VIII SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 13(1), 55–66.

<https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v13i1.9234>

Pratiwi, P. (2024). *Pengembangan e-LKPD interaktif Project Based Learning berbasis literasi sains pada pembelajaran IPA* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).

Ramli, M., Susanti, B. H., & Yohana, M. P. (2022). Indonesian students' scientific literacy in Islamic junior high school. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 2(1), 53–65. <https://doi.org/10.53889/ijses.v2i1.33>

Sabila, A. R., Ismawati, M., & Kartini, T. (2023). Pengembangan modul berbasis STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(1), 22–30.

Sahida, D. S., & Wiradimadja, A. (2024). The development of an interactive e-worksheet using Wizer.me on social studies *Learning* for grade 7 at junior high school. *JINoP: Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 10(1), 98–114. <https://doi.org/10.22219/jinop.v10i1.32927>

Salma, D. N. (2022). Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan literasi sains. *Jurnal Ilmu Pendidikan IPA*, 7(1), 78–84. <https://doi.org/10.21009/jipi.071.11>

Septyawardani, P. (2024). Optimalisasi platform Wizer.me dalam pengembangan e-LKPD interaktif pada pembelajaran tematik. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 9(2), 113–120.

Silfiyani, M., Fajri, Z. A., & Nurlaela, L. (2024). Gaya belajar peserta didik dalam pembelajaran IPA berbasis STEM. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(1), 33–42.

Siregar, E. M., & Harefa, M. (2021). The effect

of *Project-Based Learning* model on *Science* literacy skills of grade V elementary school students. *EduScience: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 8(1), 51–57. <https://doi.org/10.36987/jes.v10i3.5245>

Widiyanti, T., & Nisa, A. F. (2021). Pengembangan e-LKPD berbasis pendekatan saintifik untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada pembelajaran IPA kelas V sekolah dasar. *Trihayu: Jurnal Pendidikan Ke-SD-an*, 8(1), 1–10.

Yulianti, D. (2024). *Pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika*. UNNES Press.

Yusmar, F., & Elan, R. (2023). Analisis rendahnya literasi sains peserta didik Indonesia: Hasil PISA dan faktor penyebab. *LENSA: Lentera Sains: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11–19. <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.283>

Zahirah, M., & Sulistina, R. (2023). Pengembangan e-LKPD berbasis PjBL-STEM pada materi larutan elektrolit untuk meningkatkan literasi sains siswa SMP. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 78–87.