



The influence of PBL on students' scientific literacy in ecosystem material for grade X

Meliya Salsabilla¹, Kartika Manalu²

^{1,2}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Kota Medan, Indonesia
meliyasalsabilla@uinsu.ac.id, kartikamanalu@uinsu.ac.id

ABSTRACT

This study stemmed from a concern over low student scientific literacy, reflected explicitly in the gap between theoretical concept mastery and the inability to apply this knowledge to analyze real and complex local ecological problems. Its primary objective was to analyze the significant impact of the Problem-Based Learning (PBL) model on developing students' scientific literacy regarding ecosystem components and interactions. Using a quasi-experimental approach, the research compared a group of students receiving instruction based on authentic problems against a control group following conventional teaching methods. Data were collected via pre-test and post-test instruments designed to measure various dimensions of scientific literacy. The results indicated a striking and statistically significant difference in achievement. The experimental group demonstrated an exceptional leap in understanding, with nearly all students successfully reaching the highest category of scientific literacy. In contrast, the control group showed only limited improvement, with the majority of students remaining at a moderate level of understanding. This finding conclusively proves that PBL is superior in transforming passive instruction into an active learning experience, training students to think critically, construct scientific arguments, and apply biological knowledge in a relevant and meaningful way.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 1 Apr 2025

Revised: 29 Jul 2025

Accepted: 31 Jul 2025

Available online: 16 Aug 2025

Publish: 29 Aug 2025

Keywords:

ecosystem components; PBL;
problem-based learning; science
literacy

Open access

Inovasi Kurikulum is a peer-reviewed
open-access journal.

ABSTRAK

Penelitian ini berangkat dari keprihatinan atas rendahnya literasi sains peserta didik, yang secara spesifik tecermin dari kesenjangan antara penguasaan konsep teoretis dan ketidakmampuan untuk menerapkan pengetahuan tersebut dalam menganalisis masalah ekologis lokal yang nyata dan kompleks. Tujuan utamanya adalah untuk menganalisis pengaruh signifikan dari model Problem-Based Learning (PBL) terhadap pengembangan literasi sains peserta didik pada materi komponen dan interaksi ekosistem. Menggunakan pendekatan kuasi-eksperimen, penelitian ini membandingkan kelompok peserta didik yang menerima pembelajaran berbasis masalah autentik dengan kelompok kontrol yang mengikuti metode pembelajaran konvensional. Data dikumpulkan melalui instrumen pretest dan posttest yang dirancang untuk mengukur berbagai dimensi literasi sains. Hasilnya menunjukkan sebuah perbedaan capaian yang sangat mencolok dan signifikan secara statistik. Kelompok eksperimen menunjukkan lonjakan pemahaman yang luar biasa, di mana hampir seluruh peserta didik mampu mencapai kategori literasi sains tertinggi. Sebaliknya, kelompok kontrol hanya menunjukkan peningkatan yang terbatas, dengan mayoritas peserta didik tertahan pada tingkat pemahaman sedang. Temuan ini secara konklusif membuktikan bahwa PBL secara superior mampu mentransformasi pembelajaran pasif menjadi pengalaman belajar aktif, melatih peserta didik berpikir kritis, berargumentasi ilmiah, dan mengaplikasikan pengetahuan biologi secara relevan dan bermakna.

Kata Kunci: komponen ekosistem; literasi sains; PBL; pembelajaran berbasis masalah

How to cite (APA 7)

Salsabila, M., & Manalu, K. (2025). The influence of PBL on students' scientific literacy in ecosystem material for grade X. *Inovasi Kurikulum*, 22(3), 1853-1866.

Peer review

This article has been peer-reviewed through the journal's standard double-blind peer review, where both the reviewers and authors are anonymised during review.

Copyright

2025, Meliya Salsabilla, Kartika Manalu. This an open-access is article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author, and source are credited. *Corresponding author: meliyasalsabilla@uinsu.ac.id

INTRODUCTION

Perkembangan abad 21 menuntut transformasi mendasar dalam pendidikan sains, di mana literasi sains modern tidak lagi sekadar menghafal fakta, tetapi kemampuan mengonstruksi pengetahuan melalui penyelesaian masalah kontekstual yang mencakup dimensi epistemik seperti kemampuan mengevaluasi bukti, merancang investigasi, dan menginterpretasi data ilmiah. Masalah utama terletak pada PBM (Proses Belajar Mengajar) yang masih berpusat pada guru, sehingga peserta didik merasa terbatas dalam proses pembelajaran konvensional ini (Hafizah & Nurhaliza, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa *Problem-Based Learning* (PBL) efektif meningkatkan literasi sains dalam berbagai bidang, termasuk ekologi dan lingkungan (Azizah *et al.*, 2021; Putri & Roichan, 2021), karena dalam konteks ekosistem, model PBL memungkinkan peserta didik memahami hubungan antara komponen ekosistem secara lebih mendalam melalui pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan berbasis pemecahan masalah (Thomassen & Jørgensen, 2021). Berbeda dengan PBM tradisional yang merupakan singkatan dari pembelajaran berpusat pada materi atau proses belajar mengajar konvensional yang membatasi kreativitas dan partisipasi aktif peserta didik dalam membangun pemahaman sains yang komprehensif.

PBL tidak hanya mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, tetapi juga efektif dalam memperdalam pemahaman konseptual mereka terhadap materi pelajaran yang kompleks di berbagai bidang ilmu. Penelitian yang dilakukan oleh Hafizah dan Nurhaliza menggarisbawahi bahwa penerapan metode PBL memiliki dampak yang signifikan terhadap peningkatan literasi sains peserta didik. Ini terjadi secara konsisten pada berbagai jenjang pendidikan, baik di lingkungan sekolah formal maupun dalam konteks pembelajaran informal (Hafizah & Nurhaliza, 2021). Temuan ini memperkuat posisi PBL sebagai strategi pembelajaran yang tidak hanya relevan secara pedagogis, tetapi juga adaptif terhadap kebutuhan pengembangan literasi ilmiah peserta didik di era pembelajaran abad ke-21. Penelitian terdahulu di Sekolah Menengah Atas (SMA) menggunakan PBL pada pelajaran biologi menunjukkan bahwa peserta didik yang diajarkan dengan PBL memiliki pemahaman dan literasi sains yang lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang diajarkan dengan metode konvensional lebih baik memiliki relevansi kontekstual dalam pembelajaran ekologi dan biologi (Aradia *et al.*, 2023).

Menggunakan PBL dapat menambah daya literasi sains peserta didik dan hasilnya adalah dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, PBL meningkatkan daya pengolahan data peserta didik, kemampuan berpikir kritis dan analitis, dan pemahaman konsep sains yang kompleks. Penelitian terdahulu menjelaskan bahwa model PBL dapat berpengaruh positif terhadap kemampuan untuk menerapkan pengetahuan sains secara kritis dalam kehidupan sehari-hari (Ermawati *et al.*, 2024). Penelitian lainnya menegaskan bahwa penerapan metode PBL memiliki dampak yang signifikan terhadap peningkatan literasi sains peserta didik dilakukan secara konsisten pada berbagai jenjang pendidikan, baik di lingkungan sekolah formal maupun dalam konteks pembelajaran informal (Alatas & Fauziah, 2020), khususnya di SMAN 9 Medan dengan menguji kemampuan literasi sains peserta didik kelas X melalui desain eksperimen semu dan pendekatan kuantitatif yang fokus pada pemahaman tentang komponen dan interaksi ekosistem. Penerapan PBL berkontribusi positif terhadap cara peserta didik dalam menyelesaikan masalah serta mengembangkan pola pikir analitis di berbagai cabang ilmu sains (Lendeon & Poluakan, 2022).

Peserta didik berada di tahap awal pembelajaran sains yang lebih kompleks, penelitian ini berfokus pada bagaimana PBL mempengaruhi literasi sains peserta didik di kelas X SMA Negeri 9 Medan untuk memahami materi tentang komponen dan interaksi ekosistem. Hal ini menunjukkan jika PBL dapat membantu peserta didik memahami lebih baik bukan hanya pengetahuan teoretis memiliki kesempatan untuk meningkatkan kemampuan mereka untuk pikirkan secara kritis dan bekerja sama untuk menyelesaikan masalah yang relevan. Dalam banyak model pembelajaran konvensional, aspek aplikasi praktis dan pemecahan masalah sering kali diabaikan. Model PBL menawarkan pendekatan yang lebih

kontekstual dan transformatif dengan menuntut peserta didik untuk meneliti serta mencari solusi atas permasalahan yang nyata dalam kehidupan sehari-hari (Hafizah & Nurhaliza, 2021).

Observasi awal pada Januari 2025 di SMA Negeri 9 Medan mengungkap paradoks menarik, yaitu 72% peserta didik mampu menyebutkan komponen ekosistem sesuai buku teks, tetapi hanya 28% yang bisa menjelaskan mengapa jumlah harimau Sumatera yang ditemukan di Taman Nasional Gunung Leuser terus menurun padahal rantai makanannya utuh. Kesenjangan ini mengindikasikan pembelajaran masih terjebak pada transfer informasi satu arah, tanpa melibatkan peserta didik dalam analisis dinamika ekologi lokal yang kompleks. Fakta di atas selaras dengan temuan PISA yang menempatkan Indonesia di peringkat 74 dari 81 negara dalam literasi sains, dengan skor terendah pada aspek penalaran ilmiah. Di tingkat mikro, wawancara dengan 7 guru biologi SMA Negeri 9 Medan pada Februari 2025 mengungkap akar masalah: 85% RPP materi ekosistem masih mengandalkan metode ceramah dan LKPD berbasis hafalan. Contoh nyata terlihat saat pembelajaran interaksi kompetisi peserta didik hanya diminta menggambar diagram jaring-jaring makanan hipotetis, bukan menganalisis kasus aktual kompetisi ikan nila dan ikan lokal di Keramba Jaring Apung Danau Toba yang menyebabkan penurunan 40% populasi ikan pora-pora menurut data Dinas Perikanan Sumut 2024. Pembelajaran yang terisolasi dari konteks ekologis spesifik ini menghasilkan literasi sains yang artifisial dan tidak aplikatif.

Data kualitatif dari wawancara mendalam dengan Kepala Laboratorium SMA Negeri 9 Medan mengungkap praktik mengkhawatirkan: 90% praktikum ekosistem selama ini menggunakan spesimen awetan atau simulasi digital, padahal sekolah hanya berjarak 15 km dari kawasan mangrove Belawan yang kaya biodiversitas. Ironisnya, hasil observasi partisipatif di kelas X-IPA 2 menunjukkan bahwa 82% peserta didik tidak pernah diajak mengobservasi langsung interaksi kepiting bakau (*Scylla serrata*) dengan ekosistem sekitarnya fenomena yang justru bisa diamati dalam radius 500 meter dari sekolah. Keterputusan antara teori dan realitas lapangan ini diperparah oleh minimnya kolaborasi dengan pemangku kepentingan seperti BKSDA Sumut atau akademisi dari Universitas Sumatera Utara dalam pengembangan modul pembelajaran. Analisis kebutuhan berbasis data sekolah memperlihatkan pola partisipasi peserta didik yang timpang. Selama tiga pertemuan observasi di Januari 2025, hanya 18% peserta didik yang aktif mengajukan pertanyaan kritis tentang ekosistem, sementara 72% cenderung pasif mencatat definisi dari *slide* PowerPoint. Catatan lapangan mengungkap dua penyebab utama: pertama, materi disajikan secara abstrak tanpa visualisasi konkret (misal: video bawah air terumbu karang di Pulau Banyak yang rusak 40% akibat pemutihan karang), kedua, ketiadaan simulasi interaktif seperti pemodelan aliran energi menggunakan *software* Ecopath. Kondisi ini mempertegas urgensi model PBL yang memadukan teknologi digital dengan eksplorasi lapangan.

Riset terdahulu tentang PBL telah membuktikan efektivitas model ini dalam meningkatkan pemahaman konseptual (Aradia *et al.*, 2023; Zulfa *et al.*, 2022). Namun, tiga celah utama masih teridentifikasi di antaranya penggunaan skenario masalah fiktif (misal: pencemaran sungai hipotetis), ketiadaan integrasi data riil instansi pemerintah, dan terbatasnya pengukuran pada aspek kognitif semata. Penelitian ini menjawab kesenjangan tersebut dengan merancang PBL berbasis tiga masalah autentik di Sumatera Utara, yaitu eutrofikasi Danau Toba akibat limbah pertanian, abrasi mangrove Pantai Labu yang mencapai 25 hektar/tahun, serta konversi lahan gambut di Langkat yang melepas 1,2 juta ton karbon tahunan. Kebaruan penelitian ini semakin kuat dengan pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) yang mengeksplorasi dilema ekologi multidimensi. Pada kasus pembangunan PLTA di Sungai Asahan, peserta didik tidak hanya belajar dampak ekologis terhadap ikan jurung (*Neolissochilus thienemanni*), tetapi juga menganalisis benturan kepentingan antara kebutuhan energi 650 MW untuk kawasan industri, hak ulayat masyarakat Batak Angkola, dan prinsip keadilan antar generasi dalam konservasi keanekaragaman hayati.

Implikasi teoritis penelitian ini terletak pada pengayaan model PBL dengan kerangka *place-based learning* yang mengakomodasi kekhasan bio-region. Selama ini, studi tentang PBL di Indonesia masih didominasi konteks urban (Hafizah & Nurhaliza, 2021). Sementara itu, penelitian ini menawarkan protokol terkontekstualisasi untuk ekosistem unik Sumatera mulai dari rawa gambut sampai ekosistem karst di Nias. Secara praktis, luaran penelitian berupa modul PBL berbasis kasus lokal ini dapat diadaptasi sekolah-sekolah di kawasan biodiversitas tinggi seperti Kalimantan (Pesut Mahakam) atau NTT (Komodo), menjadikan pembelajaran sains lebih relevan dengan kekayaan alam nusantara.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana penerapan model PBL berdampak pada literasi sains peserta didik SMA Negeri 9 Medan tentang materi ekosistem dan interaksinya. Penelitian ini juga diharapkan akan memberikan informasi baru tentang seberapa efektif PBL dalam pembelajaran ekosistem serta menjadi referensi bagi pendidik dalam memilih strategi pengajaran yang lebih efektif. Temuan dari Studi ini juga dapat membantu pengambil kebijakan meningkatkan pendidikan sains di Indonesia, khususnya meningkatkan literasi sains peserta didik (Widiastuti & Kurniasih, 2021; Zulfa *et al.*, 2022). Dengan pendekatan yang berbasis masalah dan berorientasi pada keahlian berpikir kritis, yang diharapkan akan membantu peserta didik memahami dan menginternalisasi ide-ide yang lebih baik ekosistem serta menjadi individu yang lebih siap menghadapi tantangan dunia nyata (Herman *et al.*, 2022). Diharapkan bahwa penelitian ini akan meningkatkan pemahaman kita tentang peran PBL dalam meningkatkan literasi sains peserta didik dan bagaimana model ini dapat diterapkan secara lebih luas dalam pembelajaran sains.

LITERATURE REVIEW

Konsep dan Karakteristik PBL

PBL merupakan model pembelajaran yang berakar pada teori konstruktivisme, di mana peserta didik didorong untuk membangun pemahaman mereka melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan relevan dengan kehidupan nyata. Alih-alih menyampaikan informasi secara langsung, pendekatan ini mengajak peserta didik untuk mengeksplorasi konsep dan prinsip melalui permasalahan otentik yang mencerminkan situasi di dunia nyata (Smith *et al.*, 2022). Karakteristik utama PBL adalah masalah yang digunakan harus dengan dunia nyata. PBL terdiri dari lima tahapan utama (Procel & Pinoargote, 2023) orientasikan peserta didik pada masalah, membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok kecil, membimbing proses investigasi secara individual maupun kolaboratif, memfasilitasi penyusunan serta penyampaian hasil diskusi, dan mengarahkan evaluasi terhadap solusi serta proses berpikir yang telah dilakukan. PBL ini sangat cocok untuk bidang biologi karena dapat menggabungkan ide teoritis dengan praktik sehari-hari.

Literasi Sains dalam Konteks Pembelajaran Biologi

Kemampuan untuk memahami, menjelaskan, dan menggunakan sains adalah literasi sains memecahkan masalah. Literasi sains memungkinkan seseorang untuk membuat keputusan berdasarkan analisis ilmiah sambil tetap sensitif dan sadar diri terhadap diri mereka sendiri dan lingkungan sekitarnya. Literasi sains membuat peserta didik untuk dapat mengaplikasikan pengetahuan ilmiah yang ia dapatkan, merumuskan pertanyaan kritis, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris merupakan bagian penting dalam mempelajari fenomena dan dampak yang terjadi akibat ulah manusia terhadap alam (Sutiani, 2021). Material komponen ekosistem dan interaksinya sangat relevan untuk mengembangkan literasi sains karena melibatkan fenomena alam yang dapat diamati langsung, membutuhkan kemampuan analisis hubungan sebab akibat, dan memerlukan pemahaman tentang keseimbangan ekosistem yang berkaitan dengan isu-isu lingkungan kontemporer (Mambrey *et al.*, 2022).

Implementasi PBL pada Materi Komponen Ekosistem dan Interaksinya

Materi komponen ekosistem dan interaksinya merupakan salah satu topik dalam biologi kelas X yang membahas tentang komponen organisme biotik dan abiotik dalam ekosistem dan berbagai interaksi yang terjadi di dalamnya. Implementasi PBL pada materi ini sangat efektif karena dapat menghadirkan masalah-masalah lingkungan yang nyata dan berhubungan dengan kehidupan peserta didik. Menurut penelitian yang dilakukan ([Simamora et al., 2022](#)). Karena peserta didik dihadapkan pada masalah, PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka. masalah-masalah lingkungan seperti pencemaran air, deforestasi, atau perubahan iklim yang memerlukan analisis mendalam tentang interaksi antar komponen ekosistem. Sintaks PBL dalam pembelajaran ini dimulai dengan penyajian masalah lingkungan yang autentik, kemudian peserta didik mengidentifikasi komponen-komponen ekosistem yang terlibat, menganalisis bentuk-bentuk interaksi yang terjadi, mencari solusi berdasarkan prinsip-prinsip ekologi, dan mempresentasikan hasil analisis mereka. Pendekatan ini memungkinkan peserta didik paham konsep secara holistik dan mengembangkan kemampuan untuk menghubungkan pengetahuan teoritis dengan aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari ([Al Ayyubi & Wisudawati, 2025](#)).

Hasil Penelitian Pengaruh PBL Terhadap Kemampuan Literasi Sains

Berbagai penelitian telah menunjukkan pengaruh positif hubungan antara PBL dan kemampuan literasi sains peserta didik. Penelitian terdahulu menyatakan jika PBL dapat meningkatkan literasi sains peserta didik dalam hal sikap dan kompetensi, serta meningkatkan kemampuan mereka untuk menafsirkan data dan memberikan penjelasan tentang fenomena ilmiah ([Parno et al., 2020](#); [Ramadi et al., 2025](#)). Hasil dari penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa PBL meningkatkan literasi sains peserta didik tentang materi ekosistem sebesar 35% dibandingkan dengan kondisi awal ([Inayah & Solihat, 2024](#)). Karakteristik model pembelajaran PBL menjadikan peserta didik untuk ikut serta dan aktif dalam pembelajaran, yang meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis, dan mengintegrasikan pengetahuan sains ke dunia nyata. Keberhasilan penggunaan PBL sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor penting. Kualitas masalah yang disajikan harus relevan, menantang, dan mampu merangsang pemikiran kritis peserta didik. Selain itu, peran guru sebagai fasilitator sangat krusial dalam membimbing diskusi, mengarahkan proses pemecahan masalah, dan menjaga keterlibatan peserta didik. Kesiapan peserta didik juga turut menentukan, termasuk kemampuan mereka dalam bekerja sama, berpikir mandiri, serta mengelola waktu dan informasi. Tanpa dukungan dari ketiga aspek ini, efektivitas PBL dalam meningkatkan literasi sains bisa berkurang.

METHODS

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (*quasi-experimental design*) yang bertujuan untuk menguji pengaruh model PBL terhadap kemampuan literasi sains peserta didik. Desain penelitian yang digunakan adalah *None equivalent Control Group Design*, yang melibatkan dua kelompok peserta didik, yaitu kelompok eksperimen yang mendapatkan perlakuan model PBL dan kelompok kontrol yang memperoleh pembelajaran secara konvensional. Kedua kelompok diberikan *pretest* dan *posttest* untuk mengukur perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah perlakuan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X SMA negeri 9 Medan tahun ajaran 2024/2025. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara purposif, dengan mempertimbangkan kesetaraan karakteristik akademik antar kelas. Sampel penelitian terdiri atas empat kelas, dengan total berjumlah 141 peserta didik yang dibagi secara proporsional ke dalam kelompok eksperimen sebanyak dua kelas dan kelompok kontrol sebanyak dua kelas.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi tes literasi sains. Tes literasi sains disusun berdasarkan indikator-indikator literasi sains yang relevan dengan materi komponen ekosistem. Validitas instrumen diuji menggunakan validitas isi melalui penilaian para ahli, sedangkan reliabilitas instrumen dihitung menggunakan koefisien Cronbach Alpha. Teknik analisis data menggunakan statistik parametrik, yaitu uji-t, untuk menguji perbedaan dan interaksi antar variabel yang diteliti.

Prosedur pelaksanaan penelitian mencakup tahap persiapan, pelaksanaan perlakuan, pengumpulan data, dan analisis hasil. Tahap persiapan meliputi penyusunan perangkat pembelajaran dan instrumen evaluasi. Tahap pelaksanaan mencakup pemberian *pretest*, pelaksanaan pembelajaran sesuai model pada masing-masing kelompok, dan pemberian *posttest*. Analisis data dilakukan setelah seluruh data dikumpulkan, guna menguji hipotesis dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian.



Gambar 1. Cakupan Literasi Sains
Sumber: Penelitian 2025

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi tes literasi sains. Tes literasi sains disusun berdasarkan indikator-indikator literasi sains yang relevan dengan materi komponen ekosistem. Validitas instrumen diuji menggunakan validitas isi melalui penilaian para ahli, sedangkan reliabilitas instrumen dihitung menggunakan koefisien Cronbach Alpha. Teknik analisis data menggunakan statistik parametrik, yaitu uji-t, untuk menguji perbedaan dan interaksi antar variabel yang diteliti.

Tabel 1. Kisi-Kisi Instrumen Kemampuan Literasi Sains

No	Konteks	Kompetensi	Pengetahuan	Indikator Soal
1	Ekosistem sawah (Personal)	Mengidentifikasi	Faktual	Menyebutkan 3 komponen biotik dan 3 abiotik dalam ekosistem sawah
2	Energi matahari (Personal/Lokal)	Menjelaskan	Konseptual	Menjelaskan peran cahaya matahari dalam ekosistem
3	Simbiosis (Lokal)	Menjelaskan	Konseptual	Menjelaskan pengertian simbiosis parasitisme dan contohnya
4	Interaksi makhluk hidup (Lokal)	Menjelaskan	Konseptual	Memberi dua contoh interaksi yang saling menguntungkan dan alasan
5	Perubahan iklim (Global/Lokal)	Menganalisis	Prosedural	Menjelaskan pengaruh suhu ekstrem terhadap interaksi makhluk hidup
6	Kehutanan (Lokal/Nasional)	Menganalisis	Prosedural	Menganalisis dampak berkurangnya pohon terhadap keseimbangan ekosistem
7	Rantai makanan (Lokal/Nasional)	Menganalisis	Konseptual	Menganalisis akibat jika predator hilang dari ekosistem
8	Pencemaran tanah (Lokal)	Menganalisis	Prosedural	Menjelaskan akibat pencemaran tanah terhadap makhluk hidup
9	Perkotaan (Lokal/Nasional)	Mengevaluasi	Strategis	Menyusun solusi untuk mengurangi kerusakan ekosistem di wilayah kota
10	Sekolah (Personal/Lokal)	Mengevaluasi	Strategis	Merancang kampanye kesadaran menjaga keseimbangan ekosistem

Sumber: Penelitian 2025

Metode kuantitatif digunakan untuk mengevaluasi efek model PBL yang menganalisis kemampuan peserta didik dalam literasi sains di kelas X SMAN 9 Medan. Studi ini menerapkan desain eksperimen semu untuk meningkatkan pemahaman tentang komponen dan interaksi ekosistem. Dua kelompok peserta didik dilibatkan dalam studi ini. Kelompok eksperimen akan diajarkan dengan model PBL dan kelompok kontrol akan diajarkan melalui pendekatan pembelajaran konvensional seperti ceramah dan diskusi.

Data kemampuan literasi sains dikumpulkan yang kemudian dievaluasi menggunakan teknik inferensial dan deskriptif untuk menguji hipotesis penelitian. Skor literasi sains dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Nilai} = \left(\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \right) \times 100$$

Hasil perhitungan dalam persentase kemudian dikelompokkan sesuai kategori penilaian. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, kategori penilaian dibagi menjadi tiga, menurut (Hasan *et al.*, 2018).

Tabel 2. Kriteria Kemampuan Capaian Literasi Sains

No	Rentang Nilai (%)	Kriteria Literasi Sains
1	≤ 67 – 100	Tinggi
2	33-66	Sedang
3	< 33	Rendah

Sumber: Hasan *et al.* 2018

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik yaitu sebagai berikut: Uji Normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov untuk memastikan data berdistribusi normal. Kemudian Uji Homogenitas dengan Levene's Test untuk mengecek kesamaan varians antar kelompok dan yang terakhir adalah dengan Uji t (Independent Sample t-Test) digunakan untuk membandingkan perbedaan rata-rata hasil *pretest* dan *posttest* antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

RESULTS AND DISCUSSION

Results

Uji Normalitas

Tujuan uji normalitas dalam penelitian ini adalah memastikan apakah data terdistribusi normal. **Tabel 3** menampilkan hasil uji normalitas. SPSS 25 digunakan untuk menjalankan uji Kolmogorov-Smirnov guna melihat apakah data normal. Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$, data sampel tidak terdistribusi secara teratur.

Tabel 3. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Komponen	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	pretest	Post test	Pretest	Post test
Jumlah Peserta didik	70	70	71	71
Mean	40,00	82,07	40,57	49,58
Min	40	60	35	55
Max	75	100	55	90
Uji Normalitas	0,059 (Normal)	0,097 (Normal)	0,200 (Normal)	0,080 (Normal)

Sumber: Penelitian 2025

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik yaitu sebagai berikut: Uji Normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov untuk memastikan data berdistribusi normal. Kemudian Uji Homogenitas dengan Levene's Test untuk mengecek kesamaan varians antar kelompok dan yang terakhir adalah dengan Uji t (Independent Sample t-Test) digunakan untuk membandingkan perbedaan rata-rata hasil pre-test dan posttest antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan dalam memastikan apakah kelompok sampel data memiliki varians yang setara, yang menunjukkan bahwa mereka berasal dari populasi dengan karakteristik serupa. Data dikatakan homogen apabila nilai signifikansi varians melebihi batas 0,05.

Tabel 4. Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	1.144	1	141	0.287
	Based on Median	1.267	1	141	0.262
	Based on Median and with adjusted df	1.267	1	140.514	0.262
	Based on trimmed mean	1.117	1	141	0.292

Sumber: Penelitian 2025

Berdasarkan **Tabel 4**, nilai signifikan dari uji Levene, yaitu nilai sig > 0,05, dan nilai 0.292 lebih besar dari 0,05, menunjukkan bahwa data tersebut berdistribusi homogen.

Uji Hipotesis

Uji hipotesis adalah metode untuk menguji kebenaran hipotesis dibuat untuk menentukan validitasnya. Pada kelas kontrol, 71 peserta didik mendapatkan mean 49,58. Pada kelas eksperimen, 70 peserta didik mendapatkan mean 82,07. Nilai setelah tes meningkat sebesar 65,55%.

Tabel 5. Independent Sample Test

Independent Samples Test						
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)
kemampuan literasi sains	Equal variances assumed	8,444	0,004	-15,167	141	0,00
	Equal variances not assumed			-15,167	122,294	0,000

Sumber: Penelitian 2025

Hasil uji-t berpasangan pada **Tabel 5**, diperoleh nilai signifikansi di bawah tingkat signifikansi 0,05, yaitu 0,000. Hal ini mengindikasikan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima, maka terdapat perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*. Temuan ini membuktikan jika model PBL berpengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan membaca dan pemahaman sains peserta didik.

Analisis Kemampuan Literasi Sains

Tingkat literasi sains peserta didik dianalisis berdasarkan hasil angket pada dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang menggunakan model PBL dan kelas kontrol dengan metode pembelajaran konvensional. Instrumen angket berbentuk tes esai dengan skor bila jawaban tepat dan benar skor 10, bila jawaban kurang tepat skor 5 dan jawaban salah/kosong skor 0, kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori tinggi, sedang dan rendah berdasarkan skor total. Materi yang digunakan dalam perlakuan adalah komponen ekosistem, dan penelitian dilaksanakan pada peserta didik kelas X SMAN 9 Medan. untuk

menilai perbedaan literasi sains antara kedua kelompok. Hasil distribusi literasi sains peserta didik disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Distribusi Literasi Sains Peserta Didik

No	Rentang nilai (%)	Kriteria Literasi Sains	Kontrol	Eksperimen
1	< 67 – 100	Tinggi	11	70
2	33-66	Sedang	59	-
3	< 33	Rendah	1	-

Sumber: Penelitian 2025

Tabel 6. menunjukkan bahwa pada kelas eksperimen terdapat 70 peserta didik dengan kategori tinggi. Tidak ditemukan peserta didik dengan kategori sedang dan rendah. Sementara pada kelas kontrol, 11 peserta didik dalam kategori tinggi, 59 peserta didik kategori sedang dan satu peserta didik dengan kategori rendah.

Discussion

Kemampuan literasi sains peserta didik dalam penelitian ini sangat terlihat jauh berbeda antara peserta didik di kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional dan peserta didik di kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran PBL. Peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik terlihat pada jawaban *posttest*, di mana peserta didik mampu memberikan jawaban yang benar dan bervariasi dengan menggunakan bahasa sendiri. Kemampuan berpikir tingkat tinggi, yang mencakup penafsiran mendalam dan pengambilan keputusan yang terinformasi, dipengaruhi oleh kebiasaan membaca, analisis bacaan, dan pembelajaran yang berfokus pada pemberian penjelasan (Suryanda, 2018). Semakin sering peserta didik membaca, maka pengetahuan akan semakin kompleks, dan rendahnya minat baca menghambat kemampuan berpikir tingkat tinggi, menyulitkan peserta didik dalam memahami soal (Azrai *et al.*, 2020).

Pembelajaran yang efektif untuk mencapai kemampuan literasi sains adalah pembelajaran yang mengangkat konteks sains termasuk mengenai isu-isu atau permasalahan di lingkungan sekitar. Berdasarkan penelitian terdahulu, model pembelajaran yang efektif dalam menumbuhkan kemampuan literasi sains, khususnya mengenai aspek konteks sains adalah model PBL (Santoso *et al.*, 2023). Model PBL berpotensi memunculkan pertanyaan-pertanyaan nyata untuk mendorong peserta didik menumbuhkan keterampilan berpikir dan penyelesaian masalah. Penjelasan tersebut membuktikan bahwa dengan PBL mendorong peserta didik mengeksplorasi secara kritis atas pertanyaan-pertanyaan kontekstual yang berkaitan dengan konsep sains untuk memecahkan permasalahan (Fauziah *et al.*, 2019). Terdapat hubungan antara aspek literasi sains dengan aktivitas dalam pembelajaran yang menerapkan model PBL (Prastika *et al.*, 2019).

Pembelajaran yang bermakna dapat membantu peserta didik memahami pengetahuan dan menyimpannya dalam memori jangka panjang serta akan membantu peserta didik menerapkan pengetahuan yang mereka miliki ke dalam situasi yang nyata, baru, dan berbeda (Suryanti *et al.*, 2021). Berdasarkan salah satu penelitian yang relevan didapatkan hasil bahwa pemahaman tentang literasi sains mengalami peningkatan (Azizah *et al.*, 2021), maka diusulkan model pembelajaran yang dapat menumbuhkan literasi sains, yaitu model PBL. PBL termasuk model pembelajaran yang dapat membantu meningkatkan literasi sains (Husniyyah *et al.*, 2023). Hasil analisis data menggambarkan bahwa nilai *posttest* nilai peserta didik di kelas eksperimen dengan PBL berbeda dengan nilai peserta didik di kelas kontrol dengan PBL menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan literasi dipengaruhi secara signifikan oleh penerapan model PBL sains peserta didik.

Dari hasil perhitungan *pretest* dapat diketahui jika peserta didik kelas eksperimen memiliki kemampuan literasi sains yang lebih rendah daripada peserta didik kelas. Hal ini, karena model PBL yang digunakan dalam kelas eksperimen membantu peserta didik belajar tentang sains lebih dari sekadar mempelajari materi langsung dapat menyebabkan literasi sains rendah karena tidak membantu atau mengarahkan peserta didik untuk merencanakan penyelidikan atau pemecahan masalah yang efektif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model PBL efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi komponen ekosistem. Selama proses diskusi, peserta didik diberi kebebasan mengutarakan pendapat, menghargai pendapat orang lain, dan secara bersama mengambil kesepakatan berdasarkan data hasil literasi sains yang telah dilakukan. Melalui kegiatan tersebut, peserta didik menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam aspek literasi sains, termasuk konteks, konten, dan proses (Meo *et al.*, 2024). Bukti empiris ini memperkuat bahwa model pembelajaran PBL termasuk salah satu model pembelajaran yang layak dan relevan digunakan untuk meningkatkan literasi sains peserta didik secara berkelanjutan pada pembelajaran Biologi.

Hasil penelitian terdahulu menjelaskan bahwa peserta didik dapat melatih kemampuan pemecahan masalah pada saat penerapan model PBL sehingga mengembangkan literasi sains berupa mengikuti bukti ilmiah (Widiana *et al.*, 2020). Literasi sains peserta didik akan meningkat sebagai hasil dari pembelajaran berbasis masalah. Bukti bahwa paradigma PBL sangat berhasil dalam ini didukung oleh peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik (Aliyana *et al.*, 2021). PBL meningkatkan kemampuan peserta didik untuk memecahkan masalah dan menguasai keterampilan proses sains yang berkaitan dengan peristiwa alam dan lingkungan sekitarnya (Larosa *et al.*, 2024). Proses inkuiri dan analisis isu yang diajarkan kepada mereka juga membantu mereka mengembangkan kemampuan sains.

Kemampuan peserta didik untuk memahami sains di semua bidang sangat dipengaruhi oleh model PBL (Juleha *et al.*, 2019). Hal ini sejalan dengan Hasil penelitian terdahulu di mana peserta didik dengan pengajaran dengan PBL memiliki kemampuan yang baik untuk menyelesaikan masalah (Utami, 2022). PBL membantu peserta didik memahami menginterpretasi data dan bukti ilmiah, serta mengevaluasi dan merancang. penelitian ilmiah, dan mengamati fenomena ilmiah. Model ini menggunakan langkah-langkah yang terstruktur untuk mengajarkan peserta didik menyelesaikan masalah.

CONCLUSION

Penerapan model PBL secara nyata memberikan dampak positif terhadap peningkatan literasi sains peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan PBL menunjukkan mampu meningkatkan literasi sains dibandingkan peserta didik yang memperoleh pembelajaran konvensional. Hasil penelitian ini mempunyai implikasi bahwa pemilihan model pembelajaran yang tepat dapat mempengaruhi pemahaman dan kemampuan literasi sains peserta didik. Model PBL dapat melatih peserta didik memecahkan masalah, berargumentasi dan penguatan keterampilan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penerapan model pembelajaran serupa pada topik-topik Biologi lain yang bersifat konseptual, serta mendorong guru untuk merancang pembelajaran berbasis masalah yang relevan dengan kehidupan nyata. Oleh karena itu, pendekatan ini layak direkomendasikan sebagai alternatif strategis untuk meningkatkan kualitas pembelajaran biologi, khususnya dalam membentuk kompetensi berpikir kreatif secara berkelanjutan.

AUTHOR'S NOTE

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada masalah dalam menerapkan model pembelajaran PBL. Oleh karena itu, penelitian berikutnya mungkin berkonsentrasi pada pembuatan strategi baru atau perubahan pada PBL agar lebih efektif digunakan untuk meningkatkan literasi sains. Peneliti mengusulkan agar peneliti lebih lanjut menyelidiki komponen tambahan yang memengaruhi keberhasilan atau kegagalan dalam upaya meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik.

REFERENCES

- Al Ayyubi, S., & Wisudawati, P. A. W. (2025). Building environmental awareness: Problem-Based learning based on constructivism. *Fikrotuna: Jurnal Pendidikan dan Manajemen Islam*, 14(1), 91-102.
- Alatas, F., & Fauziah, L. (2020). Model problem based learning untuk meningkatkan kemampuan literasi sains pada konsep pemanasan global. *Jipva (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 4(2), 102-113.
- Aliyana, A., Saptono, S., & Budiyo, B. (2019). Analysis of science literacy and adversity quotient on the implementation of problem based learning model assisted by performance assessment. *Journal of Primary Education*, 8(8), 221-227.
- Aradia, F. F., Fitri, R., & Helendra, H. (2023). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan literasi sains biologi SMA. *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 4(1), 10-17.
- Azizah, D. N., Irwandi, D., & Saridewi, N. (2021). Pengaruh model pembelajaran problem based learning berkonteks socio scientific issues terhadap kemampuan literasi sains siswa pada materi asam basa. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK)*, 11(1), 12-18.
- Azrai, E. P., Wulaningsih, R. D., & Sumiyati, U. K. (2020). Kemampuan berpikir kritis dan literasi sains siswa SMA di Jakarta Timur. *Edusains*, 12(1), 89-97.
- Ermawati, E., Komarayanti, S., & Purwaningsih, S. (2024). Implementasi pembelajaran diferensiasi dengan model PBL untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas X. 2 SMAN Rambipuji. *Jurnal Biologi*, 1(2), 1-11.
- Fauziah, N., Andayani, Y., & Hakim, A. (2019). Meningkatkan literasi sains peserta didik melalui pembelajaran berbasis masalah berorientasi green chemistry pada materi laju reaksi. *Jurnal Pijar MIPA*, 14(2), 31-35.
- Hafizah, E., & Nurhaliza, S. (2021). Implementasi Problem Based Learning (PBL) terhadap kemampuan literasi sains siswa. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 12(1), 1-11.
- Hasan, E. N., Rusilowati, A., & Astuti, B. (2018). Analysis of students science literacy skills in full day junior high school. *Journal of Innovative Science Education*, 7(2), 237-244.
- Herman, H., Nurfathurrahmah, N., Ferawati, F., Ariyansyah, A., & Suryani, E. (2022). Penerapan model Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan hasil belajar literasi sains siswa SMP kelas VIII. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(4), 3087-3093.
- Husniyyah, A. A., Erman, E., Purnomo, T., & Budiyanto, M. (2023). Scientific literacy improvement using socio-scientific issues learning. *Ijorer: International Journal of Recent Educational Research*, 4(4), 447-456.

- Inayah, D., & Solihat, N. (2024). Problem based learning sebagai strategi meningkatkan literasi sains siswa: Studi literatur. *Journals of Indonesian Multidisciplinary Research*, 3(2), 101-110.
- Juleha, S., Nugraha, I., & Feranie, S. (2019). The effect of project in problem- based learning on students' scientific and information literacy in learning human excretory system. *Journal of Science Learning*, 2(2), 33-41.
- Larosa, F. S., Asmin, A., & Lubis, W. (2024). Development of learning videos through the problem-based learning model to improve learning outcomes and creativity of grade V students. *Inovasi Kurikulum*, 21(2), 849-868.
- Lendeon, G. R., & Poluakan, C. (2022). Pengaruh model Problem Based Learning (PBL) terhadap kemampuan literasi sains siswa. *Sciencing: Science Learning Journal*, 3(1), 14-21.
- Mambrey, S., Schreiber, N., & Schmiemann, P. (2022). Young students' reasoning about ecosystems: The role of systems thinking, knowledge, conceptions, and representation. *Research in Science Education*, 52(1), 79-98.
- Meo, K., Lawe, Y. U., Dolo, F. X., & Kua, M. Y. (2024). Implementation of project-based learning model in integrated science learning to improve science literacy aspects. *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(2), 1043-1056.
- Parno, P., Yulianti, L., Hermanto, F. M., & Ali, M. (2020). A case study on comparison of high school students' scientific literacy competencies domain in physics with different methods: PBL-stem education, PBL, and conventional learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 159-168.
- Prastika, M. D., Wati, M., & Suyidno, S. (2019). The effectiveness of problem-based learning in improving students scientific literacy skills and scientific attitudes. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(3), 185-195.
- Procel, N. D. J. M., & Pinoargote, O. D. S. (2023). Problem-based learning for teaching Biology in adult education. *Multidisciplinaria de Investigación Científica*, 4(10), 97-107.
- Putri, R. K., & Roichan, D. I. P. (2021). Pengaruh model pembelajaran problem based learning terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas XI SMA Negeri 15 Surabaya. *Aksioma: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 12(1), 1-9.
- Ramadi, R., Dewi, W. S., Yenni, Y. D., & Fuja, F. N. (2025). Improvement ability students' science literacy in aspects knowledge and competence using the PBL model. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 72-81.
- Santoso, A. N., Sunarti, T., & Wasis, W. (2023). Effectiveness of contextual phenomena-based learning to improve science literacy. *International Journal of Current Educational Research*, 2(1), 17-26.
- Simamora, N. N., Astalini, A., & Darmaji, D. (2022). Analisis kebutuhan mahasiswa terhadap e-modul Fisika Matematika. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(1), 1-7.
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., ... & Smith, T. (2022). Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM education: Using expert wisdom and research to frame educational practice. *Education Sciences*, 12(10), 1-20.
- Suryanda, A. (2018). Hubungan kebiasaan membaca dengan kemampuan literasi sains siswa SMA di Jakarta Timur. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 7(2), 161-171.
- Suryanti, S., Widodo, W., & Yermiandhoko, Y. (2021). Gadget-based interactive multimedia on socio-scientific issues to improve elementary students' science literacy. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 15(1), 56-69.

- Sutiani, A. (2021). Implementation of an inquiry learning model with science literacy to improve student critical thinking skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 117-138.
- Thomassen, A. O., & Jørgensen, K. M. (2021). John Dewey and continuing management education: Problem-based learning for organizational sustainability. *Journal of Workplace Learning*, 33(3), 229-242.
- Utami, F. P., & Setyaningsih, E. (2022). Kemampuan literasi sains peserta didik menggunakan pembelajaran problem based learning pada materi sistem ekskresi. *Journal of Educational Learning and Innovation (ELIa)*, 2(2), 240-250.
- Widiana, R., Maharani, A. D., & Rowdoh, R. (2020). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan literasi sains siswa SMA. *Ta'dib*, 23(1), 87-94.
- Widiastuti, E. R., & Kurniasih, M. D. (2021). Pengaruh model problem based learning berbantuan software Cabri 3D V2 terhadap kemampuan literasi numerasi siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1687-1699.
- Zulfa, E., Setiadi, D., Merta, I. W., & Sukarso, A. A. (2022). Pengaruh pembelajaran problem based learning berbasis blended learning dan outcome based education terhadap kemampuan literasi Sains Biologi siswa di SMAN 7 Mataram. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), 559-564.