



Efektivitas Model *Problem Based Learning* Berbantuan Media Digital untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA pada Materi Pemanasan Global

Nyai Ratu Syahira^{1*}, Lina Aviyanti¹, Dedi Sasmita¹

¹ Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2820>

Article Info:

Received : 17 Juni 2026
Revised : 26 Juni 2026
Accepted : 22 Juli 2026
Published : 28 Juli 2026

Correspondence:

Nyai Ratu Syahira

Phone:

Abstract: Problem-solving ability is one of the essential 21st-century competencies that students must develop. However, a preliminary study conducted at a public senior high school revealed that students' problem-solving ability remained low, with an average score of 42.32, far below the minimum mastery criterion (78), due to teacher-centered learning practices. This study aimed to analyze the improvement and effectiveness of the Problem Based Learning (PBL) model assisted by the IMOGLOW Flipbook E-Module digital media in enhancing students' problem-solving ability on the topic of Global Warming, as well as to examine students' responses to its implementation. This research employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a non-equivalent control group design. The participants consisted of 60 tenth-grade science students (30 students in the experimental class and 30 students in the control class), selected through convenience sampling. Data were collected using pretests, posttests, and a Likert-scale response questionnaire. The data were analyzed using the N-Gain test, prerequisite tests (Shapiro-Wilk and Levene's tests), the Mann-Whitney U test, and Cohen's d effect size with IBM SPSS Statistics version 26. The results indicated that the experimental class achieved a higher average N-Gain score (61.78%, moderately effective) than the control class (42.99%, less effective), with an Asymp. Sig. (2-tailed) value of < 0.001 and a Cohen's d effect size of 1.272, indicating a very large effect. In addition, students showed highly positive responses toward the learning implementation (89.17%, very good). The study concludes that integrating the Problem Based Learning model with the interactive IMOGLOW Flipbook E-Module is effective in improving students' problem-solving ability on the topic of Global Warming.

Keywords: Problem Based Learning; Digital Media; Problem Solving Ability; Global Warming; E-Module.

Citation: Syahira, N. R., Aviyanti, L., & Sasmita, D. (2026). Efektivitas Model Problem Based Learning Berbantuan Media Digital untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA pada Materi Pemanasan Global. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(3), 4480–4486. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2820>

Pendahuluan

Kompetensi abad ke-21 menuntut peserta didik tidak hanya menguasai pengetahuan faktual, tetapi juga mampu berpikir kritis dan memecahkan masalah secara sistematis, yang mencakup kemampuan mengakses, menganalisis, dan mensintesis informasi (Redecker et al., 2011). Kemampuan pemecahan masalah menjadi

salah satu kompetensi dasar yang secara eksplisit dituntut dalam standar isi kurikulum, sebagaimana termuat dalam Permendikbud Nomor 64 Tahun 2013, yang mengharapkan siswa mampu bersikap logis, kritis, analitis, dan tidak mudah menyerah dalam menyelesaikan persoalan. Siswa yang memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik cenderung

memiliki pemahaman mendalam terhadap suatu persoalan, mampu mengomunikasikan ide secara efektif, dan mampu mengambil keputusan berdasarkan informasi yang relevan (Desy, Kadir, & Ruslan, 2025).

Meskipun dianggap penting, implementasi pembelajaran yang mendukung kemampuan pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika di kelas masih menghadapi berbagai kendala. Sebagian besar kemampuan pemecahan masalah siswa masih berada pada kategori rendah (Hermawati et al., 2021), yang salah satunya disebabkan oleh kesulitan siswa dalam menerapkan strategi penyelesaian yang relevan (Fadilah & Haerudin, 2022) serta kurangnya ketelitian dalam memeriksa kembali hasil penyelesaian masalah (Setiana, 2021). Kondisi serupa ditemukan pada studi pendahuluan di salah satu SMA Negeri di Kota Cimahi, yaitu rata-rata skor kemampuan pemecahan masalah siswa hanya sebesar 42,32, jauh di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 78. Rendahnya capaian ini mengindikasikan bahwa pembelajaran yang berpusat pada guru cenderung membuat siswa pasif dan berorientasi pada hafalan, bukan pemahaman konsep.

Salah satu model pembelajaran yang secara luas diakui efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah adalah Problem Based Learning (PBL), yaitu model pembelajaran yang menempatkan permasalahan nyata (autentik dan tidak terstruktur) sebagai titik tolak pembelajaran, dengan lima tahapan (sintaks) utama: (1) orientasi siswa pada masalah, (2) mengorganisasikan siswa untuk belajar, (3) membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Arends, 2012), sehingga menjembatani teori dengan fenomena aktual, termasuk isu perubahan iklim (Hmelo-Silver, 2004). Penelitian di Nigeria oleh Oderinu, Adegbulugbe, Orenuga, dan Butali (2019) melaporkan bahwa PBL menghasilkan perbedaan signifikan dibandingkan pembelajaran tradisional pada aspek tantangan pemecahan masalah, komunikasi antarsiswa, dan interaksi siswa-tutor. Temuan serupa dilaporkan Florentina Y. Sepe (2018), yang menunjukkan bahwa PBL memberikan pengaruh yang lebih tinggi terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar dibandingkan metode cooperative script. Meskipun demikian, implementasi PBL di Indonesia masih terkendala oleh keterbatasan media pembelajaran yang kontekstual dan berbasis teknologi digital. Pada penelitian ini, kelima sintaks PBL tersebut diintegrasikan secara eksplisit ke dalam struktur E-Modul Flipbook IMOGLOW, yaitu setiap tahapan PBL dituangkan sebagai bagian atau halaman interaktif tersendiri dalam e-modul (mulai dari penyajian fenomena pemanasan global sebagai orientasi masalah,

panduan pertanyaan penyelidikan, ruang kerja kelompok virtual, hingga fitur presentasi dan refleksi hasil), sehingga alur belajar siswa di dalam e-modul secara langsung merepresentasikan tahapan PBL, bukan sekadar menyajikan materi pemanasan global secara digital.

Perkembangan teknologi digital membuka peluang lahirnya media pembelajaran interaktif seperti E-Modul, yang terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar dan memfasilitasi pembelajaran mandiri siswa (Abidin & Puspitasari, 2021). Sejumlah penelitian terdahulu turut mendukung efektivitas integrasi PBL dan hasil belajar fisika (Rahmawati et al., 2020) maupun peningkatan pemahaman konsep melalui e-modul berbasis PBL (Astuti & Kusuma, 2019). Media digital flipbook pada pembelajaran kimia bahkan dilaporkan mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah hingga 32% (Nurhidayati et al., 2021). Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih berfokus pada bidang kimia atau biologi, mengukur hasil belajar kognitif secara umum, dan belum banyak diterapkan pada materi pemanasan global dalam konteks pembelajaran fisika. Kebaharuan penelitian ini terletak pada tiga aspek sekaligus, yaitu: (1) integrasi eksplisit sintaks PBL ke dalam E-Modul Flipbook IMOGLOW yang dikembangkan secara khusus untuk materi pemanasan global, sebuah kombinasi yang belum ditemukan pada penelitian-penelitian sebelumnya; (2) fokus pengukuran pada kemampuan pemecahan masalah berdasarkan tahapan Polya, bukan sekadar hasil belajar kognitif secara umum sebagaimana pada mayoritas penelitian e-modul terdahulu (Putri & Sari, 2020); dan (3) konteks penerapan pada pembelajaran fisika SMA, bidang yang relatif belum banyak disentuh oleh penelitian media digital interaktif dibandingkan bidang kimia atau biologi.

Berdasarkan uraian di atas, teridentifikasi kesenjangan penelitian (research gap) berupa masih terbatasnya kajian yang mengintegrasikan PBL dengan media ajar digital pada pembelajaran fisika, khususnya materi pemanasan global, serta belum banyak penelitian yang secara mendalam menggali aspek keterampilan pemecahan masalah dibandingkan aspek hasil belajar kognitif secara umum (Putri & Sari, 2020). Tantangan ini diperparah oleh rendahnya literasi digital guru, sebagaimana dilaporkan UNESCO (2020) bahwa hanya sekitar 30% guru di Asia Tenggara yang merasa siap memanfaatkan media digital interaktif secara efektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa setelah diterapkan model PBL berbantuan media digital pada materi Pemanasan Global; (2) memperoleh gambaran efektivitas penerapan model tersebut terhadap peningkatan kemampuan

pemecahan masalah; dan (3) mengetahui respons siswa terhadap penerapannya.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen (quasi experiment), yaitu jenis penelitian semu yang melibatkan kelompok kontrol tanpa mengendalikan seluruh variabel eksternal secara penuh (Sugiyono, 2016). Desain yang digunakan adalah non-equivalent control group design (Sugiyono, 2013), yang melibatkan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan tahapan *pre-test*, pemberian perlakuan (treatment), dan *post-test*. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran dengan model PBL berbantuan media digital E-Modul Flipbook IMOGLOW, sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran dengan model PBL berbantuan buku sekolah sebagai literatur.

Instrumen penelitian terdiri atas instrumen tes dan instrumen non-tes. Instrumen tes berupa soal pretest dan posttest kemampuan pemecahan masalah dalam bentuk pilihan ganda dan esai yang disusun berdasarkan tahapan pemecahan masalah Polya (1957), yaitu memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan strategi, dan memeriksa kembali solusi. Instrumen non-tes berupa angket respons siswa terhadap pembelajaran, disusun menggunakan skala Likert 1-5 dengan 12 pernyataan yang mencakup empat aspek: desain dan kemudahan penggunaan E-Modul, keterlaksanaan model PBL, kemampuan pemecahan masalah, dan keefektifan media.

Sebelum digunakan untuk pengambilan data, instrumen kemampuan pemecahan masalah terlebih dahulu melalui tahapan validasi logis dan validasi empiris untuk menjamin kelayakan instrumen dalam mengukur konstruk yang dituju.

Validitas logis instrumen terdiri atas validitas konstruksi (construct validity) dan validitas isi (content validity), yang diperoleh melalui judgment tiga orang penilai ahli, yaitu dosen ahli Fisika Universitas Pendidikan Indonesia dan guru mata pelajaran Fisika. Setiap butir soal dinilai pada tiga aspek, yaitu kesesuaian materi, konstruksi (kaidah penyusunan soal), dan tata bahasa, menggunakan skala penilaian 1-3. Koefisien validitas dihitung menggunakan indeks Aiken's V (Aiken, 1985), dengan kriteria interpretasi: $V > 0,80$ (tinggi), $0,40 < V \leq 0,80$ (sedang), dan $0,00 < V \leq 0,40$ (rendah). Hasil validitas konstruk untuk 13 aspek penilaian pada instrumen kemampuan pemecahan masalah disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata validitas keseluruhan instrumen mencapai $V = 0,93$, yang berada pada kategori valid tinggi ($V > 0,80$) menurut kriteria Aiken (1985). Bila dicermati per aspek penilaian, aspek materi (butir 1-4) memperoleh rata-rata V sebesar 0,875,

aspek konstruksi (butir 5-9) memperoleh rata-rata V sebesar 0,954, dan aspek bahasa (butir 10-13) memperoleh rata-rata V sebesar 0,953. Ketiga aspek tersebut secara konsisten berada pada kategori valid tinggi, meskipun aspek materi menunjukkan nilai yang relatif sedikit lebih rendah dibandingkan dua aspek lainnya.

Tabel 1. Hasil Validitas Konstruk Instrumen Kemampuan Pemecahan Masalah

No	Aspek	V Soal 1	V Soal 2	V Soal 3	Rata-rata V	Kriteria
1	Materi	0,83	0,83	0,83	0,83	Valid Tinggi
2	Materi	0,92	0,92	0,92	0,92	Valid Tinggi
3	Materi	0,92	0,92	0,92	0,92	Valid Tinggi
4	Materi	0,83	0,83	0,83	0,83	Valid Tinggi
5	Konstruksi	1,00	1,00	1,00	1,00	Valid Tinggi
6	Konstruksi	1,00	1,00	1,00	1,00	Valid Tinggi
7	Konstruksi	0,92	1,00	0,92	0,94	Valid Tinggi
8	Konstruksi	0,83	0,83	0,83	0,83	Valid Tinggi
9	Konstruksi	1,00	1,00	1,00	1,00	Valid Tinggi
10	Bahasa	0,83	1,00	0,92	0,92	Valid Tinggi
11	Bahasa	0,92	1,00	1,00	0,97	Valid Tinggi
12	Bahasa	1,00	1,00	1,00	1,00	Valid Tinggi
13	Bahasa	0,92	0,92	0,92	0,92	Valid Tinggi

Pada aspek materi, nilai V terendah (0,83) ditemukan pada butir 1 dan 4, yang mengindikasikan adanya sedikit perbedaan pandangan di antara penilai mengenai kesesuaian isi soal dengan cakupan materi Pemanasan Global yang diujikan, khususnya terkait proporsi antara subkonsep gejala dan dampak, penyebab, serta solusi pemanasan global. Meskipun demikian, nilai tersebut masih jauh di atas ambang batas valid tinggi (0,80), sehingga secara substantif konten soal tetap dinyatakan representatif terhadap indikator pembelajaran yang diukur.

Pada aspek konstruksi, tiga dari lima butir (butir 5, 6, dan 9) memperoleh skor sempurna ($V = 1,00$), yang menunjukkan kesepakatan penuh antarpenilai bahwa kaidah penyusunan soal, meliputi kejelasan petunjuk pengerjaan, kesesuaian antara stimulus, pertanyaan, dan

pedoman penskoran, serta ketiadaan petunjuk jawaban pada pokok soal, telah terpenuhi secara optimal. Butir 7 dan 8 memperoleh nilai V sedikit lebih rendah (0,94 dan 0,83), yang menurut catatan penilai berkaitan dengan tingkat kompleksitas struktur soal esai yang menuntut penalaran bertingkat, sehingga memerlukan penajaman redaksi agar alur berpikir yang diharapkan dari siswa lebih eksplisit.

Pada aspek bahasa, seluruh butir memperoleh nilai V di atas 0,90, dengan nilai tertinggi pada butir 12 ($V = 1,00$). Tingginya validitas aspek bahasa ini menunjukkan bahwa soal disusun dengan struktur kalimat yang komunikatif, sesuai kaidah tata bahasa Indonesia yang baik dan benar, serta tidak menimbulkan penafsiran ganda (ambiguitas) bagi siswa kelas X SMA sebagai responden sasaran. Kejelasan bahasa menjadi aspek krusial dalam instrumen pemecahan masalah, mengingat kesalahan interpretasi soal akibat bahasa yang tidak jelas dapat menjadi sumber bias yang mengaburkan pengukuran kemampuan kognitif yang sesungguhnya ingin diukur (Sumintono & Widhiarso, 2015).

Secara keseluruhan, hasil validitas konstruk ini mengindikasikan bahwa instrumen kemampuan pemecahan masalah telah memenuhi syarat kelayakan pada ketiga aspek utama yang dinilai, yaitu materi, konstruksi, dan bahasa, dengan tingkat kesepakatan antarpemilai yang tinggi. Konsistensi nilai V pada rentang 0,83-1,00 di seluruh butir menunjukkan bahwa tidak terdapat butir soal yang perlu direvisi total maupun dieliminasi berdasarkan judgment ahli, sehingga seluruh 13 aspek penilaian pada instrumen dapat dilanjutkan ke tahap validasi empiris. Temuan ini memperkuat keyakinan bahwa data yang diperoleh dari instrumen tersebut representatif dan layak dijadikan dasar untuk menyimpulkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi Pemanasan Global, sebelum dikonfirmasi lebih lanjut melalui analisis unidimensionalitas dan fit statistic pemodelan Rasch.

Validitas empiris (*unidimensionalitas*) selanjutnya dianalisis menggunakan pemodelan Rasch melalui perangkat lunak Winsteps, menghasilkan nilai *raw variance explained by measures* sebesar 43,6% (kategori sesuai) dan *unexplained variance in contrasts* 1-5 sebesar 5,6-11,0% (kategori baik hingga cukup) (Sumintono & Widhiarso, 2015). Nilai tersebut menunjukkan bahwa instrumen secara dominan mengukur satu konstruk tunggal, yaitu kemampuan pemecahan masalah, tanpa dipengaruhi secara berarti oleh dimensi pengukuran lain, sehingga hasil validasi konstruk secara logis (*judgment ahli*) dan validasi empiris (pemodelan Rasch) saling memperkuat satu sama lain. Reliabilitas instrumen menunjukkan *person reliability* 0,81 (bagus), *item reliability* 0,79 (cukup), dan *Cronbach's Alpha* 0,84 (bagus sekali). Seluruh 12 butir soal dinyatakan fit

dengan model Rasch (*Infit* dan *Outfit* MNSQ berkisar 0,72-1,27; ZSTD berkisar -0,96 hingga 0,98), dengan sebaran tingkat kesukaran yang proporsional (41,67% mudah, 25% sulit, 16,67% sangat mudah, 16,67% sangat sulit) dan daya pembeda seluruh butir berkategori sangat baik (*point measure correlation* 0,45-0,78). Kombinasi hasil validitas konstruk yang tinggi, *unidimensionalitas* yang terpenuhi, reliabilitas yang baik, serta sebaran tingkat kesukaran dan daya pembeda yang proporsional ini menjadi dasar yang kokoh bagi peneliti untuk menggunakan instrumen tersebut tanpa revisi lebih lanjut dalam pengambilan data pretest dan posttest.

Hasil dan Diskusi

Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa dianalisis menggunakan N-Gain dari skor pretest dan posttest pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil N-Gain Kemampuan Pemecahan Masalah

Kelas	Mean (%)	Std. Deviasi	Minimum	Maksimum
Kontrol	42,99	10,99	25	64
Eksperimen	61,78	12,77	41	90

Rata-rata N-Gain kelas kontrol sebesar 42,99% (kategori kurang efektif), sedangkan kelas eksperimen sebesar 61,78% (kategori cukup efektif), dengan skor maksimum kelas eksperimen (90%) jauh melampaui kelas kontrol (64%). Tahapan PBL yang diawali orientasi pada masalah autentik dan dilanjutkan penyelidikan mandiri maupun kelompok memberi ruang bagi siswa untuk berlatih menyusun strategi pemecahan masalah secara bertahap. E-Modul IMOGLOW berperan sebagai penuntun sekaligus sumber belajar yang menyajikan ilustrasi, simulasi, dan studi kasus interaktif, sehingga konsep abstrak pemanasan global menjadi lebih konkret dan mudah dipahami. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian e-modul digital berbasis *flipbook* yang menunjukkan peningkatan literasi sains, hasil belajar, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran IPA (Humairah et al., 2024).

Efektivitas Model PBL Berbantuan Media Digital

Efektivitas pembelajaran ditentukan melalui empat tahapan analisis: uji normalitas, uji homogenitas, uji hipotesis, dan uji effect size.

Uji normalitas Shapiro-Wilk digunakan karena jumlah sampel tiap kelas kurang dari 100 (Field, 2013). Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 3. Seluruh data pretest dan posttest pada kedua kelas memperoleh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, yang berarti data berdistribusi normal. Uji homogenitas menggunakan uji

Levene menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,037 ($< 0,05$) berdasarkan nilai rata-rata, yang menunjukkan variansi data kedua kelas tidak homogen. Oleh karena salah satu prasyarat uji parametrik tidak terpenuhi, pengujian hipotesis menggunakan uji nonparametrik Mann-Whitney U sebagai alternatif uji-t independen (Field, 2013).

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Kemampuan Pemecahan Masalah

Data	Statistic	df	Sig.	Keterangan
Pretest Kontrol	0,957	30	0,257	Normal
Posttest Kontrol	0,961	30	0,328	Normal
Pretest Eksperimen	0,970	30	0,530	Normal
Posttest Eksperimen	0,965	30	0,402	Normal

Hasil uji Mann-Whitney U menunjukkan nilai mean rank kelas kontrol sebesar 21,45 dan kelas eksperimen sebesar 39,55, dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) $< 0,001$ ($<$ taraf signifikansi 0,05). Dengan demikian, hipotesis alternatif (H_a) diterima: terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Temuan ini sejalan dengan penelitian PBL berbantuan komik digital yang meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika siswa secara signifikan melalui perpaduan visualisasi dan proses berpikir kritis (Samosir, 2024), serta penelitian PBL berbasis ICT yang menunjukkan bahwa teknologi memperkuat proses pemecahan masalah melalui pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif (UNNES, 2013).

Besaran pengaruh (*effect size*) dihitung menggunakan formula Cohen's d untuk mengetahui signifikansi praktis dari perbedaan tersebut. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji *Effect Size* Kemampuan Pemecahan Masalah

Sumber Data	Mean	SD	Cohen's d	Interpretasi
Kontrol	66	8,8	-	-
Eksperimen	76,76	7,8	1,272	Very Large

Nilai Cohen's d sebesar 1,272 (interval kepercayaan 95%: 0,712-1,824) tergolong kategori very large, diperkuat dengan koreksi Hedges' g sebesar 1,256 dan Glass's delta sebesar 1,347 pada kategori yang sama. Perolehan effect size yang sangat besar ini menunjukkan bahwa penerapan PBL berbantuan media digital E-Modul Flipbook IMOGLOW memberikan pengaruh yang substansial terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa, bukan hanya berbeda secara signifikan secara statistik. Konsistensi hasil N-Gain, uji hipotesis, dan *effect size* menegaskan bahwa efektivitas ini sejalan dengan karakteristik PBL yang menempatkan siswa pada situasi masalah nyata sehingga mendorong keterlibatan aktif dalam berpikir tingkat tinggi (Hmelo-Silver, 2004), yang diperkuat oleh dukungan media

digital interaktif berupa visualisasi, simulasi, dan ilustrasi kontekstual (Arends, 2012).

Respons Siswa terhadap Penerapan Model

Angket respons diisi oleh seluruh 30 siswa kelas eksperimen setelah mengikuti pretest, treatment, dan posttest. Hasil rekapitulasi respons disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Angket Respons Siswa

No Aspek	Skor	Skor Maks.	Persentase (%)	Kategori
Desain dan				
1 Kemudahan Penggunaan	135	150	90,00	Sangat Baik
2 Keterlaksanaan Model PBL	128	150	85,33	Sangat Baik
3 Kemampuan Pemecahan Masalah	132	150	88,00	Sangat Baik
4 Keefektifan Media	140	150	93,33	Sangat Baik
Rata-rata Keseluruhan	535	600	89,17	Sangat Baik

Rata-rata persentase respons siswa sebesar 89,17% (kategori sangat baik), dengan aspek keefektifan media memperoleh persentase tertinggi (93,33%). Temuan ini menunjukkan bahwa siswa memberikan penilaian positif terhadap desain, keterlaksanaan, dan manfaat E-Modul IMOGLOW dalam mendukung proses pemecahan masalah.

Secara keseluruhan, perbedaan hasil belajar antara kedua kelas dapat dijelaskan melalui perbedaan sumber belajar yang digunakan untuk mendukung tahap penyelidikan dalam sintaks PBL: kelas kontrol menggunakan buku sekolah, sedangkan kelas eksperimen menggunakan E-Modul Flipbook IMOGLOW yang menyajikan ilustrasi, simulasi, dan studi kasus interaktif. Perbedaan ini berimplikasi langsung pada kualitas proses pemecahan masalah siswa sesuai empat langkah Polya (1957): memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan strategi, dan memeriksa kembali solusi. Ketidakhomogenan variansi data kedua kelas dapat dipahami sebagai konsekuensi dari perlakuan itu sendiri, yaitu media digital interaktif memungkinkan siswa dengan kemampuan awal berbeda memperoleh manfaat belajar yang bervariasi sesuai intensitas keterlibatan mereka dalam eksplorasi media.

Relevansi media digital pada materi pemanasan global juga didukung penelitian terbaru: Pratiwi dan Lestari (2024) menemukan bahwa LKPD berbasis PBL pada materi pemanasan global valid dan efektif meningkatkan literasi sains siswa, sementara Ilmi dan Anggaryani (2024) melaporkan bahwa media

pembelajaran IMOGLOW terbukti meningkatkan motivasi belajar siswa SMA pada materi yang sama. Selanjutnya, Umi, Retnowati, dan Istiadi (2025) menemukan bahwa e-modul PBL pada pendidikan lingkungan tidak hanya meningkatkan pemahaman kognitif, tetapi juga menumbuhkan perilaku pro-lingkungan siswa. Temuan-temuan ini memperkuat argumen bahwa media digital berperan sebagai sarana utama, bukan sekadar pelengkap, dalam membentuk kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada isu-isu global yang bersifat abstrak.

Secara praktis, temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan PBL tanpa dukungan media kontekstual dan interaktif berisiko membatasi kesempatan siswa mengembangkan strategi pemecahan masalah secara optimal, meskipun sintaks pembelajaran yang diterapkan sama. Implikasinya, guru yang menerapkan PBL pada materi IPA yang abstrak dan berskala global perlu mempertimbangkan penggunaan media digital interaktif sebagai bagian integral desain pembelajaran, bukan sekadar tambahan opsional

Kesimpulan

Penerapan model Problem Based Learning berbantuan media digital E-Modul Flipbook IMOGLOW terbukti efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa SMA pada materi Pemanasan Global. Rata-rata N-Gain kelas eksperimen (61,78%) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (42,99%), dengan perbedaan yang signifikan secara statistik (uji Mann-Whitney U, Asymp. Sig. < 0,001) dan effect size berkategori very large (Cohen's $d = 1,272$). Respons siswa terhadap penerapan model ini juga sangat positif (89,17%, kategori sangat baik). Analisis kualitatif jawaban siswa memperkuat temuan kuantitatif, menunjukkan bahwa media digital interaktif berperan sebagai scaffolding kognitif yang mendorong siswa memahami masalah, merumuskan strategi, dan mengevaluasi solusi secara lebih sistematis dan reflektif. Penelitian ini merekomendasikan agar guru mempertimbangkan integrasi media digital interaktif sebagai bagian tak terpisahkan dari desain pembelajaran berbasis masalah, khususnya pada materi IPA yang bersifat abstrak dan berskala global. Penelitian lanjutan disarankan untuk memperluas cakupan sampel serta mengeksplorasi variabel lain seperti motivasi belajar dan literasi digital guru sebagai faktor pendukung efektivitas penerapan model.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pendidikan Indonesia atas dukungan fasilitas dan sumber daya akademik yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh validator ahli, yaitu dosen

Program Studi Pendidikan Fisika dan guru fisika SMA yang telah meluangkan waktu untuk memberikan penilaian terhadap instrumen penelitian. Penghargaan yang tulus disampaikan pula kepada Kepala Sekolah, guru fisika, serta seluruh peserta didik kelas X yang telah memberikan izin, dukungan, dan partisipasi aktif selama proses pengambilan data berlangsung. Tanpa keterbukaan dan kerja sama dari seluruh pihak di sekolah, penelitian ini tidak dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- Abidin, Z., & Puspitasari, L. (2021). E-LKPD berbasis digital dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 123-134.
- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131-142.
- Almi, & Werdhiana, I. K. (2022). Analisis respons siswa terhadap penggunaan media pembelajaran interaktif. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako*, 10(1), 12-19.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Astuti, E., & Kusuma, D. (2019). LKPD berbasis PBL untuk meningkatkan pemahaman konsep. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 8(1), 45-53.
- Desy, Kadir, & Ruslan. (2025). Analisis kemampuan pemecahan masalah siswa pada pembelajaran sains. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(1), 1-10.
- Fadilah, N., & Haerudin. (2022). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 200-210.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). Sage Publications.
- Florentina Y. Sepe, M. N. (2018). Pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dan Cooperative Script (CS) terhadap keterampilan berpikir kritis, motivasi, dan hasil belajar mahasiswa. *Jurnal Biology Science & Education*, 7(1), 97-107.
- 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.
- Hermawati, N. et al. (2021). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(3), 55-66.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Humairah, L. P., Wahyuni, S., Nuha, U., & Wahyuni, D. (2024). Pengembangan e-modul IPA berbasis

- flipbook digital untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 14(1), 26-34.
- Ilmi, R., & Anggaryani, M. (2024). Pengembangan media IV-GLOW untuk meningkatkan motivasi belajar pemanasan global peserta didik SMA di Kabupaten Jombang. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 13(3), 177-183.
- Ismail, I., Sinaga, B., & Sriadhi, S. (2022). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa melalui penerapan e-modul flipbook berbasis pendekatan saintifik. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(3), 3307-3315.
- Nurhidayati, A., Sari, M., & Lestari, D. (2021). Pengembangan e-LKPD interaktif pada pembelajaran kimia untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 13(2), 78-89.
- Oderinu, K., Adegbulugbe, I., Orenuga, O., & Butali, A. (2019). Comparison of students' perception of problem-based learning and traditional teaching method in a Nigerian dental school. *European Journal of Dental Education*, 23(4), e620-e630.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2013 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Pratiwi, W., & Lestari, N. A. (2024). Validitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Problem Based Learning (PBL) materi pemanasan global untuk meningkatkan kemampuan literasi sains fase E SMA/MA. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 13(2), 79-85.
- Putri, A., & Sari, R. (2020). Keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran sains. *Jurnal Pendidikan*, 21(3), 211-220.
- Rahmawati, Y., et al. (2020). PBL dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16(1), 55-66.
- Redecker, C., Leis, M., Leendertse, M., Punie, Y., Gijssbers, G., Kirschner, P., Stoyanov, S., & Hoogveld, B. (2011). *The Future of Learning: Preparing for Change*. Publications Office of the European Union.
- Samosir, T. (2024). Efektivitas PBL berbantuan komik digital terhadap kemampuan pemecahan masalah fisika siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(2), 90-101.
- Setiana, D. S. (2021). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis ditinjau dari indikator Polya. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 145-155.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Pemodelan Rasch pada Assessment Pendidikan*. Trim Komunikata.
- Thalheimer, W., & Cook, S. (2002). How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology. *Work-Learning Research*.
- Umi, N. H., Retnowati, R., & Istiadi, Y. (2025). Design and development of a problem-based learning (PBL) e-module in environmental education for enhancing pro-environmental behaviour. *Indonesian Journal of Applied Environmental Studies*, 6(1), 34-40.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- UNESCO. (2020). *Education in a Post-COVID World: Nine Ideas for Public Action*. UNESCO.
- UNNES. (2013). Efektivitas pembelajaran berbasis ICT dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(1), 1-8.
- Utari, W. M., Gunada, I. W., Makhrus, M., & Kosim, K. (2023). Pengembangan e-modul pembelajaran fisika model Problem Based Learning berbasis flipbook untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(4), 2724-2734.