



Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika (JPIF)

Fakultas Pendidikan Islam dan Keguruan

Universitas Garut

p-ISSN: 2798-9488 e-ISSN: 2798-334X

The Effectiveness of Implementing Problem-Based Learning Supported by Innovative Teaching Materials on Science Literacy of High School Students

**Siti Nurhaliza Br Perangin Angin^{1*}, Sheila Fitriana², Rachmat Rizaldi³, Syahwin⁴,
Tri Astuti Mardiana⁵, Nana Mardiana⁶**

^{1.2.3.4.5.6}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Islam Sumatera Utara, Indonesia
Jl. Sisingamangaraja, Kelurahan Teladan Barat, Kecamatan Medan Kota, Kota Medan.

e-mail: sitinurhaliza310720@gmail.com

DOI:

<https://doi.org/10.52434/jpif.v6i1.43563>

Accepted: March 18, 2026, Approved: April 6, 2026, Published: April 13, 2026

ABSTRACT

This study aims to examine the effectiveness of the Problem-Based Learning (PBL) model combined with E-Modules in improving high school students' science literacy in the subject of sound and light waves. The background to this study is the low level of science literacy among Indonesian students according to the PISA report, which ranks Indonesia at the bottom. PBL was chosen because it emphasises real-world problem solving, thereby encouraging active engagement, scientific reasoning, and collaborative skills. E-Modules are used as interactive, flexible, and independent learning-supporting digital teaching materials. This research sample consisted of 60 Grade XI students from Mitra Inalum Private High School, comprising 30 students in the experimental class and 30 students in the control class. The results of the analysis show that the application of PBL assisted by E-Modules has a significant effect on improving science literacy, as evidenced by the Independent Sample T-Test at $\alpha = 0.05$ with a 2-tailed sig. of 0.000 and N-Gain value of 0.70 for the experimental class and 0.65 for the control class, indicating a higher increase in science literacy in the experimental class. In addition, 84.41% of students responded positively to the use of E-Modules. Thus, the integration of PBL and E-Modules is effective as a 21st-century physics learning strategy.

Keywords: E-Module, Sound and Light Waves, Learning Innovation, Science Literacy, Problem Based Learning.

Efektivitas Penerapan Problem Based Learning Berbantuan Bahan Ajar Inovatif Terhadap Literasi Sains Siswa SMA

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan E-Modul untuk meningkatkan literasi sains siswa SMA pada materi gelombang bunyi dan cahaya. Latar belakang penelitian ini adalah rendahnya capaian literasi sains siswa Indonesia menurut laporan PISA yang menempatkan Indonesia pada peringkat bawah. PBL dipilih karena menekankan pemecahan masalah nyata sehingga mendorong keterlibatan

aktif, penalaran ilmiah, dan keterampilan kolaboratif. E-Modul digunakan sebagai bahan ajar digital yang interaktif, fleksibel, dan mendukung kemandirian belajar. Metode Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen berupa *Randomized Control Group Pretest-Posttest Design*. Sampel penelitian terdiri dari 60 siswa kelas XI SMA Swasta Mitra Inalum yang dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu 30 siswa pada kelas eksperimen dan 30 siswa pada kelas kontrol. Hasil analisis menunjukkan penerapan PBL berbantuan E-Modul berpengaruh signifikan terhadap peningkatan literasi sains, dibuktikan dengan uji Independent Sample T-Test pada $\alpha = 0,05$ dengan sig. 2-tailed 0,000 dan nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,70, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,65, yang menunjukkan peningkatan literasi sains lebih tinggi pada kelas eksperimen. Selain itu, 84,41% siswa merespons positif penggunaan E-Modul. Dengan demikian, integrasi PBL dan E-Modul efektif sebagai strategi pembelajaran fisika abad ke-21.

Kata kunci: E-Modul, Gelombang Bunyi dan Cahaya, Inovasi Pembelajaran, Literasi Sains, *Problem Based Learning*

PENDAHULUAN

Pendidikan sains di tingkat SMA tidak hanya bertujuan membekali peserta didik dengan penguasaan konsep, tetapi juga menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan berdasarkan bukti. Dalam pembelajaran fisika, tuntutan ini menjadi semakin penting karena banyak konsep bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan menalar, bukan sekadar menghafal. Karena itu, literasi sains perlu ditempatkan sebagai salah satu capaian utama pembelajaran. Literasi sains mencakup kemampuan memahami konsep, menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, serta menggunakan bukti untuk menarik kesimpulan dan mengambil keputusan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari ((Fitriana et al., 2023; Zuriyani, 2012). Dengan kata lain, pembelajaran fisika yang baik bukan hanya membuat siswa mengetahui rumus, tetapi juga mampu menggunakan pengetahuan tersebut secara masuk akal dalam konteks nyata.

Namun, kondisi literasi sains peserta didik di Indonesia masih menunjukkan tantangan yang serius. Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) menunjukkan bahwa performa sains siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata OECD. Data PISA 2022 menunjukkan bahwa skor rata-rata literasi sains siswa Indonesia adalah 383 poin, yang masih berada jauh di bawah rata-rata negara-negara anggota OECD (Organisasi Kerja Sama dan Pembangunan Ekonomi) yang mencapai sekitar 485 poin (OECD, 2023). Hal ini menempatkan Indonesia pada peringkat 67 dari 81 negara peserta (Zuriyani, 2012). Kondisi tersebut mengindikasikan adanya kesenjangan yang signifikan antara kemampuan sains siswa Indonesia dengan standar internasional.

Observasi awal yang dilakukan di SMA Swasta Mitra Inalum juga menguatkan temuan ini. Hasil observasi menunjukkan bahwa hanya 33,96% siswa yang memiliki pemahaman literasi sains pada kategori "cukup". Ini berarti bahwa sebagian besar siswa belum mampu memahami konsep-konsep sains secara mendalam, menerapkan pengetahuan sains dalam konteks nyata, atau menggunakan keterampilan berpikir ilmiah untuk memecahkan masalah. Kondisi ini menyoroti perlunya upaya inovatif dalam pembelajaran sains untuk meningkatkan literasi sains siswa. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan pengembangan strategi dalam pembelajaran yang mampu meningkatkan keterampilan ilmiah, berpikir kritis, dan pemecahan masalah peserta didik.

Salah satu model yang dinilai sesuai untuk menjawab kebutuhan tersebut adalah Problem Based Learning (PBL). PBL menempatkan masalah nyata sebagai titik awal pembelajaran, sehingga peserta didik terdorong untuk mengidentifikasi persoalan, mencari informasi, mendiskusikan alternatif solusi, dan membangun pemahaman secara mandiri maupun kolaboratif. Model ini berlandaskan pembelajaran konstruktivistik dan berpusat pada siswa, sedangkan guru berperan sebagai fasilitator (Ardianti et al., 2021; Mayasari et al., 2022). Dalam konteks pembelajaran sains, PBL relevan karena dapat melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, penalaran ilmiah, dan pemecahan masalah (Hotimah, 2020). Penelitian terdahulu juga memperkuat hal ini. Budiyo et al. (2020) menunjukkan bahwa PBL berkontribusi pada pengembangan kemampuan berpikir siswa, sementara Malkan et al. (2023) dan Nurhidayah (2024) melaporkan bahwa penerapan PBL berbantuan media pembelajaran mampu meningkatkan literasi sains peserta didik. Dengan demikian, secara teoretis maupun empiris, PBL memiliki dasar yang cukup kuat untuk digunakan dalam upaya peningkatan literasi sains.

Meski demikian, keberhasilan PBL tidak hanya ditentukan oleh model pembelajaran, tetapi juga oleh bahan ajar yang mendukung pelaksanaannya. Dalam praktik di sekolah, pembelajaran masih sering mengandalkan buku cetak yang cenderung kurang interaktif dan belum sepenuhnya membantu siswa membangun hubungan antara konsep dengan situasi nyata. Pada naskah penelitian ini juga disebutkan bahwa bahan ajar yang digunakan sebelumnya masih berupa buku cetak dan belum mampu mendukung pengukuran maupun penguatan literasi sains siswa. Di sisi lain, penerapan PBL di sekolah juga belum optimal; dari observasi awal, hanya 32% siswa yang menyatakan menyukai atau memahami model PBL. Kondisi ini menunjukkan bahwa masalahnya bukan hanya pada model, tetapi juga pada perangkat belajar yang digunakan saat model itu diterapkan. Karena itu, pembelajaran berbasis masalah membutuhkan bahan ajar inovatif yang lebih menarik, sistematis, dan mampu memandu siswa belajar secara aktif.

Salah satu alternatif bahan ajar inovatif yang relevan adalah E-Modul. E-Modul merupakan bahan ajar elektronik yang disusun secara sistematis dan dapat memuat teks, gambar, animasi, video, latihan, serta navigasi interaktif, sehingga memberi ruang lebih besar bagi siswa untuk belajar mandiri dan memahami materi secara bertahap (Laraphaty et al., 2021; Padwa & Erdi, 2021). Dalam pembelajaran fisika, E-Modul berpotensi membantu siswa memahami konsep yang abstrak karena penyajiannya lebih fleksibel dan visual. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa E-Modul dapat meningkatkan minat belajar, memudahkan pemahaman konsep, dan mendukung keterampilan proses maupun literasi sains siswa (Latri, 2023; Mardiana et al., 2020; Muzijah et al., 2020; Rizaldi et al., 2022). Pada penelitian ini, E-Modul diposisikan sebagai bahan ajar inovatif yang mendampingi penerapan PBL pada materi gelombang bunyi dan cahaya. Kombinasi keduanya dipandang penting karena materi tersebut sering dianggap sulit oleh siswa, sehingga memerlukan pengalaman belajar yang tidak hanya menjelaskan konsep, tetapi juga membantu siswa menghubungkan konsep dengan gejala yang mereka jumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dilihat bahwa persoalan utama penelitian ini terletak pada rendahnya literasi sains siswa, belum optimalnya penggunaan PBL, dan masih terbatasnya bahan ajar inovatif yang mendukung pembelajaran fisika secara kontekstual. Penelitian terdahulu memang telah menunjukkan efektivitas PBL terhadap literasi sains, tetapi penggunaan PBL berbantuan E-Modul pada materi gelombang bunyi dan cahaya masih perlu diperkuat sebagai

fokus kajian. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model Problem Based Learning berbantuan bahan ajar inovatif menggunakan E-Modul terhadap literasi sains siswa pada materi gelombang bunyi dan cahaya, serta untuk memperoleh gambaran tentang respons siswa terhadap penggunaan bahan ajar inovatif tersebut dalam pembelajaran. Rumusan tujuan ini mengikuti naskah penelitian yang Anda unggah dan sudah paling cocok untuk ditutup sebagai paragraf akhir pendahuluan artikel jurnal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *Quasy Eksperimental* dengan model *Randomized Control Group Pretest-Posttest Design*, di mana kedua kelas diberikan tes awal, kemudian kelas eksperimen mendapat perlakuan pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan bahan ajar inovatif, sedangkan kelas kontrol tetap menggunakan model pembelajaran konvensional dengan buku pegangan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental, berlandaskan paradigma positivistik yang menekankan pada data berupa angka dan pengujian hipotesis secara objektif. Setelah perlakuan, keduanya kembali diuji dengan *posttest* untuk melihat peningkatan hasil belajar dan literasi sains siswa (Noor, 2016). Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 di salah satu SMA swasta di Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI pada sekolah tersebut. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik *nonproportionate stratified random sampling*, teknik ini digunakan karena setiap kelas memiliki karakteristik akademik yang relatif serupa, sehingga pemilihan sampel dilakukan secara acak tanpa memperhatikan proporsi tertentu (Renggo, 2022). Berdasarkan proses tersebut, diperoleh 60 siswa sebagai subjek penelitian yang terdiri dari 30 siswa kelas XI F3 sebagai kelas eksperimen dan 30 siswa kelas XI F2 sebagai kelas kontrol. Pemilihan kedua kelas tersebut juga didasarkan pada pertimbangan kesamaan kemampuan awal siswa yang relatif setara berdasarkan hasil observasi awal dan nilai akademik sebelumnya. Dengan demikian, perbedaan hasil yang diperoleh setelah perlakuan dapat lebih mencerminkan pengaruh penerapan model pembelajaran yang digunakan. Adapun desain penelitian yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian *Randomized Control Group Pretest Posttest Design*

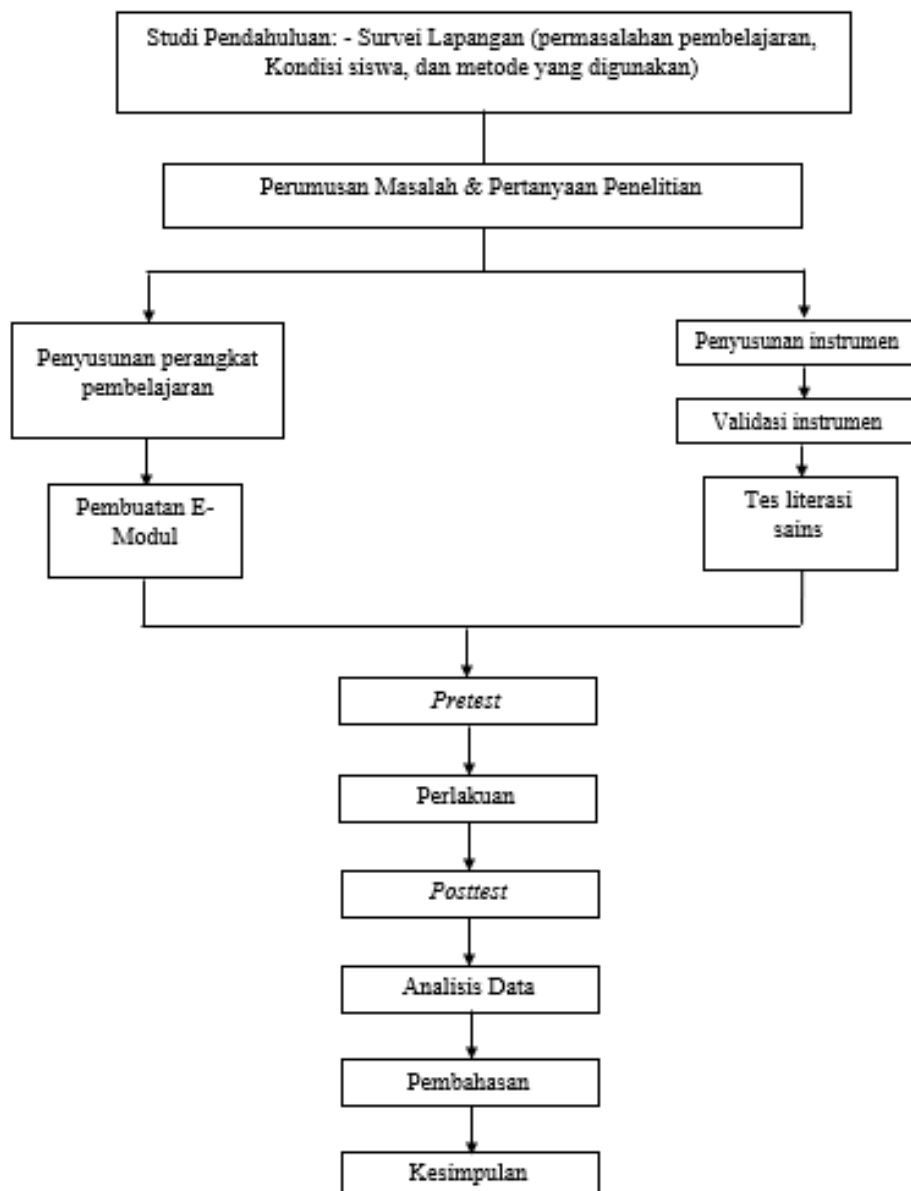
Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
K_K	O_1	X_K	O_2
K_E	O_3	X_E	O_4

Sumber : (Sugiyono, 2019)

Keterangan pada tabel 1: K_K :Kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional yang menggunakan bahan ajar yang biasa digunakan disekolah, K_E :Kelas eksperimen pembelajaran yang menggunakan Model PBL berbantuan bahan ajar inovatif, O_1 : Tes awal pada kelas kontrol sebelum diberikan perlakuan, O_2 : Tes akhir pada kelas kontrol setelah diberikan perlakuan, O_3 : Tes awal pada kelas eksperimen sebelum diberikan perlakuan, O_4 : Tes akhir pada kelas eksperimen sesudah diberikan perlakuan, X_K : Penerapan pembelajaran konvensional menggunakan bahan ajar yang biasa digunakan disekolah, X_E : Penerapan pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan bahan ajar inovatif.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui tiga tahapan. Pertama, tahap persiapan yang meliputi observasi sekolah, penyusunan perangkat dan instrumen penelitian, validasi serta uji coba instrumen di luar sampel penelitian. Kedua, tahap pelaksanaan yang diawali dengan penyampaian maksud dan tujuan penelitian, pemberian pretest kepada siswa, pelaksanaan pembelajaran dengan model PBL berbantuan e-modul pada kelas eksperimen serta pembelajaran konvensional pada kelas kontrol, kemudian diakhiri dengan pemberian posttest untuk mengukur kemampuan literasi sains. Ketiga, tahap akhir yaitu pengolahan data hasil pretest dan posttest, analisis data secara kuantitatif, penarikan kesimpulan, dan penyusunan laporan penelitian sesuai sistematika akademik yang berlaku.



Gambar 1. Alur Prosedur Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup instrumen tes berupa soal pilihan ganda yang mengukur aspek kompetensi dan konteks literasi sains, serta instrumen non-tes berupa lembar observasi untuk memantau keterlaksanaan pembelajaran. Selain itu, instrumen pembelajaran berupa e-modul juga digunakan dan divalidasi oleh ahli media dan ahli materi agar sesuai dengan kriteria kelayakan bahan ajar (Laraphaty dkk., 2021). Untuk menjamin kualitas instrumen, dilakukan serangkaian uji, antara lain uji validitas dengan rumus *Gregory* (Novikasari, 2016), uji reliabilitas menggunakan rumus KR-21, serta analisis tingkat kesukaran dan daya pembeda butir soal.

Teknik Analisis Data

Data penelitian dianalisis secara bertahap dengan bantuan *IBM SPSS Statistics 26*. Tahap awal dilakukan melalui uji normalitas untuk mengetahui apakah data pretest dan posttest berdistribusi normal. Uji ini menggunakan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* pada taraf signifikansi 5%. Data dinyatakan terdistribusi normal apabila nilai Sig > 0,05. Selanjutnya, dilakukan pemberian skor terhadap hasil *pretest* dan *posttest*, yaitu skor 1 untuk jawaban benar dan skor 0 untuk jawaban salah atau tidak dijawab. Skor total peserta didik dihitung dengan rumus $S = \Sigma R$, dengan S sebagai skor yang diperoleh dan R sebagai jumlah jawaban benar. Setelah itu, dilakukan uji homogenitas menggunakan *Test of Homogeneity of Variances* untuk mengetahui kesamaan varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data dinyatakan homogen apabila nilai Sig > 0,05. Uji hipotesis kemudian dilakukan sesuai hasil uji prasyarat. Jika data berdistribusi normal dan homogen, maka digunakan independent sample t-test. Jika data berdistribusi normal tetapi variansnya tidak homogen, pengujian tetap menggunakan uji Sig > 0,05 yang disesuaikan pada output SPSS dimana Jika kedua kelas berdistribusi normal dan bervariasi homogen, maka pengujian hipotesis menggunakan uji t (*independent sample t-test Equal variances assumed*), apabila data berdistribusi normal dan memiliki varian yang tidak homogen, maka pengujian hipotesis menggunakan uji t' (*independent sample t-test Equal variances not assumed*). Sementara itu, jika data tidak berdistribusi normal, digunakan uji nonparametrik *Mann-Whitney*. Dasar pengambilan keputusan didasarkan pada nilai Sig. (2-tailed), yaitu H_a diterima apabila nilai nilai Sig. (2-tailed) $\leq 0,05$ dan H_a ditolak apabila nilai Sig. (2-tailed) $> 0,05$.

Untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik, digunakan uji *N-gain* berdasarkan selisih antara nilai pretest dan posttest pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Perhitungan dilakukan dengan rumus $N\text{-gain} = (\text{skor posttest} - \text{skor pretest}) / (\text{skor maksimum} - \text{skor pretest})$. Hasilnya kemudian diinterpretasikan ke dalam tiga kategori sesuai dengan tabel 2:

Tabel 2. Interpretasi *N-Gain*

Rentang Skor (N-gain)	Tingkat Kevalidan
(<g>) >0,70	Tinggi
0,70 \geq (<g>) >0,30	Sedang
(<g>) <0,30	Rendah

Sumber; Hake (dalam Gito Supriadi, 2021)

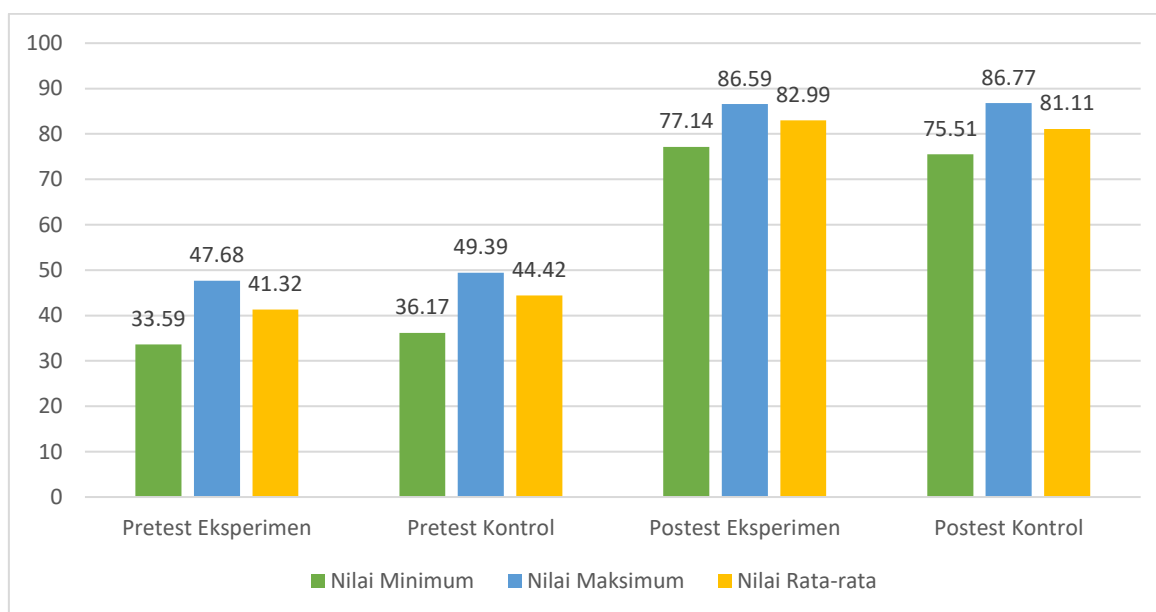
Selain itu, respons pendidik dan peserta didik terhadap perangkat pembelajaran dianalisis menggunakan angket skala *Likert* lima tingkat, yaitu sangat setuju, setuju, cukup, tidak setuju, dan sangat tidak setuju, dengan skor yang disesuaikan untuk pernyataan positif dan negatif. Data angket dihitung dalam bentuk persentase menggunakan rumus $\text{Persentase} = (\text{skor yang diperoleh} / \text{skor maksimum}) \times 100\%$. Hasil persentase kemudian diinterpretasikan dengan kriteria sangat baik apabila tanggapan $\geq 85\%$, baik apabila $70\% \leq \text{tanggapan} < 85\%$, cukup baik apabila $50\% \leq \text{tanggapan} < 70\%$, dan kurang apabila tanggapan $< 50\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data hasil *Pretest* dan *Posttest*

Dalam penelitian ini, peneliti memperoleh data dari hasil *pretest* dan *posttest* yang dilakukan di kelas eksperimen dan kelas kontrol. *Pretest* dilakukan di awal penelitian untuk mengetahui sejauh mana siswa memahami konsep Gelombang bunyi dan cahaya. Sedangkan tes akhir atau *posttest* dilakukan pada akhir penelitian dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana siswa memahami materi momentum dan impuls setelah percobaan. Hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kontrol dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



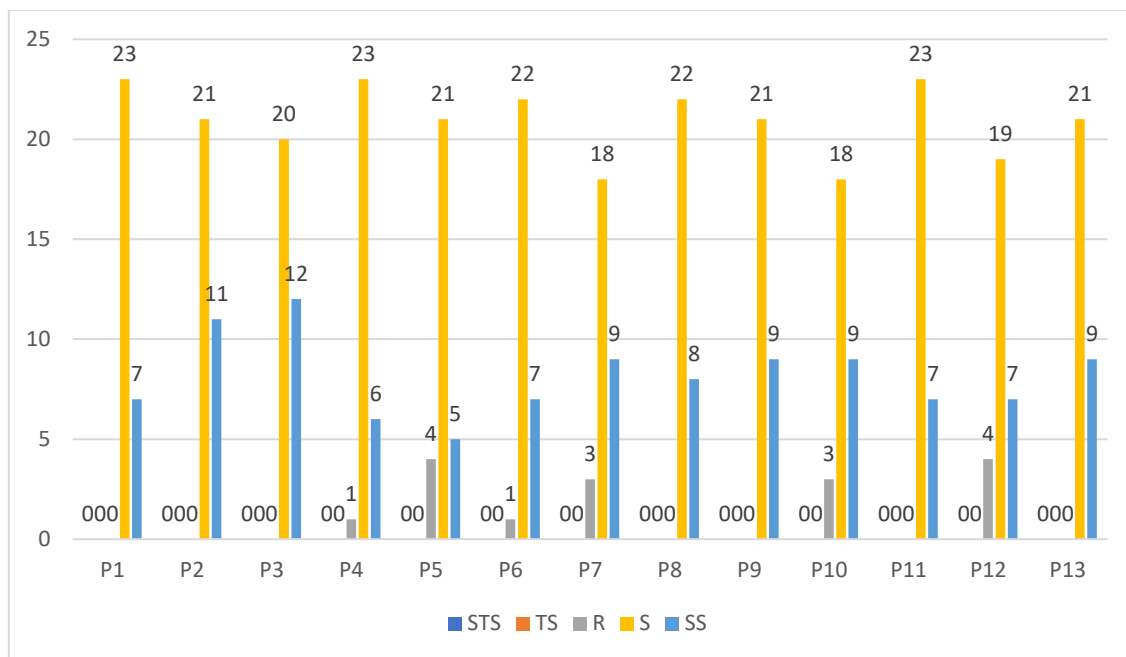
Gambar 2. Hasil *Pretest* dan *Posttest* Eksperimen dan Kontrol

Secara umum, grafik pada gambar 1 tersebut, menunjukkan bahwa kemampuan awal kedua kelas relatif sebanding, meskipun kelas kontrol sedikit lebih unggul pada tahap awal. Setelah perlakuan diberikan, kedua kelas sama-sama mengalami peningkatan hasil belajar, tetapi peningkatan pada kelas eksperimen cenderung lebih besar. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan model Problem Based Learning (PBL) berbantuan e-modul lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar dibandingkan pembelajaran konvensional. Selain itu, hasil pada kelas

eksperimen juga menunjukkan kecenderungan capaian yang lebih merata, sehingga perlakuan yang diberikan tidak hanya berdampak pada sebagian siswa, tetapi pada kelas secara umum

Data Hasil Analisis Respon Siswa Terhadap Bahan Ajar Inovatif

Hasil data angket respon siswa yang diperoleh dari kelas eksperimen yang diberikan perlakuan dengan menggunakan bahan ajar inovatif dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Keterangan : P: Pernyataan; STS: Sangat Tidak Setuju; TS: Tidak Setuju; R: Ragu – Ragu; S: Setuju; SS: Sangat Setuju.

Gambar 3. Data Hasil Analisis Respon Siswa Terhadap Bahan Ajar Inovatif

Hasil analisis angket respon siswa menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar inovatif berupa E-Modul memperoleh total skor 1.646 dari skor ideal 1.950, atau setara dengan 84,41%. Berdasarkan kriteria penilaian yang digunakan, persentase tersebut berada pada kategori baik. Temuan ini mengindikasikan bahwa E-Modul yang diterapkan dalam pembelajaran telah memperoleh penerimaan yang positif dari siswa. Jika ditinjau secara keseluruhan, kecenderungan respon siswa juga memperlihatkan dominasi pilihan yang mengarah pada penilaian positif, sehingga tanggapan baik yang diperoleh tidak hanya muncul pada satu indikator tertentu, tetapi relatif konsisten pada berbagai aspek yang diukur. Dengan demikian, data respon siswa menjadi salah satu bukti empiris yang mendukung bahwa bahan ajar yang dikembangkan layak digunakan sebagai penunjang pembelajaran.

Uji Normalitas dan Uji Homogenitas

Hasil uji normalitas dan homogenitas dapat dilihat pada tabel 3 dan 4, dimana berdasarkan tabel tersebut membuktikan bahwa data *pretest* dan *posttest* yang ditemukan baik pada kelas kontrol dan eksperimen, terdistribusi normal hal ini ditandai dengan diperolehnya nilai signifikansi pada data *pretest* nilai signifikansi sebesar 0,200 pada kelas eksperimen dan 0,134 pada kelas kontrol

yang lebih besar dari 0,05. Sementara pada data *posttest* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,200 pada kelas eksperimen dan 0,200 pada kelas kontrol yang lebih besar dari 0,05.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Data *Pretest* dan *Posttest*

Kelas	Tests of Normality		
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	df	Sig.
Pretest Kontrol	0.141	30	0.134
Posttest Kontrol	0.094	30	0.200
Pretest Eksperimen	0.119	30	0.200
Posttest Eksperimen	0.101	30	0.200

Untuk uji homogenitas pada hasil data *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol dan eksperimen diperoleh data sebesar 0,125. Artinya nilai signifikansi tersebut lebih besar dari $\alpha = 0,05$, yang dapat diartikan bahwa sampel yang digunakan pada kelompok penelitian adalah homogen.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas Data *Pretest* dan *Posttest*

	Test of Homogeneity of Variance			
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean	1.951	3	116	0.125
Based on Median	1.714	3	116	0.168
Based on Median and with adjusted df	1.714	3	105.068	0.169
Based on trimmed mean	1.898	3	116	0.134

Uji Hipotesis

Berdasarkan uji normalitas dan uji homogenitas yang dilakukan pada nilai *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen menyatakan bahwa data terdistribusi normal dan homogen, maka uji hipotesis selanjutnya menggunakan uji statistik parametrik menggunakan uji t (*Independent Sample T-Test*) dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Data hasil uji t (*Independent Sample T-Test*) dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Hipotesis

	Independent Samples Test							
	t-test for Equality of Means						95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	
Kelas Eksperimen	<i>Equal variances assumed</i>	-59.063	58	0.000	-41.66967	0.70551	-43.08191	-40.25743
	<i>Equal variances not assumed</i>	-59.063	51.622	0.000	-41.66967	0.70551	-43.08563	-40.25370

Berdasarkan Tabel 5 pada uji hipotesis, nilai signifikansi pada data *Equal variances assumed* untuk kelas kontrol dan eksperimen diperoleh nilai sebesar 0,0000. Hal ini membuktikan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima, yang dapat diartikan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran menggunakan model *problem based learning* (PBL) berbantuan bahan ajar inovatif pada materi gelombang bunyi dan cahaya terhadap literasi sains siswa.

Uji *N-Gain*

Uji *N-Gain* dilakukan untuk memberikan gambaran peningkatan literasi sains siswa sebelum dan setelah diberikan perlakuan dengan menggunakan model pembelajaran *problem based learning* (PBL) berbantuan bahan ajar inovatif pada materi gelombang bunyi dan cahaya. Hasil uji *N-Gain* dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil Uji *N-Gain*

Kelas	<i>N-Gain</i>	Interpretasi
Eksperimen	0,70	Sedang
Kontrol	0,65	Sedang

Berdasarkan hasil uji *N-Gain* pada tabel 6 menunjukkan gambaran rata-rata nilai *N-gain* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. nilai *N-gain* tersebut menunjukkan skor rata-rata nilai *N-gain* kelompok kontrol 0,65 yang menunjukkan bahwa literasi sains siswa di kelas kontrol berada pada interpretasi sedang, sedangkan skor rata-rata nilai *N-gain* pada kelas eksperimen adalah 0,70 dalam interpretasi sedang. Maka terdapat pengaruh model PBL berbantuan bahan ajar inovatif terhadap literasi sains.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model Problem Based Learning (PBL) berbantuan e-modul berpengaruh terhadap literasi sains siswa. Hasil uji hipotesis dengan nilai signifikansi 0,000 menandakan adanya perbedaan bermakna antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kedua kelas sama-sama mengalami peningkatan, tetapi kelas eksperimen memperoleh rata-rata posttest 82,99 dibandingkan kelas kontrol sebesar 81,11. Data ini menunjukkan bahwa PBL berbantuan e-modul memberi dampak lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu yang menempatkan PBL sebagai pendekatan efektif untuk mendorong literasi sains. Malkan et al. (2023) menunjukkan bahwa PBL berbantuan video animasi powtoon berpengaruh terhadap literasi sains siswa. Ramadhanti et al. (2024) juga melaporkan adanya pengaruh signifikan PBL terhadap literasi sains, sedangkan Nainggolan et al. (2021) menegaskan bahwa aktivitas saintifik dalam PBL mampu meningkatkan literasi sains secara bertahap. Sintesis penelitian relevan memperlihatkan pola yang konsisten bahwa efektivitas PBL cenderung meningkat ketika dipadukan dengan media atau bahan ajar inovatif.

Namun demikian, hasil uji *N-gain* menunjukkan bahwa peningkatan literasi sains pada kedua kelas masih berada pada kategori sedang, yaitu 0,70 untuk kelas eksperimen dan 0,65 untuk kelas kontrol. Temuan ini perlu dibaca secara lebih kritis. Di satu sisi, nilai tersebut menegaskan bahwa intervensi yang diberikan efektif. Namun, di sisi lain, hasil tersebut juga menunjukkan bahwa peningkatan yang terjadi belum sepenuhnya optimal. Artinya, PBL berbantuan e-modul sudah memberi dorongan positif, tetapi belum cukup kuat untuk menghasilkan peningkatan pada

kategori tinggi. Salah satu faktor yang mungkin menjelaskan kondisi ini adalah bahwa literasi sains merupakan kemampuan kompleks yang tidak berkembang secara instan. Literasi sains tidak hanya berkaitan dengan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah, menafsirkan data, mengevaluasi bukti, dan menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata. Sutrisna (2021) menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa SMA masih rendah dan dipengaruhi oleh minat membaca yang rendah, evaluasi yang belum berorientasi pada literasi sains, serta pemahaman guru yang belum utuh mengenai literasi sains. Merta et al. (2020) juga menegaskan bahwa siswa belum terbiasa menghadapi soal yang menuntut analisis, interpretasi bukti, dan penerapan konsep dalam situasi nyata. Dengan kondisi awal seperti ini, peningkatan pada kategori sedang dapat dipahami sebagai hasil yang cukup realistis.

Selain itu, efektivitas penerapan model ini diduga belum sepenuhnya optimal karena adanya keterbatasan dalam pelaksanaan penelitian, terutama pada durasi dan intensitas perlakuan. Pembelajaran berbasis masalah memerlukan waktu agar siswa terbiasa mengidentifikasi masalah, menafsirkan informasi, berdiskusi, dan menyusun penjelasan berbasis alasan ilmiah. Jika perlakuan diberikan dalam waktu yang terbatas, maka perubahan yang muncul cenderung masih berada pada tahap penguatan awal dan belum menunjukkan pembentukan kemampuan yang stabil. Hal ini sejalan dengan Haka et al. (2024) yang memperoleh *N-gain* 0,804 ketika PBL dipadukan dengan isu kontekstual kehidupan nyata, serta Sholihah et al. (2023) yang melaporkan *N-gain* tinggi pada STEM-*integrated* PBL. Temuan tersebut menunjukkan bahwa masalah yang autentik, konteks yang kuat, dan dukungan belajar yang kaya dapat mendorong peningkatan literasi sains ke kategori tinggi. Faktor lain yang juga perlu diperhatikan adalah bahwa kelas kontrol turut mengalami peningkatan yang cukup besar. *N-gain* kelas kontrol mencapai 0,65 dan tetap berada pada kategori sedang. Ini menunjukkan bahwa pembelajaran di kelas kontrol tidak sepenuhnya tidak efektif. Dengan kata lain, perbedaan pengaruh antara kedua kelas memang ada, tetapi tidak terlalu jauh. Kondisi ini menegaskan bahwa PBL berbantuan e-modul bukan satu-satunya faktor yang memengaruhi peningkatan, melainkan memberi nilai tambah yang membuat capaian kelas eksperimen menjadi lebih baik. Jadi, keunggulan perlakuan dalam penelitian ini nyata, tetapi tidak bersifat ekstrem.

Dari sisi bahan ajar, respons siswa sebesar 84,41% dalam kategori baik menunjukkan bahwa e-modul diterima secara positif. Namun, respons yang baik tidak serta-merta berarti peningkatan kemampuan kognitif juga tinggi. Ada kemungkinan e-modul telah membantu siswa memahami materi, tetapi belum sepenuhnya mendorong pendalaman berpikir melalui interpretasi data, argumentasi ilmiah, refleksi konseptual, dan evaluasi berbasis bukti. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sari et al. (2024), Widagdo et al. (2025), dan Fauziah et al. (2024) yang menunjukkan bahwa PBL menjadi lebih kuat ketika didukung bantuan terstruktur seperti scaffolding, Google Classroom, atau e-book berbasis CTL-PBL. Dengan demikian, e-modul dalam penelitian ini dapat dinilai layak dan efektif, tetapi masih terbuka ruang pengembangan agar lebih kuat dalam menuntun proses berpikir ilmiah siswa.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa model PBL berbantuan e-modul efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa pada materi gelombang bunyi dan cahaya. Namun, fakta bahwa *N-gain* kedua kelas masih berada pada kategori sedang menunjukkan bahwa efektivitas tersebut belum sepenuhnya maksimal. Kondisi ini kemungkinan dipengaruhi oleh kemampuan awal literasi sains siswa yang belum kuat, kebiasaan belajar yang masih berorientasi

hafalan, keterbatasan durasi perlakuan, serta perlunya bahan ajar yang lebih kaya secara pedagogis. Implikasinya, guru fisika perlu menerapkan pembelajaran berbasis masalah secara lebih konsisten, menghadirkan masalah kontekstual, dan mengembangkan e-modul yang tidak hanya menarik, tetapi juga mampu melatih analisis, argumentasi, dan evaluasi bukti agar peningkatan literasi sains dapat menjadi lebih optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan E-Modul berpengaruh signifikan terhadap literasi sains siswa pada materi gelombang bunyi dan cahaya. Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, yang berarti terdapat pengaruh signifikan penggunaan PBL berbantuan E-Modul terhadap peningkatan literasi sains siswa. Nilai *N-Gain* kelas eksperimen sebesar 0,70 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,65, meskipun keduanya masih berada pada kategori sedang. Selain itu, respons siswa terhadap penggunaan E-Modul tergolong baik, dengan persentase sebesar 84,41%. Dengan demikian, PBL berbantuan E-Modul efektif digunakan sebagai alternatif pembelajaran fisika untuk mendukung peningkatan literasi sains siswa SMA pada abad 21

REFERENSI

- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). Problem Based Learning: Apa dan Bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1), 27–35. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v3i1.4416>
- Budiyono, A., Husna, H., & Wildani, A. (2020). Pengaruh penerapan model pbl terintegrasi steam terhadap kemampuan berpikir kreatif ditinjau dari pemahaman konsep siswa. *Edusains*, 12(2), 166–176. <https://doi.org/10.15408/es.v12i2.13248>
- Fauziah, Suyanti, R. D., & Silaban, R. (2024). Pengembangan Bahan Ajar (E-Book) Kimia Berbasis CTL-PBL Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 12(2), 162–171. <https://doi.org/10.21831/jpms.v12i2.75195>
- Fitriana, S., Hardianti, T., & Syahwin, S. (2023). The Profile of Scientific Literacy and Self-Concept in Learning Physics. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1), 22–30. <https://doi.org/10.20527/jipf.v7i1.7025>
- Gito Supriadi. (2021). *Statistik Penelitian Pendidikan*. Yogya: UNY PRESS.
- Haka, N. B., Sulistyawati, A., Oktafiani, R., Supriyadi, & Jamaludin, D. N. (2024). Sustainable Learning Through Problem Based Learning with Socioscientific Issue: An Analysis of Science Literacy and scientific attitudes of high school students. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 13(3), 84–103. <https://doi.org/10.23960/jppk.v13i3.31848>
- Hotimah, H. (2020). Penerapan Metode Pembelajaran Problem Based Learning dalam Meningkatkan Kemampuan Bercerita pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Edukasi*, 7(2), 5–11. <https://doi.org/10.19184/jukasi.v7i3.21599>
- Laraphaty, N. F. R., Riswanda, J., Anggun, D. P., Maretha, D. E., & Ulfa, K. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Modul Elektronik (E-Modul). *Prosiding Seminar*

Nasional Pendidikan Biologi, 4(1), 145–156.

- Lastri, Y. (2023). Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146. <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Malkan, M., Setiadi, D., Ayu Lestari, T., & Sri Handayani, B. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Video Animasi Powtoon Terhadap Literasi Sains Siswa Kelas XI IPA di MAN 2 Mataram. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(1b), 995–1000. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i1b.1336>
- Mardiana, N., Mardiani, N., Fitriana, S., Husna, M., & Rizaldi, R. (2020). *The Impact of Problem Solving Method to Improve the Critical Thinking and Science Process Skills in Physics. Icmr 2018*, 512–518. <https://doi.org/10.5220/0008889805120518>
- Mayasari, A., Arifudin, O., & Juliawati, E. (2022). Implementasi Model Problem Based Learning (Pbl) Dalam Meningkatkan Keaktifan Pembelajaran. *Jurnal Tahsinia*, 3(2), 167–175. <https://doi.org/10.57171/jt.v3i2.335>
- Merta, I. W., Artayasa, I. P., Kusmiyati, K., Lestari, N., & Setiadi, D. (2020). Profil literasi sains dan model pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan literasi sains. *Jurnal Pijar MIPA*, 15(3), 223–228.
- Muzijah, R., Wati, M., & Mahtari, S. (2020). Pengembangan E-modul Menggunakan Aplikasi Exe-Learning untuk Melatih Literasi Sains. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(2), 89–98. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i2.2056>
- Nainggolan, V. A., Pramana, R., & Pudji, S. (2021). Learning Bryophyta : Improving students ' scientific literacy through problem-based learning. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 7(1), 71–82. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v7i1.15220>
- Noor, J. (2016). *Metodologi Penelitian: Skripsi, Tesis, Disertasi & Karya Ilmiah*. Jakarta: Kencana.
- Nurhidayah, A. (2024). *Pengaruh Virtual Reality (VR) Berbantuan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains*. Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. In *OECD Publishing: Vol. I*. Paris: OECD Publishing.
- Padwa, T. R., & Erdi, P. N. (2021). Penggunaan E-Modul Dengan Sistem Project Based Learning. *Jurnal Vokasi Informatika*, 1(1), 21–25. <https://doi.org/10.24036/javit.v1i1.13>
- Ramadhanti, A. F., Suharsono, & Nuryadin, E. (2024). The Effect of Problem-Based Learning on Students' Science Literacy Skills on the Topic of Human Excretory System. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 17(1), 1–12.
- Renggo, Y. R. (2022). Populasi dan Sampel Kuantitatif. In *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan Kombinasi* (pp. 43–55). Bandung : MEDIA SAINS INDONESIA.
- Rizaldi, R., Syahwin, & Ramadani. (2022). Efektifitas E-Modul Praktikum Fisika Berbasis Model Problem Based Learning Menggunakan Smart Apps Creator terhadap Keterampilan

- Proses Sains Siswa SMA/MA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(3), 720–725. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.647>
- Sari, I. N., Mahanal, S., & Setiawan, D. (2024). Implementation of a problem-based learning model assisted with scaffolding to improve scientific literacy and student cognitive learning outcomes. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 6(1), 35. <https://doi.org/10.20527/bino.v6i1.17890>
- Sholihah, A., Syahmani, S., & Suyidno, S. (2023). The Effectiveness of STEM Integrated Problem-Based Learning in Enhancing Student Science Literacy on Temperature and Heat Materials. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.20527/jipf.v7i1.5639>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sutrisna, N. (2021). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA di Kota Sungai Penuh. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(12), 2683–2694. <https://doi.org/10.47492/jip.v1i12.530>
- Widagdo, C. S., Wulansari, N. I., & Utomo, S. (2025). The Effectiveness of the Problem-Based Learning with Google Classroom (PBL-GC) Model in Enhancing High School Students' Scientific Literacy on Newton's Laws. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 13(3), 389. <https://doi.org/10.20527/bipf.v13i3.23776>
- Zuriyani, E. (2012). Literasi Sains dan Pendidikan. *Tersedia Di: Http://Sumsel. Kemenag. Go. Id/File/File/Tulisan/Wagi/343099486. Pdf.[1 April 2016]*.