

DIROSAT
Journal of Education, Social Sciences & Humanities
Journal website: https://dirosat.com/

ISSN: 2985-5497 (Online)
DOI: https://doi.org/10.58355/dirosat.v4i4.280

Vol. 4 No. 4 (2026)
pp. 805-818

Research Article

Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap Literasi Sains dan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas VII di SMP IT Bina Insan Mulia pada Topik Pemanasan Global

Ita Napiyah[1], Noor Novianawati[2], Norma Bastian[3]
Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Cirebon[1]
Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Cirebon[2]
Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Cirebon[3]
Corresponding Author, E-mail: itanapiyah@gmail.com (Ita Napiyah)

Copyright © 2026 by Authors, Published by **DIROSAT**: **Journal of Education, Social Sciences & Humanities**. This is an open access article under the CC BY License https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Received : July 17, 2026
Revised : August 13, 2026
Accepted : September 19, 2026
Available online : October 30, 2026

How to Cite: Ita Napiyah, Noor Novianawati, & Norma Bastian. (2026). The Influence of the Problem-Based Learning Model on Scientific Literacy and Science Learning Outcomes of Grade VII Students at SMP IT Bina Insan Mulia on the Topic of Global Warming. DIROSAT: Journal of Education, Social Sciences & Humanities, 4(4), 855–873. https://doi.org/10.58355/dirosat.v4i4.280

The Influence of the Problem-Based Learning Model on Scientific Literacy and Science Learning Outcomes of Grade VII Students at SMP IT Bina Insan Mulia on the Topic of Global Warming.

Abstract. This study aimed to describe students' scientific literacy and cognitive science learning outcomes before and after the implementation of the Problem Based Learning (PBL) model, and to analyze differences in scientific literacy and cognitive science learning outcomes between students who learned through PBL and those who received conventional instruction on the topic of Global Warming. This study employed a quantitative approach with a quasi-experimental design. The participants were seventh-grade students of SMP IT Bina Insan Mulia, divided into an experimental group and a control group, with 32 students in each group. Data were collected using scientific literacy tests and cognitive science learning outcome tests. The data were analyzed using descriptive statistics, difference tests, and analysis of covariance (ANCOVA). The results showed that the mean scientific literacy score of the experimental group increased from 51.00 to 69.04, while the control group increased from 50.00 to 50.88. The mean science learning outcome score of the experimental group increased from 52.00 to

71.44, while the control group increased from 46.00 to 48.25. The analysis indicated significant differences in scientific literacy and cognitive science learning outcomes between the two groups, with a significance value of $p < 0.001$. Therefore, PBL was more effective than conventional instruction in improving students' scientific literacy and cognitive science learning outcomes on the topic of Global Warming.

Keyword: Problem Based Learning, scientific literacy, science learning outcomes, Global Warming.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil kemampuan literasi sains dan hasil belajar kognitif IPA siswa sebelum dan sesudah penerapan model Problem Based Learning (PBL), serta menganalisis perbedaan kemampuan literasi sains dan hasil belajar kognitif IPA antara siswa yang mengikuti pembelajaran PBL dan pembelajaran konvensional pada materi Pemanasan Global. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu. Subjek penelitian terdiri atas siswa kelas VII SMP IT Bina Insan Mulia yang terbagi menjadi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, masing-masing berjumlah 32 siswa. Pengumpulan data dilakukan melalui tes literasi sains dan tes hasil belajar kognitif IPA. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji perbedaan, dan analisis kovarians (ANCOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata literasi sains kelompok eksperimen meningkat dari 51,00 menjadi 69,04, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 50,00 menjadi 50,88. Rata-rata hasil belajar IPA kelompok eksperimen meningkat dari 52,00 menjadi 71,44, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 46,00 menjadi 48,25. Hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan signifikan kemampuan literasi sains dan hasil belajar kognitif IPA antara kedua kelompok dengan nilai signifikansi $p < 0,001$. Dengan demikian, PBL lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan literasi sains dan hasil belajar kognitif IPA siswa pada materi Pemanasan Global.

Kata Kunci: Problem Based Learning, literasi sains, hasil belajar IPA, Pemanasan Global.

PENDAHULUAN

Rendahnya literasi sains dan hasil belajar IPA sebagaimana ditunjukkan oleh berbagai penelitian terdahulu juga tercermin pada kondisi empiris di lapangan. Berdasarkan hasil studi pendahuluan dan observasi awal yang dilaksanakan di SMP IT Bina Insan Mulia pada bulan Juli 2026, diketahui bahwa proses pembelajaran IPA kelas VII pada materi Pemanasan Global masih cenderung menggunakan pendekatan konvensional. Kegiatan pembelajaran didominasi oleh metode ceramah satu arah, penyampaian materi oleh guru, serta latihan soal yang belum banyak mengintegrasikan permasalahan autentik dan kontekstual. Kondisi tersebut menyebabkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran masih relatif terbatas, khususnya dalam melakukan kegiatan investigasi, menganalisis informasi, mendiskusikan permasalahan, serta mengonstruksi pemahaman berdasarkan bukti ilmiah.

Kondisi tersebut diperkuat oleh hasil asesmen diagnostik awal yang dilakukan terhadap 32 siswa kelas VII. Hasil asesmen menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan literasi sains siswa sebesar 51,20, sedangkan rata-rata hasil belajar kognitif sebesar 54,80. Kedua capaian tersebut masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) mata pelajaran IPA yang ditetapkan oleh sekolah, yaitu sebesar 75. Temuan ini menunjukkan adanya kesenjangan antara capaian aktual siswa dengan kompetensi yang diharapkan. Rendahnya rata-rata capaian tersebut sekaligus mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa belum mampu menguasai konsep dan kompetensi ilmiah yang diperlukan untuk memahami materi Pemanasan Global secara optimal.

Permasalahan tersebut menjadi lebih jelas berdasarkan analisis terhadap

respons siswa pada asesmen diagnostik. Sebanyak 78,12% siswa diketahui belum mampu menjelaskan mekanisme terjadinya efek rumah kaca secara ilmiah. Sebagian siswa masih memiliki pemahaman bahwa efek rumah kaca merupakan fenomena yang sepenuhnya bersifat negatif dan disebabkan oleh keberadaan bangunan yang menggunakan material kaca. Pemahaman tersebut menunjukkan adanya miskonsepsi mengenai konsep efek rumah kaca. Siswa belum sepenuhnya memahami bahwa efek rumah kaca merupakan proses alami yang berperan dalam mempertahankan temperatur bumi, sedangkan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer akibat aktivitas manusia dapat memperkuat efek tersebut dan berkontribusi terhadap pemanasan global. Siswa juga masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi keterkaitan antara keberadaan gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O), dengan perubahan keseimbangan energi di atmosfer.

Kelemahan siswa juga terlihat pada kemampuan menerapkan pengetahuan ilmiah dalam konteks permasalahan lingkungan. Hasil asesmen menunjukkan bahwa hanya 21,88% siswa yang mampu mengidentifikasi dampak pemanasan global terhadap ekosistem pesisir sekaligus merumuskan langkah mitigasi konkret yang dapat diterapkan di lingkungan sekolah maupun rumah. Rendahnya persentase tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum mampu menghubungkan pengetahuan konseptual dengan fenomena nyata serta menggunakan pengetahuan ilmiah untuk menganalisis permasalahan dan menentukan alternatif solusi. Dengan demikian, permasalahan yang ditemukan tidak hanya berkaitan dengan penguasaan konsep, tetapi juga mencakup kemampuan menerapkan pengetahuan, menganalisis informasi, mengevaluasi permasalahan, dan mengambil keputusan berdasarkan pertimbangan ilmiah.

Temuan empiris tersebut memiliki keterkaitan dengan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa literasi sains pada konteks perubahan iklim dan pemanasan global masih menjadi tantangan dalam pembelajaran sains. Setyaningsih et al. (2024) melaporkan bahwa literasi sains siswa SMP pada materi pemanasan global masih berada pada tingkat rendah. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesulitan siswa dalam menggunakan pengetahuan ilmiah untuk memahami fenomena pemanasan global dalam konteks kehidupan nyata. Sejalan dengan hal tersebut, Lestari et al. (2024) menemukan bahwa kemampuan literasi sains siswa dalam memahami fenomena pemanasan global masih menghadapi kendala, khususnya dalam penguasaan konsep, interpretasi informasi, dan penerapan pengetahuan ilmiah dalam konteks perubahan iklim. Temuan tersebut memperkuat bahwa pembelajaran mengenai pemanasan global perlu dirancang tidak hanya untuk meningkatkan penguasaan konsep, tetapi juga untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam menggunakan pengetahuan ilmiah secara kontekstual.

Salah satu faktor yang diduga berkontribusi terhadap kondisi tersebut adalah karakteristik proses pembelajaran yang masih berorientasi pada guru (teacher-centered learning). Berdasarkan hasil observasi awal, guru masih memiliki peran dominan sebagai sumber informasi, sedangkan siswa lebih banyak berperan sebagai penerima informasi. Aktivitas pembelajaran belum secara optimal memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam proses ilmiah melalui kegiatan

mengidentifikasi permasalahan, mengajukan pertanyaan, merumuskan dugaan atau hipotesis, mengumpulkan informasi, menganalisis bukti, melakukan diskusi, dan menarik kesimpulan. Akibatnya, siswa belum terbiasa menggunakan pengetahuan IPA sebagai dasar untuk menganalisis dan memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Keterbatasan aktivitas investigatif tersebut menjadi persoalan penting karena materi Pemanasan Global memiliki karakteristik yang memungkinkan siswa belajar melalui permasalahan autentik. Fenomena peningkatan suhu lingkungan, perubahan pola cuaca, peningkatan emisi gas rumah kaca, perubahan ekosistem pesisir, pengelolaan energi, dan aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap perubahan iklim dapat digunakan sebagai konteks untuk mengembangkan proses penyelidikan ilmiah. Melalui konteks tersebut, siswa dapat diarahkan untuk menghubungkan konsep efek rumah kaca dan pemanasan global dengan fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar, menganalisis informasi dan data, serta merumuskan alternatif solusi berdasarkan bukti ilmiah.

Dengan demikian, diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang mampu memberikan ruang lebih luas bagi siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses konstruksi pengetahuan dan pemecahan masalah. Pembelajaran tidak hanya perlu mengarahkan siswa pada kemampuan memperoleh dan mengingat informasi, tetapi juga perlu memberikan pengalaman dalam mengidentifikasi masalah, melakukan penyelidikan, bekerja secara kolaboratif, mengevaluasi informasi, dan merumuskan solusi. Karakteristik tersebut sejalan dengan prinsip Problem Based Learning (PBL), yaitu pembelajaran yang menjadikan permasalahan autentik sebagai titik awal pembelajaran dan menempatkan siswa sebagai subjek yang aktif dalam proses penyelidikan dan pemecahan masalah.

Penerapan PBL pada materi Pemanasan Global memiliki relevansi karena permasalahan perubahan iklim dapat disajikan dalam bentuk situasi nyata yang dekat dengan kehidupan siswa. Siswa dapat diarahkan untuk menganalisis permasalahan lingkungan, mengidentifikasi penyebab dan dampaknya, mencari informasi yang relevan, mendiskusikan alternatif solusi, serta menyusun kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah. Proses tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, menggunakan bukti dan data, serta menerapkan konsep IPA dalam memecahkan permasalahan. Penelitian Arafah et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan perangkat pembelajaran berbasis PBL pada materi pemanasan global dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Sementara itu, Hernani et al. (2024) menunjukkan bahwa konteks pemanasan global dapat digunakan untuk mengembangkan kompetensi literasi sains melalui aktivitas yang melibatkan penjelasan fenomena, evaluasi bukti, dan pengambilan keputusan.

Berdasarkan keseluruhan temuan tersebut, permasalahan pembelajaran IPA di SMP IT Bina Insan Mulia dapat dirumuskan dalam tiga aspek utama. Pertama, kemampuan literasi sains siswa masih rendah, yang ditunjukkan oleh rata-rata skor sebesar 51,20. Kedua, hasil belajar kognitif siswa masih belum mencapai standar yang ditetapkan sekolah, dengan rata-rata skor sebesar 54,80 dibandingkan KKM sebesar 75. Ketiga, proses pembelajaran masih cenderung berpusat pada guru dan belum

memberikan pengalaman belajar yang memadai bagi siswa untuk melakukan aktivitas ilmiah secara aktif, kolaboratif, dan kontekstual. Ketiga permasalahan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan untuk menghadirkan pembelajaran yang mampu mengintegrasikan penguasaan konsep dengan pengembangan keterampilan ilmiah dan kemampuan pemecahan masalah.

Oleh karena itu, penerapan Problem Based Learning pada materi Pemanasan Global dipandang relevan sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Melalui pembelajaran berbasis masalah, siswa diharapkan memperoleh pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna melalui proses identifikasi masalah, penyelidikan, diskusi, analisis bukti, dan perumusan solusi.

METODE PENELITIAN

Desain dan Tempat Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (quasi-experimental design). Desain penelitian yang digunakan adalah Nonequivalent Control Group Design, yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan model Problem Based Learning (PBL), sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Kedua kelompok diberikan pretest sebelum pembelajaran dan posttest setelah pembelajaran untuk mengetahui perubahan kemampuan literasi sains dan hasil belajar IPA.

Penelitian dilaksanakan di SMP IT Bina Insan Mulia, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Pelaksanaan penelitian berlangsung pada semester ganjil Tahun Pelajaran 2026/2027, yaitu pada bulan Agustus 2026. Tahapan penelitian meliputi penyusunan dan validasi instrumen, pengambilan data pretest, pelaksanaan pembelajaran, pemberian posttest, analisis data, serta penyusunan laporan.

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan Penelitian	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
1	Penyusunan instrumen penelitian				
2	Validasi instrumen				
3	Pengambilan data awal (Pretest)				
4	Pelaksanaan pembelajaran Pertemuan I				
5	Pelaksanaan pembelajaran Pertemuan II				
6	Pelaksanaan pembelajaran Pertemuan III				
7	Pengambilan data akhir (Posttest)				
8	Analisis data				
9	Penyusunan laporan				

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian terdiri atas seluruh siswa kelas VII SMP IT Bina Insan Mulia Tahun Pelajaran 2026/2027 yang terbagi ke dalam empat kelas, yaitu VII A, VII B, VII C, dan VII D, dengan jumlah keseluruhan 128 siswa. Sampel ditentukan menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan pertimbangan kesetaraan rata-rata nilai akademik awal. Berdasarkan pertimbangan tersebut, kelas VII C yang berjumlah 32 siswa ditetapkan sebagai kelompok eksperimen, sedangkan kelas VII D yang berjumlah 32 siswa ditetapkan sebagai kelompok kontrol.

Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan satu variabel bebas dan dua variabel terikat. Variabel bebas berupa model Problem Based Learning (PBL), yaitu model pembelajaran berbasis penyajian masalah nyata mengenai pemanasan global yang dilaksanakan melalui lima fase sintaks PBL. Variabel terikat pertama adalah literasi sains, yang diukur melalui kemampuan siswa dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang atau mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menginterpretasikan bukti empiris menggunakan tes esai terstandar PISA. Variabel terikat kedua adalah hasil belajar IPA berupa penguasaan kognitif siswa pada level C2–C5 pada materi pemanasan global yang diukur menggunakan tes objektif pilihan ganda beralasan.

Desain Penelitian

Desain Nonequivalent Control Group Design digunakan karena subjek penelitian berasal dari kelompok kelas yang telah terbentuk sehingga tidak dilakukan pengacakan individu. Rancangan penelitian dapat disajikan sebagai berikut.

Tabel 2. Desain Penelitian *Nonequivalent Control Group Design*

Kelompok	Pretest	Perlakuan (Treatment)	Posttest
Eksperimen	O_1	X	O_2
Kontrol	O_3	–	O_4

Keterangan: O_1 dan O_3 = pretest literasi sains dan hasil belajar IPA; O_2 = posttest kelas eksperimen setelah perlakuan PBL; O_4 = posttest kelas kontrol tanpa perlakuan PBL; X = perlakuan model Problem Based Learning (PBL).

Instrumen Penelitian

Pengumpulan data dilakukan menggunakan tiga jenis instrumen, yaitu tes literasi sains, tes hasil belajar IPA, dan lembar observasi keterlaksanaan sintaks PBL. Instrumen tes literasi sains berbentuk uraian dan dikembangkan berdasarkan kompetensi literasi sains yang mencakup kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah. Materi yang digunakan berkaitan dengan efek rumah kaca, gas rumah kaca, dampak perubahan iklim, perubahan iklim, kenaikan suhu dan muka laut, serta mitigasi dan adaptasi. Konteks soal meliputi konteks personal, lokal/nasional, dan global.

Tabel 3. Kisi-Kisi Tes Literasi Sains

No.	Kompetensi Literasi Sains	Indikator yang Diukur	Materi	Konteks PISA	Bentuk	No. Soal
1	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Menggunakan konsep efek rumah kaca untuk menjelaskan fenomena peningkatan suhu	Efek rumah kaca	Personal	Uraian	1
2	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Menghubungkan aktivitas manusia, emisi CO_2, dan perubahan suhu serta memprediksi dampaknya	Gas rumah kaca & penyebab	Lokal/nasional	Uraian	2
3	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Menjelaskan dampak pemanasan global/perubahan iklim pada kehidupan dan memberikan alasan ilmiah	Dampak perubahan iklim	Global	Uraian	3
4	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	Mengidentifikasi pertanyaan penelitian, variabel, dan rancangan penyelidikan yang tepat	Pengaruh suhu/CO_2	Personal	Uraian	4
5	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	Mengevaluasi keadilan perbandingan/variabel kontrol dan keandalan data dalam penyelidikan	Efek rumah kaca	Lokal/nasional	Uraian	5
6	Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah	Menganalisis pola data suhu/curah hujan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti	Perubahan iklim	Lokal/nasional	Uraian	6
7	Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah	Membandingkan data, mengidentifikasi hubungan, dan menilai kekuatan bukti tentang pemanasan global	Kenaikan suhu & muka laut	Global	Uraian	7
8	Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah	Menggunakan data untuk memilih solusi mitigasi dan memberikan justifikasi ilmiah	Mitigasi & adaptasi	Lokal/nasional	Uraian	8

Kisi-kisi tes hasil belajar IPA disusun untuk mengukur penguasaan kognitif siswa pada level C2 sampai C5. Instrumen berbentuk pilihan ganda beralasan dengan materi yang mencakup efek rumah kaca, gas rumah kaca, penyebab dan dampak pemanasan global, mitigasi dan adaptasi, perubahan iklim, data lingkungan, serta pengambilan keputusan berdasarkan bukti.

Tabel 4. Kisi-Kisi Tes Hasil Belajar IPA

No.	Materi/Submateri	Indikator Soal	Level	Bentuk	Nomor
1	Efek rumah kaca	Menjelaskan pengertian efek rumah kaca	C2	PG beralasan	1
2	Efek rumah kaca	Mengidentifikasi proses dasar efek rumah kaca	C2	PG beralasan	2
3	Gas rumah kaca	Mengidentifikasi gas rumah kaca yang umum dibahas dalam materi	C2	PG beralasan	3
4	Penyebab	Menjelaskan hubungan pembakaran bahan bakar fosil dengan CO_2	C2	PG beralasan	4
5	Dampak	Menjelaskan salah satu dampak pemanasan global	C2	PG beralasan	5
6	Mitigasi/adaptasi	Membedakan tindakan mitigasi dan adaptasi sederhana	C2	PG beralasan	6
7	Efek rumah kaca	Menerapkan konsep efek rumah kaca pada fenomena sederhana	C3	PG beralasan	7
8	Gas rumah kaca	Menentukan konsekuensi perubahan konsentrasi gas rumah kaca	C3	PG beralasan	8
9	Penyebab	Menerapkan konsep sumber emisi pada aktivitas sehari-hari	C3	PG beralasan	9
10	Dampak	Menerapkan konsep perubahan iklim pada kasus pertanian	C3	PG beralasan	10
11	Dampak	Menerapkan konsep kenaikan muka laut pada wilayah pesisir	C3	PG beralasan	11
12	Mitigasi	Menentukan tindakan mitigasi yang sesuai dengan situasi	C3	PG beralasan	12
13	Mitigasi	Menerapkan prinsip penghematan energi/pengelolaan sampah	C3	PG beralasan	13
14	Gas rumah kaca	Menganalisis hubungan aktivitas manusia, emisi, dan pemanasan global	C4	PG beralasan	14
15	Efek rumah kaca	Menganalisis sebab-akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca	C4	PG beralasan	15
16	Dampak	Menganalisis hubungan suhu, curah hujan, dan risiko lingkungan	C4	PG beralasan	16
17	Dampak	Menganalisis dampak pemanasan global terhadap ekosistem pesisir	C4	PG beralasan	17
18	Data	Menganalisis pola data suhu/curah hujan sederhana	C4	PG beralasan	18
19	Mitigasi	Menganalisis kelebihan/konsekuensi beberapa pilihan mitigasi	C4	PG beralasan	19
20	Perubahan iklim	Menganalisis hubungan perubahan iklim dengan aktivitas masyarakat	C4	PG beralasan	20

21	Konsep	Mengevaluasi klaim tentang efek rumah kaca berdasarkan konsep ilmiah	C5	PG beralasan	21
22	Dampak	Mengevaluasi kesimpulan dari informasi/data tentang perubahan iklim	C5	PG beralasan	22
23	Mitigasi	Mengevaluasi program mitigasi berdasarkan kriteria yang diberikan	C5	PG beralasan	23
24	Mitigasi/adaptasi	Menilai solusi yang paling sesuai untuk masalah lingkungan tertentu	C5	PG beralasan	24
25	Pengambilan keputusan	Mengevaluasi alternatif kebijakan/tindakan berdasarkan bukti dan tujuan	C5	PG beralasan	25

Selain instrumen tes, penelitian menggunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran untuk memastikan bahwa model PBL dilaksanakan sesuai sintaksnya. Observasi mencakup lima fase, yaitu orientasi siswa pada masalah, mengorganisasikan siswa untuk belajar, membimbing penyelidikan individu/kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Tabel 5. Kisi-Kisi Observasi Keterlaksanaan Sintaks PBL

Fase PBL	Indikator Keterlaksanaan	Bukti Perilaku yang Diamati
Fase 1 – Orientasi siswa pada masalah	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan kompetensi yang akan dicapai	Tujuan pembelajaran disampaikan secara jelas dan dikaitkan dengan kegiatan pemecahan masalah
	Guru menyajikan masalah autentik yang berkaitan dengan pemanasan global	Masalah berupa fenomena nyata/kontekstual, seperti kenaikan suhu, emisi, sampah, atau perubahan lingkungan
	Guru mendorong siswa mengidentifikasi fakta dan pertanyaan dari masalah	Siswa mengemukakan hal yang diketahui, belum diketahui, dan pertanyaan yang perlu dijawab
	Guru memotivasi siswa untuk terlibat dalam pemecahan masalah	Guru memberikan stimulus, pertanyaan pemantik, atau penguatan
Fase 2 – Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Guru membentuk/mengatur kelompok belajar secara efektif	Kelompok terbentuk dan siswa memahami peran/tugas masing-masing
	Guru membantu siswa merumuskan fokus masalah dan tujuan penyelidikan	Siswa memiliki pertanyaan/fokus penyelidikan yang jelas dan relevan
	Guru menjelaskan tugas, sumber belajar, alat, dan prosedur kerja	Siswa mengetahui kegiatan, sumber yang digunakan, dan produk yang diharapkan
	Guru memastikan pembagian tugas dan waktu kerja	Kelompok memiliki pembagian peran dan alokasi waktu yang jelas

Fase 3 – Membimbing penyelidikan individu/kelompok	Guru membimbing siswa mencari dan memilih informasi yang relevan	Siswa menggunakan buku, data, hasil pengamatan, atau sumber relevan
	Guru mendorong siswa melakukan penyelidikan/percobaan atau analisis data	Siswa melakukan pengamatan, pengukuran, eksperimen sederhana, atau analisis informasi
	Guru mengajukan pertanyaan yang mendorong penalaran dan berpikir kritis	Pertanyaan menuntut alasan, hubungan sebab-akibat, bukti, atau evaluasi
	Guru memberikan bantuan/scaffolding tanpa mengambil alih pemecahan masalah	Siswa tetap melakukan proses berpikir dan penyelidikan
Fase 4 – Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membimbing siswa mengolah hasil penyelidikan menjadi produk/solusi	Kelompok menyusun laporan, tabel, poster, presentasi, model, atau produk relevan
	Guru memberikan kesempatan kepada kelompok untuk mempresentasikan hasil	Kelompok menyampaikan temuan, bukti, dan solusi
	Guru mendorong siswa menjelaskan alasan dan bukti yang mendukung solusi	Presentasi memuat hubungan masalah, data/bukti, kesimpulan, dan solusi
	Guru memfasilitasi tanggapan, pertanyaan, dan diskusi antarkelompok	Siswa memberikan pertanyaan/tanggapan dan kelompok penyaji merespons berdasarkan bukti
Fase 5 – Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membimbing siswa menilai ketepatan solusi berdasarkan bukti	Siswa membandingkan solusi dengan data/kriteria serta menyampaikan kekuatan atau keterbatasannya
	Guru mengajak siswa merefleksikan proses penyelidikan	Siswa mengidentifikasi keberhasilan, kesulitan, kesalahan, atau perbaikan
	Guru mengarahkan siswa menyimpulkan konsep IPA yang diperoleh	Siswa menghubungkan hasil pemecahan masalah dengan konsep pemanasan global
	Guru memberikan penguatan dan tindak lanjut	Guru memberikan umpan balik, klarifikasi konsep, dan/atau tugas penerapan dalam kehidupan nyata

Uji Instrumen

Sebelum digunakan untuk pengumpulan data, instrumen penelitian diuji untuk memastikan validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda butir. Pengujian dilakukan melalui analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan melalui expert judgment dengan mempertimbangkan kesesuaian konstruk,

materi, indikator, bahasa, dan karakteristik instrumen dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, instrumen yang telah diperbaiki berdasarkan hasil validasi ahli diujicobakan pada peserta didik yang memiliki karakteristik relatif sama dengan subjek penelitian.

Uji Instrumen Tes Literasi Sains

Hasil uji instrumen tes literasi sains yang terdiri atas 8 butir soal uraian terhadap 64 responden menunjukkan bahwa seluruh butir soal dinyatakan valid. Nilai r hitung setiap butir berada pada rentang 0,698–0,777, sedangkan nilai r tabel sebesar 0,246 pada taraf signifikansi 5 persen. Dengan demikian, seluruh nilai r hitung lebih besar daripada r tabel. Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,920 yang termasuk kategori sangat tinggi, sehingga instrumen memiliki konsistensi internal yang sangat baik. Analisis tingkat kesukaran menunjukkan indeks sebesar 0,219–0,570, dengan sebagian besar butir berada pada kategori sedang dan satu butir berkategori sukar. Sementara itu, indeks daya pembeda berada pada rentang 0,515–0,794 yang termasuk kategori baik hingga sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut, seluruh 8 butir soal tes literasi sains memenuhi kriteria validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda sehingga layak digunakan dalam penelitian.

Uji Instrumen Tes Hasil Belajar IPA

Hasil uji instrumen tes hasil belajar IPA yang terdiri atas 25 butir soal terhadap 64 responden menunjukkan bahwa seluruh butir soal dinyatakan valid. Nilai r hitung setiap butir berada pada rentang 0,531–0,847, sedangkan nilai r tabel sebesar 0,246 pada taraf signifikansi 5 persen. Seluruh nilai r hitung lebih besar daripada r tabel sehingga 25 butir soal dinyatakan valid. Hasil uji reliabilitas memperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,971 yang menunjukkan tingkat reliabilitas sangat tinggi dan konsistensi internal instrumen yang sangat baik. Tingkat kesukaran butir berada pada rentang 0,250–0,695, dengan butir soal berada pada kategori sukar dan sedang serta didominasi kategori sedang. Adapun indeks daya pembeda berada pada rentang 0,559–0,941 yang termasuk kategori baik hingga sangat baik. Dengan demikian, seluruh 25 butir soal tes hasil belajar IPA memenuhi kriteria validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda sehingga layak digunakan sebagai instrumen penelitian.

Tingkat kesukaran digunakan untuk mengetahui proporsi peserta didik yang dapat menjawab suatu butir dengan benar. Indeks kesukaran berada pada rentang 0–1, dengan kategori 0,00–0,30 sebagai soal sukar, 0,31–0,70 sebagai soal sedang, dan 0,71–1,00 sebagai soal mudah. Dalam penelitian ini, distribusi tingkat kesukaran diupayakan tidak hanya berada pada satu kategori, dengan dominasi soal berkategori sedang serta beberapa soal mudah dan sukar sesuai kompetensi yang diukur.

Tabel 6. Kategori Tingkat Kesukaran Soal

Indeks Kesukaran	Kategori
0,00–0,30	Sukar
0,31–0,70	Sedang
0,71–1,00	Mudah

Daya pembeda digunakan untuk mengetahui kemampuan butir dalam membedakan peserta didik berkemampuan tinggi dan rendah. Indeks daya pembeda dihitung dengan membandingkan proporsi peserta didik kelompok atas dan kelompok bawah yang menjawab benar.

Hasil analisis tingkat kesukaran pada 8 butir soal tes literasi sains menunjukkan bahwa sebanyak 7 butir soal berada pada kategori sedang dan 1 butir soal berada pada kategori sukar, dengan indeks kesukaran berkisar antara 0,219–0,570. Sementara itu, hasil analisis daya pembeda menunjukkan bahwa 6 butir soal berada pada kategori baik dan 2 butir soal berada pada kategori sangat baik, dengan indeks daya pembeda berkisar antara 0,515–0,794. Hasil tersebut menunjukkan bahwa butir soal tes literasi sains memiliki tingkat kesukaran yang proporsional dan kemampuan membedakan peserta didik yang baik.

Tabel 7. Kategori Daya Pembeda Soal

Indeks Daya Pembeda	Kategori
0,70–1,00	Sangat baik
0,40–0,69	Baik
0,20–0,39	Cukup
0,00–0,19	Kurang
< 0,00	Sangat kurang/bermasalah

Butir dengan daya pembeda negatif perlu diperiksa kembali karena dapat mengindikasikan adanya permasalahan pada kunci jawaban, pengecoh, materi yang belum diajarkan, atau konstruksi soal yang ambigu. Oleh karena itu, butir yang menunjukkan karakteristik tersebut perlu dipertimbangkan untuk direvisi atau tidak digunakan dalam penelitian.

Hasil analisis tingkat kesukaran pada 25 butir soal tes hasil belajar IPA menunjukkan bahwa sebanyak 20 butir soal berada pada kategori sedang dan 5 butir soal berada pada kategori sukar, dengan indeks kesukaran berkisar antara 0,250–0,695. Selanjutnya, hasil analisis daya pembeda menunjukkan bahwa 6 butir soal berada pada kategori baik dan 19 butir soal berada pada kategori sangat baik, dengan indeks daya pembeda berkisar antara 0,559–0,941. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar butir soal memiliki tingkat kesukaran sedang serta daya pembeda yang baik hingga sangat baik, sehingga mampu membedakan peserta didik berdasarkan tingkat kemampuan yang dimiliki.

RESULTS AND DISCUSSION

Keterlaksanaan Pembelajaran *Problem Based Learning*

Keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning (*PBL) diamati berdasarkan kesesuaian pelaksanaan pembelajaran dengan sintaks PBL. Hasil observasi menunjukkan bahwa pembelajaran terlaksana dengan sangat baik, dengan skor 76 dari skor maksimum 80 atau sebesar 95,0%. Fase pengembangan dan penyajian hasil karya memperoleh keterlaksanaan tertinggi, sedangkan fase lainnya juga berada pada kategori sangat baik. Temuan ini menunjukkan bahwa tahapan PBL dapat dilaksanakan secara sistematis mulai dari orientasi siswa terhadap masalah,

pengorganisasian pembelajaran, penyelidikan, pengembangan solusi, hingga evaluasi.

Tabel 8. Keterlaksanaan Pembelajaran dengan Model *Problem Based Learning*

Komponen	Skor	Persentase	Kategori
Keterlaksanaan sintaks PBL	76/80	95,0%	Sangat baik

Sumber: Data observasi keterlaksanaan pembelajaran.

Tingginya keterlaksanaan PBL menunjukkan bahwa siswa memperoleh pengalaman belajar yang menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran. Aktivitas pembelajaran tidak hanya berupa penerimaan informasi dari guru, tetapi melibatkan identifikasi masalah, pencarian informasi, penyelidikan, analisis data, penyusunan solusi, presentasi, diskusi, dan evaluasi. Kondisi tersebut menjadi dasar penting dalam menjelaskan peningkatan kemampuan literasi sains dan hasil belajar siswa pada kelompok eksperimen.

Deskripsi Kemampuan Literasi Sains dan Hasil Belajar IPA

Analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui perubahan kemampuan siswa sebelum dan setelah pembelajaran. Literasi sains diukur melalui kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang atau mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Sementara itu, hasil belajar IPA diukur melalui kemampuan kognitif pada tingkat memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi.

Tabel 9. Statistik Deskriptif Literasi Sains dan Hasil Belajar IPA

Variabel	Kelompok	Pretest Mean	Posttest Mean	Peningkatan
Literasi sains	Eksperimen	51,00	69,04	18,04
Literasi sains	Kontrol	50,00	50,88	0,88
Hasil belajar IPA	Eksperimen	52,00	71,44	19,44
Hasil belajar IPA	Kontrol	46,00	48,25	2,25

Sumber: Data hasil penelitian.

Tabel 9 menunjukkan adanya peningkatan kemampuan pada kedua variabel penelitian, tetapi peningkatan pada kelompok eksperimen lebih besar dibandingkan kelompok kontrol. Literasi sains kelompok eksperimen meningkat sebesar 18,04 poin, sedangkan kelompok kontrol hanya meningkat sebesar 0,88 poin. Pola yang sama terlihat pada hasil belajar IPA, yaitu peningkatan sebesar 19,44 poin pada kelompok eksperimen dan 2,25 poin pada kelompok kontrol. Perbedaan tersebut memberikan indikasi awal bahwa penerapan PBL memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional.

Peningkatan literasi sains juga tercermin dari nilai N-Gain. Kelompok eksperimen memperoleh N-Gain sebesar 0,36 dengan kategori sedang, sedangkan

kelompok kontrol memperoleh 0,02 dengan kategori rendah. Pada hasil belajar IPA, N-Gain kelompok eksperimen sebesar 0,39 berada pada kategori sedang, sedangkan kelompok kontrol sebesar 0,03 berada pada kategori rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan siswa pada kelompok PBL tidak hanya terlihat dari selisih skor, tetapi juga dari peningkatan relatif terhadap skor maksimum yang dapat dicapai.

Kemampuan Awal dan Perbedaan Antarkelompok

Sebelum menguji pengaruh perlakuan, kemampuan awal kedua kelompok dianalisis untuk mengetahui kondisi awal peserta didik. Pada literasi sains, rata-rata pretest kelompok eksperimen sebesar 51,00 dan kelompok kontrol sebesar 50,00. Hasil independent samples t-test menunjukkan nilai t sebesar 0,559 dengan derajat kebebasan 62 dan signifikansi 0,578. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, tidak terdapat perbedaan kemampuan awal literasi sains yang signifikan antara kedua kelompok.

Sebaliknya, pada hasil belajar IPA terdapat perbedaan kemampuan awal. Kelompok eksperimen memperoleh rata-rata 52,00, sedangkan kelompok kontrol 46,00. Hasil pengujian menunjukkan nilai t sebesar 3,808 dengan derajat kebebasan 62 dan signifikansi kurang dari 0,001. Oleh karena itu, analisis pengaruh PBL terhadap hasil belajar IPA perlu mempertimbangkan skor awal sebagai kovariat agar estimasi pengaruh perlakuan tidak bias akibat perbedaan kemampuan awal.

Pengaruh *Problem Based Learning* terhadap Literasi Sains

Hasil uji perbedaan posttest menunjukkan adanya perbedaan kemampuan literasi sains antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Rata-rata posttest kelompok eksperimen mencapai 69,04, sedangkan kelompok kontrol sebesar 50,88. Dengan demikian, selisih rata-rata kedua kelompok mencapai 18,16 poin.

Tabel 10. Perbandingan Posttest Literasi Sains

Kelompok	N	Mean	SD
Eksperimen	32	69,04	6,56
Kontrol	32	50,88	8,10

Sumber: Data hasil penelitian.

Hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,001 sehingga terdapat perbedaan kemampuan literasi sains yang signifikan antara siswa yang mengikuti pembelajaran PBL dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Nilai Cohen's d sekitar 1,83 juga menunjukkan ukuran efek yang besar. Dengan demikian, pengaruh PBL tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki makna praktis yang kuat.

Peningkatan tersebut dapat dijelaskan melalui karakteristik PBL yang menjadikan masalah sebagai titik awal pembelajaran. Siswa tidak langsung menerima konsep dari guru, tetapi diarahkan untuk memahami permasalahan, mengidentifikasi informasi yang diperlukan, melakukan penyelidikan, menganalisis bukti, dan menyusun solusi. Rangkaian aktivitas tersebut secara langsung memberikan

kesempatan kepada siswa untuk menggunakan pengetahuan ilmiah dalam memahami fenomena.

Temuan ini sejalan dengan kajian Akçay dan Benek (2024) yang menunjukkan bahwa PBL memberikan dampak positif terhadap berbagai keterampilan siswa dalam pembelajaran sains. Hasil meta-analisis Uluçınar (2023) juga menunjukkan bahwa PBL memiliki efek yang tinggi terhadap prestasi akademik dibandingkan pembelajaran tradisional. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan siswa melalui keterlibatan aktif dalam proses penyelidikan dan pemecahan masalah.

Konteks Pemanasan Global semakin memperkuat efektivitas PBL karena materi tersebut memiliki keterkaitan langsung dengan kehidupan sehari-hari. Fenomena seperti peningkatan suhu, emisi gas rumah kaca, perubahan pola cuaca, penggunaan bahan bakar fosil, dan deforestasi dapat digunakan sebagai masalah autentik yang menuntut siswa untuk menghubungkan konsep IPA dengan kondisi nyata. Dengan demikian, siswa tidak hanya mengingat konsep, tetapi menggunakan konsep tersebut untuk menjelaskan fenomena dan mempertimbangkan alternatif solusi.

Pengaruh Problem Based Learning terhadap Hasil Belajar IPA

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kelompok yang memperoleh pembelajaran PBL mengalami peningkatan hasil belajar IPA yang lebih besar dibandingkan kelompok kontrol. Rata-rata hasil belajar kelompok eksperimen meningkat dari 52,00 pada pretest menjadi 71,44 pada posttest, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 46,00 menjadi 48,25.

Tabel 11. Perbandingan Posttest Hasil Belajar IPA

Kelompok	N	Mean	SD
Eksperimen	32	71,44	7,50
Kontrol	32	48,25	5,37

Sumber: Data hasil penelitian.

Hasil uji perbedaan posttest menunjukkan signifikansi kurang dari 0,001. Namun, karena terdapat perbedaan kemampuan awal antara kedua kelompok, analisis pengaruh perlakuan dilakukan dengan mempertimbangkan skor pretest sebagai kovariat. Hasil analisis kovarians menunjukkan bahwa setelah kemampuan awal dikendalikan, pengaruh kelompok pembelajaran tetap signifikan dengan nilai signifikansi kurang dari 0,001. Temuan tersebut memperkuat bahwa perbedaan hasil belajar pada akhir pembelajaran berkaitan dengan perlakuan PBL dan tidak semata-mata disebabkan oleh perbedaan kemampuan awal.

Peningkatan hasil belajar dapat dijelaskan melalui aktivitas PBL yang menuntut siswa memahami konsep, menerapkan pengetahuan, menganalisis informasi, dan mengevaluasi alternatif solusi. Aktivitas tersebut memiliki kesesuaian dengan kemampuan kognitif C2 sampai C5 yang menjadi fokus pengukuran hasil belajar dalam penelitian ini. Siswa tidak hanya dituntut mengetahui konsep

Pemanasan Global, tetapi juga menggunakan konsep tersebut untuk memahami hubungan sebab-akibat, menganalisis permasalahan, dan menentukan solusi berdasarkan informasi yang tersedia.

Temuan ini sejalan dengan Uluçınar (2023) yang menunjukkan bahwa PBL memiliki efek positif terhadap prestasi akademik dalam pembelajaran sains. Hasil penelitian juga relevan dengan kajian Akçay dan Benek (2024) yang menunjukkan bahwa PBL dapat mendukung perkembangan berbagai keterampilan siswa melalui keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran. Pada materi Pemanasan Global, karakteristik PBL menjadi semakin relevan karena siswa dapat mempelajari konsep melalui persoalan lingkungan yang nyata dan dekat dengan kehidupan mereka.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL memberikan pengaruh positif terhadap literasi sains dan hasil belajar IPA. Pengaruh tersebut terlihat dari peningkatan rata-rata yang lebih besar pada kelompok eksperimen, nilai N-Gain yang lebih tinggi, serta hasil pengujian statistik yang menunjukkan perbedaan signifikan antarkelompok. Secara pedagogis, PBL memberikan pengalaman belajar yang mengintegrasikan pemahaman konsep, penyelidikan ilmiah, kolaborasi, penggunaan bukti, dan pemecahan masalah. Integrasi tersebut menjadikan PBL relevan untuk pembelajaran Pemanasan Global yang bersifat kontekstual dan kompleks.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan model Problem Based Learning memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan literasi sains dan hasil belajar IPA siswa pada materi Pemanasan Global. Kelompok yang memperoleh pembelajaran dengan model Problem Based Learning menunjukkan peningkatan kemampuan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok yang memperoleh pembelajaran konvensional. Peningkatan tersebut terlihat pada kemampuan literasi sains maupun hasil belajar IPA, yang didukung oleh keterlaksanaan sintaks pembelajaran dalam kategori sangat baik.

Model Problem Based Learning memberikan pengalaman belajar yang mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam mengidentifikasi dan memecahkan masalah, melakukan penyelidikan, menganalisis informasi dan bukti, serta mengembangkan solusi terhadap permasalahan Pemanasan Global. Dengan demikian, Problem Based Learning dapat menjadi alternatif model pembelajaran IPA yang relevan untuk meningkatkan literasi sains dan hasil belajar siswa, khususnya pada materi yang bersifat kontekstual dan berkaitan dengan permasalahan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Adhari, D., Santiani, Yuliani, H., & Nasir, M. (2024). Alat ukur literasi sains pada pembelajaran IPA terintegrasi lingkungan: Sistematika literatur review. Kappa Journal.

Akçay, B., & Benek, I. (2024). Problem-Based Learning in Türkiye: A Systematic Literature Review of Research in Science Education. Education Sciences, 14(3), 330. https://doi.org/10.3390/educsci14030330

Arafah, N., Sulastri, & Safrida. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik materi pemanasan global berbasis Problem Based Learning terintegrasi nilai untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, 11(1), 50–66. https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i4.26838

Arikunto, S. (2018). Dasar-dasar evaluasi pendidikan (Edisi 3). Bumi Aksara.

Aruta, J. J. B. R. (2023). Science literacy promotes energy conservation behaviors in Filipino youth via climate change knowledge efficacy: Evidence from PISA 2018. Australian Journal of Environmental Education, 39(1), 55–66. https://doi.org/10.1017/aee.2022.10

Azwar, S. (2018). Reliabilitas dan validitas (Edisi 4). Pustaka Pelajar.

Bhattacharya, D., Steward, K. C., & Forbes, C. (2020). Empirical research on K-16 climate education: A systematic review of the literature. Journal of Geoscience Education, 69, 223–247.

Deta, U. A., A'yun, S. K., Laila, L., Prahani, B., & Suprapto, N. (2024). PISA science framework 2018 vs 2025 and its impact in physics education: Literature review. Momentum: Physics Education Journal.

Gazali, F., Rahayu, S., Munzil, M., Wonorahardjo, S., & Alam, M. D. (2025). Systematic literature review on the application of Problem-Based Learning model in chemistry education. Ecletica Quimica. https://doi.org/10.26850/1678-4618.eq.v50.2025.e15

Halimah, N., Suzanti, F., & Mahadi, I. (2023). Science literacy-based pocket book on environmental pollution and climate change in junior high schools. Journal of Educational Sciences, 7(1), 59–73. https://doi.org/10.31258/jes.7.1.p.59-73

Handayani, R. D., & Triyanto. (2022). Seventh-grade students' conceptions of climate change, global warming, and the greenhouse effect. Journal of Geoscience Education, 70(4), 490–500. https://doi.org/10.1080/10899995.2021.1989941

Hernández-Ramos, J., Pernaa, J., Cáceres-Jensen, L., & Rodríguez-Becerra, J. (2021). The Effects of Using Socio-Scientific Issues and Technology in Problem-Based Learning: A Systematic Review. Education Sciences.

Hernani, H., Depi, S. S., Hidayat, L. N., Nurhadi, A. R., Supriatna, A., Tias, B., & Wafi, W. (2024). Analysis of scientific literacy of senior high school students in relation to global warming as a socio-scientific issue. Journal of Educational Chemistry, 6(2), 85–94. https://doi.org/10.21580/jec.2024.6.2.21881

Högström, P., Gericke, N., Wallin, J., & Bergman, E. (2024). Teaching Socioscientific Issues: A Systematic Review. Science & Education.

Ifah, A. N., Widiyatmoko, A., Parmin, & Eralita, N. (2025). The influence of e-modul teaching materials based on Science Technology Engineering Mathematics (STEM) on global warming material on students' science literacy skills. Journal of Environmental and Science Education, 5(1), 46–54. https://doi.org/10.15294/jese.v5i1.3571

Inabuy, V., Sutia, C., Maryana, O. F. T., Hardanie, B. D., & Lestari, S. H. (2023). Ilmu pengetahuan alam untuk SMP/MTs kelas VII (Edisi revisi). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Kadir. (2019). Statistika terapan: Konsep, contoh dan analisis data dengan program SPSS/Lisrel dalam penelitian. Rajawali Pers.

Kim, M. (2026). Development and implementation of a student-centered climate change response competence program. Journal of the Korean Geographical Society, 15(2), 197–212. https://doi.org/10.25202/JAKG.15.2.1

Kumar, V., Choudhary, S., & Singh, R. (2023). Environmental socio-scientific issues as contexts in developing scientific literacy in science education: A systematic literature review. Social Sciences & Humanities Open.

Lestari, N. A., Pratiwi, W., Uulaa, R. F. R., Hariyono, E., & Madlazim. (2024). Profile of high school student's scientific literacy to support SDGs'13 (Climate Action) on the global warming phenomenon. Tarbiyah: Jurnal Ilmiah Kependidikan, 13(2). https://doi.org/10.18592/tarbiyah.v13i2.13787

Liu, S.-C. (2021). Using drawings to examine undergraduate students' mental models of the greenhouse effect: A factor analysis approach. International Journal of Science Education, 43(18), 2996–3017. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2004466

Mora, C., McKenzie, T., Gaw, I. M., Dean, J. M., von Hammerstein, H., Knudson, T. A., Setter, R. O., Smith, C. Z., Webster, K. M., Patz, J. A., & Franklin, E. C. (2022). Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change. Nature Climate Change, 12, 869–875. https://doi.org/10.1038/s41558-022-01426-1

Nagele, F., Hof, A., Auer, V., & Gimenez-Maranges, M. (2024). Investigating trees as an interdisciplinary phenomenon in climate regulation: An intervention study on iSTEM education and scientific literacy in secondary schools. International Journal of Science Education. https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2334295

Pallant, J. (2020). SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS Statistics (7th ed.). McGraw-Hill Education.

Parga-Lozano, D. L., & Pinta-Pulido, C. D. (2025). Environmentalization of secondary school content: Climate change as a socio-scientific issue. Sisyphus—Journal of Education, 13(1), 133–153. https://doi.org/10.25749/sis.38260

Ramadhan, H., Saputro, S., Mahardiani, L., Jati, M. A., & Potabuga, T. I. (2026). Enhancing students' scientific literacy through deep learning: A systematic review of science learning models. Jurnal Pendidikan Sains Indonesia.

Sanchez, J. M. P., Picardal, M. T., Fernandez, S. R., & Caturza, R. R. A. (2024). Socio-scientific issues in focus: A meta-analytical review of strategies and outcomes in climate change science education. Science Education International, 35(2), 119–132. https://doi.org/10.33828/sei.v35.i2.6

Setyaningsih, S., Roshayanti, F., Nizaruddin, N., & Khoiri, N. (2024). Science literacy profile of junior high school students on global warming material. Lembaran Ilmu Kependidikan, 53(1), 120–130. https://doi.org/10.15294/lik.v53i1.4661

Sugiyono. (2019). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta.

Sugiyono. (2019). Statistika untuk penelitian. Alfabeta.

Sundayana, R. (2020). Statistika penelitian pendidikan. Alfabeta.

Thacker, I. (2024). Supporting secondary students' climate change learning and motivation using novel data and data visualizations. Contemporary Educational Psychology, 78, 102285. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2024.102285

Tolppanen, S., Kang, J., & Riuttanen, L. (2022). Changes in students' knowledge, values, worldview, and willingness to take mitigative climate action after attending a course on holistic climate change education. Journal of Cleaner Production, 373, 133865. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133865

Uluçınar, U. (2023). The Effect of Problem-Based Learning in Science Education on Academic Achievement: A Meta-Analytical Study. Science Education International, 34(2), 72–85. https://doi.org/10.33828/sei.v34.i2.1

Vo, D., & Simmie, G. M. (2024). Assessing scientific inquiry: A systematic literature review of tasks, tools and techniques. International Journal of Science and Mathematics Education, 23, 871–906.

Widoyoko, E. P. (2018). Teknik penyusunan instrumen penelitian. Pustaka Pelajar.