

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS PBL BERBANTUAN
VIRTUAL LAB UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
PEMECAHAN MASALAH PESERTA DIDIK**



Oleh:

HUSNUL CHOTIMA

NIM. 21033153/2021

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS PBL BERBANTUAN
VIRTUAL LAB UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
PEMECAHAN MASALAH PESERTA DIDIK**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
Sarjana Pendidikan*



Oleh:

Husnul Chotima

NIM.21033153

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL
Berbantuan Virtual Lab Untuk Meningkatkan
Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik

Nama : Husnul Chotima

Nim : 21033153

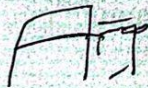
Program Studi : Pendidikan Fisika

Departemen : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 18 Mei 2026

Mengetahui
Kepala Departemen Fisika



Prof. Dr. Asrizal M. Si
NIP. 196606031992031001

Disetujui oleh:
Pembimbing



Selma Riyasni, M.Pd.
NIP. 199403292022032013

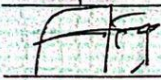
PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Husnul Chotima
Nim : 21033153
Program Studi : Pendidikan Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS PBL BERBANTUAN VIRTUAL LAB UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA DIDIK

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi ini di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 18 Mei 2026

Nama	Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua : Selma Riyasni, M. Pd.		
Anggota : Prof. Dr. Asrizal, M. Si		
Anggota : Dea Stivani Suherman, M. Pd		

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Husnul Chotima
NIM/TM : 21033153/2021
Program Studi : Pendidikan Fisika
Judul Penelitian/Skripsi : Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL Berbantuan Virtual Lab untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik

Dengan penuh kesadaran saya telah memahami sebaik-baiknya dan menyatakan bahwa judul karya ilmiah ini bebas dari segala bentuk plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti adanya indikasi plagiat dalam judul karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan buku pedoman pendidikan yang berlaku di Universitas Negeri Padang.

Padang, 25 Februari 2025

Mahasiswa



Husnul Chotima

NIM. 21033153

ABSTRAK

**Husnul Chotima : PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS PBL
BERBANTUAN VIRTUAL LAB UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN
MASALAH PESERTA DIDIK**

Kemampuan pemecahan masalah merupakan keterampilan esensial yang dituntut dalam pembelajaran abad ke-21, namun hasil observasi di SMAN 8 Padang menunjukkan bahwa seluruh indikator kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi fluida statis berada dalam kategori rendah. Kondisi ini dipengaruhi oleh beberapa permasalahan yang ditemukan di lapangan, yaitu bahan ajar yang tersedia belum sepenuhnya mampu memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar, proses pembelajaran yang belum sepenuhnya memberikan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk terlibat aktif dalam membangun pemahamannya sendiri, serta kegiatan eksperimen yang belum dapat terlaksana secara optimal akibat dukungan fasilitas yang belum memadai. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis desain E-LKPD berbasis Problem Based Learning (PBL) berbantuan virtual lab untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik, (2) menilai tingkat validitas E-LKPD, dan (3) menilai tingkat kepraktisan E-LKPD berbasis PBL berbantuan virtual lab yang dikembangkan di SMAN 8 Padang.

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) dengan menggunakan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) yang dikembangkan oleh Robert Maribe Branch. Produk yang dihasilkan berupa E-LKPD berbasis PBL yang dilengkapi dengan simulasi virtual lab untuk mendukung kegiatan pembelajaran fisika di kelas XI SMA. Penilaian dilakukan melalui uji validitas oleh tiga orang tenaga ahli (validator) serta uji praktikalitas oleh guru dan peserta didik di SMAN 8 Padang, dengan instrumen berupa angket validasi dan angket kepraktisan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain E-LKPD berbasis PBL berbantuan virtual lab yang dikembangkan memiliki struktur yang lengkap dan sistematis. E-LKPD dikembangkan menggunakan aplikasi Canva untuk desain visual dan platform Flipbook untuk menghasilkan bahan ajar elektronik yang interaktif dan dapat diakses melalui berbagai perangkat digital. Pada uji validitas, E-LKPD memperoleh rata-rata nilai sebesar 0,94 dengan kategori valid berdasarkan penilaian tiga orang tenaga ahli. Pada uji praktikalitas, hasil penilaian guru memperoleh rata-rata persentase sebesar 85,51% dengan kategori sangat praktis, sedangkan secara keseluruhan produk memperoleh persentase sebesar 79,20% dengan kategori praktis. Dengan demikian, E-LKPD berbasis PBL berbantuan virtual lab pada materi fluida statis dinyatakan valid dan praktis sebagai bahan ajar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas XI SMA.

Kata Kunci: E-LKPD, Problem Based Learning (PBL), Virtual Lab, Kemampuan Pemecahan Masalah, Fluida Statis, Model ADDIE

ABSTRACT

Husnul Chotima : DEVELOPMENT OF PBL-BASED ELECTRONIC WORKSHEET WITH THE ASSISTANCE OF VIRTUAL LAB TO IMPROVE STUDENTS' PROBLEM SOLVING CAPABILITY

Problem-solving ability is an essential skill required in 21st-century learning, but observations at SMAN 8 Padang show that all indicators of students' problem-solving abilities in static fluid material are in the low category. This condition is influenced by several problems found in the field, namely the available teaching materials are not fully able to facilitate active student involvement in the learning process, the learning process does not fully provide sufficient space for students to be actively involved in building their own understanding, and experimental activities cannot be carried out optimally due to inadequate facility support. Based on these problems, this study aims to: (1) analyze the design of E-LKPD based on Problem Based Learning (PBL) assisted by a virtual lab to improve students' problem-solving abilities, (2) assess the level of validity of E-LKPD, and (3) assess the level of practicality of E-LKPD based on PBL assisted by a virtual lab developed at SMAN 8 Padang.

This research is a research and development (R&D) project using the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) model developed by Robert Maribe Branch. The resulting product is a PBL-based electronic student worksheet (LKPD) equipped with a virtual lab simulation to support physics learning activities in grade 11 of high school. Assessment was conducted through a validity test by three experts (validators) and a practicality test by teachers and students at SMAN 8 Padang, using instruments such as a validation questionnaire and a practicality questionnaire.

The results indicate that the PBL-based electronic student worksheet design, supported by the virtual lab, has a comprehensive and systematic structure. The e-LKPD was developed using the Canva application for visual design and the Flipbook platform to produce interactive electronic teaching materials accessible through various digital devices. In the validity test, the e-LKPD obtained an average score of 0.94, categorized as valid, based on the assessment of the three experts. In the practicality test, the teacher's assessment results obtained an average percentage of 85.51% with a very practical category, while the overall product obtained a percentage of 79.20% with a practical category. Thus, the PBL-based E-LKPD assisted by a virtual lab on static fluid material was declared valid and practical as a teaching material to improve the problem-solving abilities of grade XI high school students.

Keyword: E-LKPD, Problem Based Learning (PBL), Virtual Lab, Problem Solving Ability, Static Fluid, ADDIE Model

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur diucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL Berbantuan Virtual Lab untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik”. Shalawat beriring salam diucapkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana pendidikan pada program studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penyusunan dan penyelesaian skripsi ini banyak mendapat bimbingan, motivasi, masukan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Dengan alasan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Selma Riyasni, M.Pd., sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan motivasi serta membimbing penulis dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan hasil penelitian ini.
2. Bapak Prof. Dr. Asrizal, M. Si., sebagai dosen penguji 1, sebagai Kepala Departemen Fisika FMIPA UNP dan sebagai Ketua Prodi Pendidikan Fisika FMIPA UNP yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dea Stivani Suherman M. Pd., sebagai dosen penguji 2 dan validator yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Syafri, S. Pd, M. Si dan Ibu Hayyu Yumna, M. Pd., sebagai dosen validator yang telah memvalidasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini.

5. Bapak Prof. Dr. Yulkifli, S. Pd., M. Si., selaku pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama proses perkuliahan.
6. Bapak dan Ibu Staf Pengajar Departemen Fisika FMIPA UNP yang telah membekali penulis selama mengikuti perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
7. Staf tata usaha Departemen Fisika FMIPA UNP yang telah banyak membantu penulis selama mengikuti perkuliahan dan selama penulisan skripsi ini.
8. Bapak Mimid Sujana, M. Pd, Ibu Dra. Nurhilmi dan Ibu Elsa Selviani, S. Pd sebagai guru mata pelajaran fisika yang telah membantu penulis selama melakukan penelitian di SMA Negeri 8 Padang.
9. Para siswa-siswi SMA Negeri 8 Padang sebagai praktisi penggunaan E-LKPD Berbasis PBL Berbantuan Virtual Lab dalam penelitian ini.
10. Kepada Ayah dan Ibu yang paling penulis sayangi, Skripsi ini bukan hanya milik penulis. Di setiap lembarnya ada doa-doa yang kalian panjatkan di sepertiga malam, ada tetes keringat yang kalian relakan tanpa pernah sekali pun mengeluh, dan ada cinta yang tidak pernah bisa penulis ukur dengan kata-kata. Ayah, ketegaranmu mengajarkan penulis bahwa tidak ada rintangan yang terlalu besar jika dihadapi dengan sabar dan ikhlas. Ibu, lembutmu mengajarkan penulis bahwa ilmu yang sesungguhnya harus bisa memberi manfaat bagi orang lain dan itulah mengapa penulis memilih jalan pendidikan ini. Maafkan penulis untuk setiap momen yang terlewat. Percayalah, tidak ada satu pun hari yang berlalu tanpa penulis bersyukur terlahir sebagai anak kalian.
11. Kepada Ketiga Abang Penulis, Kalian bertiga adalah rumah kedua penulis. Dari abang pertama penulis belajar arti tanggung jawab melihatmu berjuang lebih

dulu mengajarkan penulis bahwa jatuh itu boleh, asal bangkit lagi. Dari abang kedua penulis belajar bahwa dukungan tidak selalu perlu diucapkan dengan banyak kata; kehadiranmu saja sudah cukup untuk membuat segalanya terasa lebih ringan. Dari abang ketiga yang tumbuh bersama penulis paling dekat penulis belajar bahwa persaudaraan bisa sekaligus menjadi persahabatan yang tulus. Kalian mungkin tidak selalu tahu seberapa besar peran kalian dalam perjalanan ini, tapi penulis tahu. Di setiap langkah yang terasa berat, penulis selalu teringat bahwa ada kalian di belakang.

12. Yang teristimewa penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri.

Terima kasih sudah tidak menyerah, meskipun ada malam-malam yang terasa terlalu panjang dan hari-hari yang terasa terlalu berat. Terima kasih sudah tetap bangkit setiap kali jatuh, tetap melangkah meskipun tidak selalu tahu ke mana arah yang benar. Perjalanan ini tidak mudah. Ada saat-saat ketika semangat itu habis, ketika ragu terasa lebih besar dari keyakinan, ketika penulis bertanya-tanya apakah semua ini benar-benar worth it. Tapi penulis bertahan dan itulah yang paling penting. Skripsi ini adalah bukti bahwa penulis mampu. Bukan karena perjalanannya mulus, justru karena tidak mulus itulah pencapaian ini terasa begitu berarti.

Padang, 20 Mei 2026

Husnul Chotima

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Batasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan Penelitian	10
F. Manfaat Penelitian	10
BAB II LANDASAN TEORI	12
A. Kajian Teori	12
B. Peneitian Relevan.....	50
C. Kerangka Berpikir.....	52
BAB III METODE PENELITIAN.....	51
A. Jenis Penelitian.....	51
B. Obejek Penelitian	52
C. Prosedur Penelitian.....	52
D. Teknik Pengumpulan Data.....	57
E. Instrumen Pengumpulan Data.....	58
F. Teknik Analisis Data.....	63
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	68
A. Hasil Penelitian	68
B. Pembahasan.....	108
BAB V PENUTUPAN.....	117
A. Kesimpulan	117
B. Saran.....	118

DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN.....	125

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komponen Validitas	59
Tabel 2. Kisi-kisi Penilaian Kepraktisan Guru	61
Tabel 3. Kisi-kisi Kepraktisan Produk oleh Peserta Didik	62
Tabel 4. Pedoman Skor Penilaian	64
Tabel 5. Kategori Kelayakan Produk	65
Tabel 6. Pedoman Skor Penilaian	66
Tabel 7. Kriteria Hasil Respon Peserta Didik dan Guru	67
Tabel 8. Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik.....	69
Tabel 9. Hasil Analisis Kurikulum.....	70
Tabel 10. Hasil Analisis Karakteristik Peserta Didik	71
Tabel 11. Hasil Identifikasi Sumber Daya	73
Tabel 12. Hasil Analisis Nilai Rata-rata Validasi E-LKPD.....	99
Tabel 13. Saran Validator	99
Tabel 14. Hasil Perbaikan Produk.....	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hasil Kemampuan Pemecahan Masalah	3
Gambar 2. Kerangka Berpikir	54
Gambar 3. Skema Model ADDIE Menurut Robbert Maribe Branch	52
Gambar 4. Cover	77
Gambar 5. Petunjuk E-LKPD	78
Gambar 6. Menu Utama	79
Gambar 7. Identitas Penyusun.....	80
Gambar 8. Kata Pengantar	81
Gambar 9. Daftar Isi.....	82
Gambar 10. Deskripsi E-LKPD	83
Gambar 11. Petunjuk Belajar	84
Gambar 12. Kompetensi.....	85
Gambar 13. Informasi Pendukung	86
Gambar 14. Langkah Kerja.....	87
Gambar 15. Daftar Pustaka	88
Gambar 16. Hasil Validasi Komponen Substansi Materi	89
Gambar 17. Desain Pembelajaran	91
Gambar 18. Tampilan Komunikasi Visual	92
Gambar 19. Pemandaatan Software	93
Gambar 20. Penilaian PBL.....	95
Gambar 21. Penilaian Virtual Lab	96
Gambar 22. Penilaian Kemampuan Pemecahan Masalah.....	97
Gambar 23. Hasil Praktikalitas Guru	103
Gambar 24. Hasil Praktikalitas Peserta Didik.....	106

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat izin Observasi.....	125
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian.....	126
Lampiran 3. Lembar Wawancara Guru	127
Lampiran 4. Lembar Angket Peserta Didik	129
Lampiran 5. Hasil Analisis Angket Peserta Didik	130
Lampiran 6. Soal Tes Kemampuan Pemecahan Masalah	133
Lampiran 7. Hasil Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah	133
Lampiran 8. Lembar Validasi Produk Validator 1	135
Lampiran 9. Lembar Validasi Produk Validator 2.....	143
Lampiran 10. Hasil Analisis Validasi Produk.....	150
Lampiran 11. Lembar Praktikalitas Produk Praktisi 1	154
Lampiran 12. Lembar Praktikalitas Produk Praktisi 2	158
Lampiran 13. Lembar Praktikalitas Produk Praktisi 3	160
Lampiran 14. Hasil Analisis Praktikalitas Produk Oleh Guru	163
Lampiran 15. Lembar Praktikalitas Peserta Didik	164
Lampiran 16. Hasil Analisis Praktikalitas Produk Oleh Peserta Didik.....	166
Lampiran 17. Dokumentasi Kegiatan	169
Lampiran 18. Barcode Produk E-LKPD	170

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

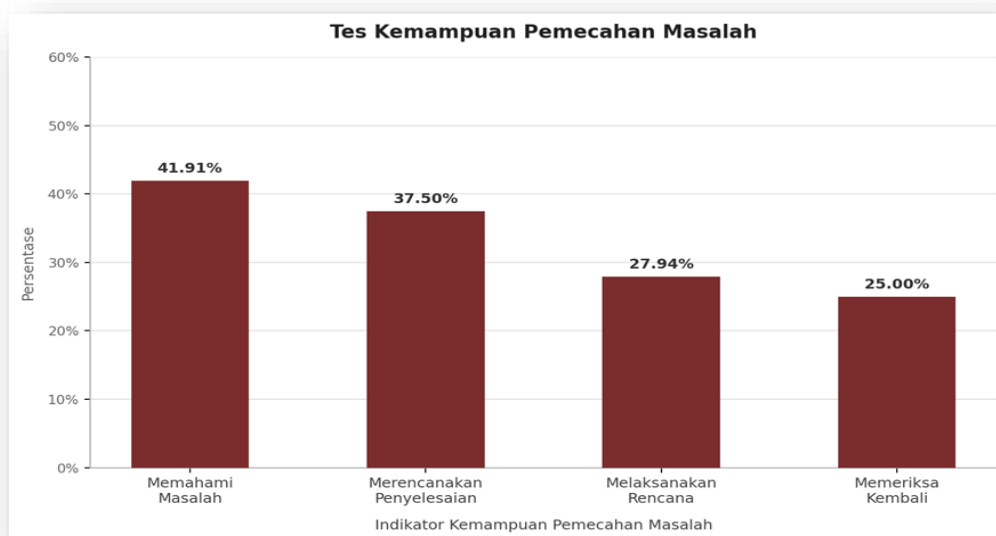
Kemampuan pemecahan masalah (*problem solving skills*) merupakan keterampilan krusial yang harus dimiliki peserta didik dalam menghadapi tantangan abad ke-21. World Economic Forum (2020) menegaskan bahwa kemampuan ini termasuk salah satu kompetensi inti di era Revolusi Industri 4.0, sementara Asuri et al. (2021) menyatakan bahwa pemecahan masalah menjadi tolak ukur kualitas peserta didik pada abad modern. Dalam pembelajaran fisika, kemampuan ini sangat penting karena memungkinkan peserta didik menggunakan informasi yang tersedia untuk menentukan langkah penyelesaian suatu keadaan tertentu. Selain itu, pemecahan masalah merupakan bagian dari keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*), sehingga memiliki peran sentral dalam membantu peserta didik memahami konsep, mengembangkan nalar kritis, kreatif, serta membangun logika berpikir dalam menghadapi situasi baru.

Sebagai salah satu syarat utama keberhasilan belajar, kemampuan pemecahan masalah memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan prestasi belajar peserta didik. Layali dan Masri (2020) menyatakan bahwa kemampuan ini menjadi sarana utama dalam membentuk HOTS yang diperlukan dalam pembelajaran abad ke-21. Peserta didik yang mampu memecahkan masalah dengan baik cenderung lebih terampil berpikir logis, mampu mengambil keputusan secara rasional, dan mudah beradaptasi terhadap perubahan teknologi maupun sosial. Hal ini sejalan dengan pandangan Kurniawan et al. (2018) yang menegaskan bahwa kemampuan

pemecahan masalah merupakan kompetensi penting agar peserta didik dapat bersaing, sukses dalam kehidupan, serta mampu menghadapi tantangan dunia kerja di masa depan.

Pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa melalui kebijakan dan program pendidikan yang berorientasi pada pengembangan kompetensi abad ke-21. Salah satu langkah utama adalah penerapan Kurikulum Merdeka, yang menekankan pembelajaran berbasis proyek dan masalah nyata agar siswa terbiasa berpikir kritis, kreatif, serta mampu menemukan solusi atas persoalan yang dihadapi. Selain itu, pemerintah juga meningkatkan kompetensi guru melalui program Guru Penggerak dan Platform Merdeka Mengajar yang dirancang untuk membekali guru dengan strategi pembelajaran inovatif yang menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) pada siswa. Dalam aspek penilaian, pemerintah mengganti Ujian Nasional dengan Asesmen Nasional, yang berfokus pada pengukuran literasi membaca dan numerasi sebagai indikator kemampuan analisis dan pemecahan masalah siswa. Upaya ini didukung pula oleh penyediaan media pembelajaran digital, seperti Rumah Belajar dan Platform Merdeka Mengajar, yang memfasilitasi siswa untuk belajar secara interaktif melalui simulasi dan kegiatan eksploratif. Dengan berbagai langkah tersebut, pemerintah berupaya membentuk generasi pelajar yang tidak hanya menguasai pengetahuan, tetapi juga memiliki kemampuan untuk berpikir analitis dan menyelesaikan masalah secara efektif dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan melalui wawancara dengan guru, penyebaran angket kepada guru dan siswa, serta tes kemampuan pemecahan masalah di SMAN 8 Padang, ditemukan beberapa permasalahan dalam proses pembelajaran fisika. Hasil tes kemampuan pemecahan masalah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Kemampuan Pemecahan Masalah

Berdasarkan Gambar 1 terdapat beberapa permasalahan. Permasalahan pertama, rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa. Dimana pada grafik menunjukkan bahwa seluruh indikator kemampuan pemecahan masalah pada materi fluida statis berada pada kategori rendah. Hal ini disebabkan karena sikap siswa yang cenderung pasif ketika pembelajaran berlangsung. Sebagian besar siswa hanya mendengarkan penjelasan guru tanpa adanya keinginan untuk bertanya atau berdiskusi lebih jauh mengenai materi yang sedang dipelajari. Situasi seperti ini membuat siswa tidak terbiasa berpartisipasi aktif dalam proses berpikir ilmiah.

Kurangnya keterlibatan aktif menyebabkan kemampuan pemecahan masalah siswa rendah. Guru juga mengonfirmasi bahwa siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep fisika secara mendalam, sehingga ketika dihadapkan pada permasalahan nyata mereka kesulitan menentukan langkah penyelesaiannya. Rendahnya kemampuan pemecahan masalah juga disebabkan oleh kurangnya latihan dalam mengerjakan soal-soal yang bersifat terbuka dan menuntut analisis mendalam. Materi fisika sering diajarkan hanya dalam bentuk teori dan contoh soal rutin, bukan masalah yang mengharuskan siswa mencari solusi secara mandiri.

Permasalahan kedua, ditemukan bahan ajar yang digunakan guru proses pembelajaran fisika di SMAN 8 Padang belum sepenuhnya mampu memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika, bahan ajar yang tersedia saat ini masih belum dilengkapi dengan panduan kegiatan yang mendorong peserta didik untuk melakukan penyelidikan dan pemecahan masalah secara mandiri. Meskipun berdasarkan hasil angket sebanyak 70,59% peserta didik menyatakan bahwa guru telah menggunakan media ajar dalam proses pembelajaran, namun hanya 61,76% peserta didik yang merasa mudah memahami materi menggunakan media ajar tersebut. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bahan ajar yang ada belum optimal dalam mendukung pemahaman konsep fisika yang bersifat abstrak, sehingga peserta didik kurang terlatih untuk berpikir kritis dan sistematis dalam menyelesaikan permasalahan fisika.

Permasalahan ketiga, proses pembelajaran fisika di SMAN 8 Padang belum sepenuhnya memberikan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk terlibat aktif

dalam membangun pemahamannya sendiri. Berdasarkan hasil angket peserta didik, hanya 47,06% siswa yang menyatakan mudah memahami fisika melalui cara pembelajaran yang selama ini diterapkan di kelas. Di sisi lain, sebanyak 85,30% peserta didik menyatakan akan lebih mudah memahami fisika melalui kegiatan demonstrasi dan eksperimen, yang menunjukkan adanya kesenjangan antara pendekatan pembelajaran yang diterapkan dengan kebutuhan belajar peserta didik. Berdasarkan hasil wawancara, guru mengakui bahwa penerapan model pembelajaran yang lebih berorientasi pada aktivitas peserta didik seperti *Problem Based Learning* (PBL) belum dapat diterapkan secara konsisten akibat keterbatasan waktu dan ketersediaan perangkat pembelajaran pendukung. Kondisi ini berdampak pada kurang terlatihnya peserta didik dalam mengaitkan konsep fisika dengan permasalahan kehidupan nyata serta mengembangkan kemampuan pemecahan masalah secara mandiri.

Permasalahan terakhir, kegiatan eksperimen dalam pembelajaran fisika di SMAN 8 Padang belum dapat terlaksana secara optimal. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika, kegiatan praktikum pada materi fluida statis belum dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya karena dukungan fasilitas yang tersedia di sekolah belum memadai. Kondisi ini sangat bertolak belakang dengan kebutuhan peserta didik, mengingat 85,30% peserta didik menyatakan akan lebih mudah memahami fisika melalui kegiatan demonstrasi dan eksperimen. Terbatasnya pengalaman belajar secara langsung melalui kegiatan eksperimen menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep fisika yang dipelajari dengan fenomena nyata yang terjadi di lingkungan sekitar, sehingga turut

berkontribusi terhadap rendahnya kemampuan pemecahan masalah peserta didik, khususnya pada indikator melaksanakan rencana dan memeriksa kembali yang masing-masing hanya memperoleh persentase 27,94% dan 25,00%.

LKPD merupakan bahan ajar yang terdiri dari materi, ringkasan serta petunjuk penggunaan dan pelaksanaan tugas yang harus dilaksanakan oleh siswa dan mengacu pada kompetensi-kompetensi yang hendak dicapai. LKPD merupakan sarana yang mampu membantu dan memudahkan peserta didik pada saat melaksanakan proses pembelajaran. Penggunaan LKPD membantu peserta didik mengkonstruksi pengetahuan mereka sehingga mampu meningkatkan kemampuan dalam memecahkan masalah (Khovivah et al., 2022). Seiring perkembangan teknologi, fungsi dan manfaat LKPD kini dapat dioptimalkan melalui bentuk elektronik atau E-LKPD, yang tidak hanya memuat materi dan panduan pembelajaran, tetapi juga menyediakan interaktivitas serta akses yang lebih fleksibel sehingga mampu memperkuat peran LKPD dalam mendukung kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Meskipun E-LKPD memungkinkan pembelajaran yang fleksibel dan mandiri, implementasinya sering kali kurang maksimal. Menurut penelitian Pratiwi dkk. (2020), banyak E-LKPD yang hanya melibatkan pemindahan materi pembelajaran ke dalam format digital tanpa menggunakan strategi pengajaran yang inovatif seperti PBL atau simulasi interaktif. Pada dasarnya, integrasi laboratorium virtual dalam E-LKPD dapat memberikan pengalaman belajar yang bersifat inkuisitif, sehingga memungkinkan siswa untuk berpartisipasi dalam pengalaman virtual yang sulit diakses di dunia nyata (Mulyani, 2022). *Virtual lab* sebagai alat simulasi

digital, telah terbukti meningkatkan pemahaman konseptual dan motivasi belajar. Misalnya, penelitian Wulandari et al (2023) menunjukkan bahwa penggunaan virtual lab dalam pembelajarsn fisika meningkatkan hasil belajar siswa sekitar 25%. Namun, belum banyak E-LKPD yang mengintegrasikan PBL dengan virtual lab secara kohesif untuk mengajarkan teknik pemecahan masalah.

Salah satu model pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah adalah pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*). Model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan salah satu pendekatan inovatif yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dengan memfokuskan pada kemampuan peserta didik untuk memecahkan masalah secara mandiri dan kolaboratif (Novianti, 2024). Berdasarkan hasil penelitian, model *problem based learning* mampu membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah fisika siswa dalam penyelesaian suatu masalah (Ekawati, 2017). Selain itu menurut Suharni & Rahmatsyah (2020) model *problem based learning* memberikan pengaruh terhadap kemampuan masalah siswa. Dalam pelaksanaannya model PBL harus diikuti dengan sistem pendukung berupa media pembelajaran seperti Lembar kerja peserta didik (LKPD).

Penerapan E-LKPD berbasis PBL berbantuan *Virtual Lab*, diharapkan pembelajaran Fisika dapat berubah menjadi lebih menarik, interaktif, dan berpusat pada siswa. Siswa tidak hanya sekadar mendengar penjelasan guru, tetapi juga aktif dalam memecahkan masalah, berdiskusi, serta melakukan simulasi praktikum secara virtual. Selain itu, melalui model ini kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah siswa dapat berkembang dengan baik. Pada

akhirnya, inovasi pembelajaran ini diharapkan mampu meningkatkan motivasi belajar, mempermudah pemahaman konsep, serta mengurangi anggapan bahwa Fisika adalah pelajaran yang sulit.

Berdasarkan permasalahan di lapangan, diperlukan adanya inovasi pembelajaran yang mampu mengatasi kendala sekaligus meningkatkan kualitas pembelajaran Fisika. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan mengembangkan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *Virtual Lab*. Melalui E-LKPD berbasis PBL, siswa akan diajak untuk belajar dengan cara menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna. Sementara itu, penggunaan *Virtual Lab* dapat mendukung pembelajaran dengan simulasi eksperimen digital yang lebih mudah diakses, meskipun kegiatan praktikum langsung jarang dilakukan. Dengan demikian, siswa tetap memiliki kesempatan untuk melakukan percobaan dan memahami konsep Fisika secara lebih baik.

B. Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang di atas terdapat beberapa masalah yang diidentifikasi, yaitu :

1. Rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa
2. Bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran belum sepenuhnya mampu memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik
3. Proses pembelajaran belum sepenuhnya memberi ruang yang cukup bagi peserta didik untuk terlibat aktif dalam membangun pemahamannya sendiri
4. Kegiatan eksperimen dalam pembelajaran belum terlaksana secara optimal

C. Batasan Masalah

Dari berbagai masalah yang muncul pada identifikasi, maka penelitian ini difokuskan pada:

1. E-LKPD dikembangkan dengan menerapkan *problem based learning*.
2. Materi yang dikembangkan dalam E-LKPD ini meliputi topik Fluida Statis.
3. *Virtual lab* yang digunakan dalam E-LKPD ini adalah simulasi *PhET*, dengan memanfaatkan simulasi “*Density and Buoyancy*” dan “*Fluid Pressure and Flow*” untuk mendukung kegiatan eksperimen virtual pada materi fluida statis
4. Indikator kemampuan pemecahan masalah yang diamati yaitu memahami masalah, mendeskripsikan masalah kedalam konsep fisika, merencanakan solusi, menjalankan solusi.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah dibuat maka disusunlah rumusan masalah. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Bagaimana desain E-LKPD berbasis PBL berbantuan *virtual lab* untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa di SMAN 8 Padang?
2. Bagaimana tingkat validitas E-LKPD berbasis PBL berbantuan *virtual lab* yang dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah di SMAN 8 Padang?
3. Bagaimana tingkat kepraktisan E-LKPD berbasis PBL berbantuan *virtual lab* yang dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah di SMAN 8 Padang?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah disusunlah tujuan dari penelitian, adapun tujuan penelitian ini:

1. Menganalisis desain E-LKPD berbasis PBL berbantuan *virtual lab* untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah di SMAN 8 Padang.
2. Menilai tingkat validitas E-LKPD berbasis PBL berbantuan *virtual lab* yang dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah di SMAN 8 Padang.
3. Menilai tingkat kepraktisan E-LKPD berbasis PBL berbantuan *virtual lab* yang dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah di SMAN 8 Padang.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Untuk menambah wawasan dan pengetahuan, bisa dijadikan literasi dan sumber tentang pendidikan, terkhususnya mahasiswa.

2. Manfaat praktis

- a. Manfaat bagi siswa

Meningkatkan keterlibatan aktif dan kemampuan pemecahan masalah melalui pembelajaran berbasis masalah yang dipadukan dengan simulasi interaktif.

- b. Manfaat bagi guru

Memberikan alternatif bahan ajar inovatif yang mudah diakses dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

c. Manfaat bagi pembaca

Dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti lainnya yang memiliki kesamaan penelitian.

d. Manfaat bagi peneliti

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai penambah wawasan untuk terus semangat membenahi pembelajaran untuk lebih baik lagi kedepannya.

BAB V

PENUTUPAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Desain E-LKPD dikembangkan menggunakan model pengembangan ADDIE (yang dibatasi hingga tahap pengembangan/praktikalitas). Struktur E-LKPD dimodifikasi menggunakan platform Flipbook interaktif agar mudah diakses secara daring melalui berbagai perangkat digital. Desain ini secara terstruktur mengintegrasikan materi Fluida Statis dengan lima sintaks *Problem Based Learning* (PBL) yaitu orientasi masalah, pengorganisasian peserta didik, bimbingan penyelidikan, pengembangan karya, serta analisis dan evaluasi dan dipadukan dengan simulasi eksperimen digital (*virtual lab*) untuk memfasilitasi indikator kemampuan pemecahan masalah peserta didik
2. Hasil pembuatan E-LKPD berbasis PBL berbantuan virtual lab pada materi fluida statis untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik yang telah diperoleh tergolong kepada kategori yang valid sehingga layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.
3. Hasil pengujian praktikalitas dari produk E-LKPD berbasis PBL berbantuan virtual lab pada materi fluida statis untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik yang telah diperoleh tergolong kepada kategori yang sangat praktis sehingga layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dicapai dan kendala yang dihadapi, maka peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Guru dapat menggunakan E-LKPD berbasis PBL berbantuan virtual lab pada materi fluida statis untuk mendukung proses pembelajaran fisika di kelas XI.
2. Peserta didik dapat menggunakan E-LKPD berbasis PBL berbantuan virtual lab pada materi fluida statis untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dan pemahaman konsep pada proses pembelajaran.
3. Pada peneliti lainnya dapat mengembangkan E-LKPD pada semua materi fisika di kelas XI semester satu maupun semester dua.
4. Bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan uji efektivitas dari produk yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustine, D., Wiyono, K., & Muslim, M. (2014). Pengembangan E-Learning Berbantuan Virtual Laboratory Untuk Mata Kuliah Praktikum Fisika Dasar Ii Di Program Studi Pendidikan Fisika Fkip Unsri. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 1(1), 33–43.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach* (9th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Asuri, A. R., Suherman, A., & Darman, D. R. (2021). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) Berbantu Mind Mapping dalam Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 12(1), 22–28.
- Ati, S. N. T. K. (2018). Bahan Ajar Bahan Ajar Bahan Ajar. In *Repository.Upy.Ac.Id* (Issue Mkb 7056).
- Barrows, H., & Tamblyn, R. (1981). Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education. *The American Journal of Occupational Therapy*, 35(8), 539–539.
- Burnama, N. C., & Hariyono, E. (2024). Penerapan E-Lkpd Interaktif Berbasis Pbl Pada Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Kelas X Sma Kartika Iv-3 Surabaya. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 13(2), 94–101.
- Chabibah, N., Siswanah, E., & Tsani, D. F. (2019). Analisis kemampuan pemecahan masalah siswa dalam pembelajaran fisika berbasis kontekstual. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 7(2), 112–120.
- Dafit, F., & Mustika, D. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Membaca Berbasis Higher Order Thinking Skills pada Siswa Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(6), 4889–4903.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Departemen Pendidikan Nasional.

- Depdiknas. (2010). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar Berbasis TIK*. Kementerian Pendidikan Nasional.
- Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 10(2), 020119.
- Ekawati, N. E. (2017). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 1(1), 45–50.
- Ervinatus Tri Wulansari, Roifatul Masrusoh, Muhammad Hasan Muzammil, & Singgih Bektiarso. (2024). Analisis Penerapan Metode Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Meningkatkan Pemahaman Siswa dalam Pelajaran Fisika. *Edukasi Elita : Jurnal Inovasi Pendidikan*, 2(1), 208–218.
- Gunawan, G., Setiawan, A., & Widyantoro, D. H. (2017). Model virtual laboratory fisika modern untuk meningkatkan keterampilan generik sains calon guru. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 9(1), 18–32.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Hermanysah. (2020). Workshop Nasional Penguatan Kompetensi Guru Sekolah Dasar SHEs: Conference Series 3 (3) (2020) 2257-2262 Problem Based Learning in Indonesian Learning. *Workshop Nasional Penguatan Kompetensi Guru Sekolah Dasar*, 3(3), 2257–2262.
- Hidayati, R. (2025). Pengembangan Bahan Ajar. In *Universitas Atma Jaya Yogyakarta* (Vol. 09, Issue Febuiary).
- Ika, L. R., dkk. (2025). Pengembangan E-LKPD berbasis etnokimia dengan simulasi PhET pada materi asam basa. *Jurnal Kimia Pendidikan*.
- Khovivah, A., Gultom, E. S., & Lubis, S. S. (2022). Pengembangan Lkpd Berbasis

- Problem Based Learning Dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 152–161.
- Kuo, H. V., Heller, K., Heller, P., Henderson, C. R., & Yerushalmi, E. (2016). *Teaching Students Problem Solving in Introductory Physics: Forming an Initial Hypothesis of Instructors' Beliefs*. November 2015.
- Kurniawan, B. R., Reyza, M., Taqwa, A., & Fisika, P. (2018). Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Pendidikan*, 3(1), 1451–1457.
- Layali, N., & Masri, M. (2020). Kemampuan pemecahan masalah dalam pendidikan. *Jurnal Pendidikan*.
- Li, J., & Liang, W. (2024). Effectiveness of virtual laboratory in engineering education: A meta-analysis. *PLoS ONE*, 19(12), 1–23.
- Meilina, I. L., Rohmah, A. A., F, D. S. N., A, L. L., & Farikha, N. (2023). Studi Literatur Efektivitas Virtual Laboratorium Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(2), 40–50.
- Mulyani. (2022). Integrasi virtual lab dalam pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Sains*.
- Mundilarto. (2010). Penilaian Hasil Belajar Fisika. Yogyakarta: P2IS FMIPA UNY.
- Musyawir, Ansori, S., Irani, U., Delimayanti, M. K., Surwuy, G. S., Ismail, Hidayah, S. N., Sihotang, C., Massang, B., Puspitasari, T., Magfirah, I., Agung S, A., & Elvianasti, M. (2022). *Model-Model Pembelajaran*.
- National Research Council. (2012). A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nieveen, N. (2010). *Formative Evaluation in Educational Design Research*. SLO

Netherlands Institute for Curriculum Development.

Nisa Sa'diah, Andri Suherman, R. F. S. (2022). Pengembangan e-LKPD Berbasis CTL untuk Meningkatkan Sciences Process Skill pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 6(1), 84–93.

Nova Aulia Putri, A., & 1Nova. (2025). *Pengembangan E-Lkpd Berbasis Masalah Pada Materi Usaha Dan Energi Di Kelas X*. 6(2).

Novianti, R. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Memecahkan Masalah dan Hasil Belajar IPA di SMP Negeri 1 Adiluwih. *Attractive : Innovative Education Journal*, 6(3), 496–506.

Permendikbud No. 21 Tahun 2016 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Pilendia, D. (2020). Pemanfaatan Adobe Flash Sebagai Dasar Pengembangan Bahan Ajar Fisika : Studi Literatur. *Jurnal Tunas Pendidikan*, 2(2), 1–10.

Prastiwi, E., dkk. (2020). Kelemahan implementasi E-LKPD di sekolah. *Jurnal Teknologi Pendidikan*.

Prastowo, A. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press.

Pujayanto, P., Supurwoko, S., Radiyono, Y., & Adi, D. W. (2017). Development of problem-based learning material for physics mathematics and its implementation. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 1(1), 16.

Purba, D., Zulfadli, & Lubis, R. (2021). Pemikiran George Polya Tentang Pemecahan Masalah. *Mathematic Education Journal*, 4(1), 25–31.

Rahayu, N. (2020). Pembelajaran fisika dan karakteristiknya. *Jurnal Pendidikan Fisika*.

Rosli, R., & Ishak, N. A. (2024). Integration of Virtual Labs in Science Education: A Systematic Literature Review. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matemaitik*

Malaysia, 14(1), 81–103.

Sani, R. (2019). *Model Pembelajaran Inovatif*. Bumi Aksara.

Santrock, J. W. (2017). *Educational Psychology* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.

Trianto. (2014). *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Bumi Aksara.

Sari, N., & Nugroho, A. (2021). Pengembangan LKPD interaktif berbasis PBL. *Jurnal Pendidikan Sains*.

Sholihah, N., & Faizah, R. (2025). Pengembangan E-LKPD berbasis PBL pada materi pertumbuhan tumbuhan. *Jurnal Pendidikan Biologi*.

Suharni, & Rahmatsyah. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika pada Materi Pokok Fluida Dinamis di kelas X Semester 1 SMK Swasta Teladan Medan. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika (Inpafi)*, 8(1), 57–64.

Suhendra Ahmad, K. A. (2024). 2. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(2), 164–175.

Suparno, P. (2015). *Pembelajaran Fisika dalam Perspektif Konstruktivisme*. Universitas Sanata Dharma Press.

Supriatna, A. R., Siregar, R., & Nurrahma, H. D. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning pada Muatan Pelajaran Matematika pada Website Liveworksheets di Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 4025–4035.

Syathroh Laila, I., Pratiwi, V., Iman, A., Yusron, A., & Suryaningrum, S. (2023). *Metode Pengembangan Bahan Ajar*.

Wahidatul Munandar, Andi Gunawan Azis, Nur Alamsyah, & Anin Asnidar.

- (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa SMAN 11 Maros. *MENGABDI: Jurnal Hasil Kegiatan Bersama Masyarakat*, 1(6), 85–90.
- Wulandari, H., dkk. (2023). Efektivitas virtual lab dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report*. World Economic Forum.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2016). *University Physics with Modern Physics* (14th ed.). Pearson Education.