



Studi Kausal Komparatif: Pembelajaran IPA Menggunakan Model *Problem Based Learning* terhadap Literasi Lingkungan dan Komunikasi Sains Siswa SMK Inisial X Pekanbaru

Amelia Agustina^{1*}, Hadi Purwanto¹, Neng Sholihat¹

¹ Pendidikan IPA, Universitas Muhammadiyah Riau, Jl. Tuanku Tambusai RT. 03 RW. 02 Kelurahan Delima, Kec. Tampan, Kota Pekanbaru, Prov. Riau Indonesia 28156

^{2,3} Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Riau, Jl. Tuanku Tambusai RT. 03 RW. 02 Kelurahan Delima, Kec. Tampan, Kota Pekanbaru, Prov. Riau Indonesia 28156

*Penulis Korespondensi: agustinaamelia990@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze the influence of the Problem Based Learning (PBL) model in science education on students' environmental literacy and science communication skills at SMK Negeri 3 Pekanbaru, focusing on the topic of disaster mitigation. The research employed a causal comparative approach with a post-test only design, comparing two student groups: an experimental class using the PBL model and a control class using conventional teaching. The results revealed a significant difference in environmental literacy, with the experimental class achieving a higher average score (81.86) compared to the control class (62.05). This indicates that the PBL model is effective in enhancing students' understanding, awareness, and environmentally responsible behavior. The PBL approach encourages active student engagement and the application of knowledge to real-world scenarios, which is particularly beneficial in the context of environmental issues and disaster mitigation. By working through problems related to environmental challenges, students are likely to gain a deeper understanding of the topic, which fosters a sense of responsibility towards environmental sustainability. In terms of science communication, although the experimental class showed a higher average score (75.78) than the control class (72.92), the difference was not statistically significant. This may be due to a lack of intensive training in scientific discussions and presentations. While PBL encourages collaborative problem-solving and idea-sharing, students may still require more structured practice in presenting and communicating their findings clearly and persuasively. The integration of more structured activities focusing on science communication skills could further enhance the effectiveness of the PBL model. Overall, the PBL model demonstrates positive potential in improving both environmental literacy and science communication.*

Keywords: *environmental literacy, PBL, positive potentia, Problem Based Learning, science communication.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) dalam pendidikan sains terhadap literasi lingkungan dan keterampilan komunikasi sains siswa di SMK Negeri 3 Pekanbaru, dengan fokus pada topik mitigasi bencana. Penelitian ini menggunakan pendekatan komparatif kausal dengan desain post-test only, membandingkan dua kelompok siswa: kelas eksperimen menggunakan model PBL dan kelas kontrol menggunakan pengajaran konvensional. Hasilnya menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam literasi lingkungan, dengan kelas eksperimen mencapai skor rata-rata yang lebih tinggi (81,86) dibandingkan dengan kelas kontrol (62,05). Hal ini menunjukkan bahwa model PBL efektif dalam meningkatkan pemahaman, kesadaran, dan perilaku bertanggung jawab lingkungan siswa. Pendekatan PBL mendorong keterlibatan siswa aktif dan penerapan pengetahuan pada skenario dunia nyata, yang sangat bermanfaat dalam konteks isu lingkungan dan mitigasi bencana. Dengan mengatasi masalah yang terkait dengan tantangan lingkungan, siswa cenderung memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang topik tersebut, yang menumbuhkan rasa tanggung jawab terhadap keberlanjutan lingkungan. Dalam hal komunikasi sains, meskipun kelas eksperimen menunjukkan skor rata-rata yang lebih tinggi (75,78) dibandingkan kelas kontrol (72,92), perbedaannya tidak signifikan secara statistik. Hal ini mungkin disebabkan oleh kurangnya pelatihan intensif dalam diskusi dan presentasi ilmiah. Meskipun PBL mendorong pemecahan masalah dan berbagi ide secara kolaboratif, siswa mungkin masih memerlukan latihan yang lebih terstruktur dalam menyajikan dan mengomunikasikan temuan mereka secara jelas dan persuasif. Integrasi kegiatan yang lebih terstruktur dengan berfokus pada keterampilan komunikasi sains dapat semakin meningkatkan efektivitas model PBL. Secara keseluruhan, model PBL menunjukkan potensi positif dalam meningkatkan literasi lingkungan dan komunikasi sains.

Kata kunci: komunikasi sains, literasi lingkungan, PBL, potensi positif, Problem based learning

1. LATAR BELAKANG

Pendidikan memiliki peranan penting dalam membentuk karakter generasi muda, termasuk kepedulian terhadap lingkungan (Beno et al., 2022). Dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), peserta didik tidak hanya dituntut menguasai konsep, tetapi juga memiliki literasi lingkungan dan kemampuan komunikasi sains. Tantangan global seperti perubahan iklim dan meningkatnya risiko bencana alam menuntut sistem pendidikan untuk melahirkan generasi yang kritis, peduli, dan mampu mengkomunikasikan solusi ilmiah. Indonesia, sebagai negara rawan bencana, membutuhkan integrasi pendidikan kebencanaan dalam pembelajaran untuk meningkatkan kesadaran, kesiapsiagaan, dan ketangguhan masyarakat sejak dini (Fitriana, 2024).

Salah satu model pembelajaran yang berpotensi mengakomodasi kebutuhan tersebut merupakan model *Problem Based Learning* (PBL). Model ini menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam memecahkan masalah nyata, mendorong berpikir kritis, kolaborasi, serta penyampaian gagasan berbasis data. Selain meningkatkan pemahaman konsep, PBL juga memberi ruang bagi pengembangan komunikasi sains melalui diskusi dan presentasi (Corebima et al., 2020). Namun, pengamatan awal di SMK Negeri 3 Pekanbaru menunjukkan bahwa meskipun PBL sudah pernah diterapkan, belum ada evaluasi sistematis mengenai pengaruhnya terhadap literasi lingkungan dan komunikasi sains, sementara kemampuan komunikasi sains siswa dinilai masih rendah.

Literasi lingkungan yang mencakup pengetahuan, sikap, dan perilaku pro-lingkungan, sedangkan komunikasi sains berkaitan dengan kemampuan menyampaikan gagasan ilmiah secara lisan dan tulisan (Siddiq et al., 2020). Kedua kompetensi ini saling melengkapi literasi lingkungan sebagai dasar pemahaman dan sikap, komunikasi sains sebagai sarana penyampaian ide dan solusi (N. R. Pertiwi et al., 2023). Meskipun banyak penelitian mengkaji pengaruh PBL terhadap salah satu dari dua kompetensi ini, kajian yang mengintegrasikan keduanya, khususnya pada konteks pembelajaran IPA di SMK dengan materi mitigasi bencana alam, masih terbatas.

Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, studi ini dirancang untuk menjawab pertanyaan: (1) Apakah terdapat perbedaan literasi lingkungan antara siswa yang mengikuti pembelajaran IPA menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional di SMK Negeri 3 Pekanbaru? Dan (2) Apakah terdapat perbedaan kemampuan komunikasi sains antara siswa kedua kelompok tersebut? Pertanyaan

ini diajukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif terkait efektifitas PBL pada konteks pendidikan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penerapan model PBL terhadap literasi lingkungan dan komunikasi sains siswa pada materi mitigasi bencana alam, serta mendeskripsikan profil kedua kompetensi tersebut setelah penerapan PBL. Pendekatan kausal komparatif dengan desain *post-test only* digunakan untuk membandingkan hasil antara kelas eksperimen (PBL) dan kelas kontrol (konvensional).

Penelitian ini memiliki kontribusi teoritis dan praktis. Secara teoritis, hasil penelitian memperkaya kajian efektivitas PBL dengan mengintegrasikan dua variabel keterampilan abad 21 yang saling terkait. Secara praktis, temuan ini dapat menjadi rujukan bagi pendidik dalam merancang pembelajaran IPA yang relevan dengan isu lingkungan sekaligus mendorong keterampilan komunikasi ilmiah. Selain itu, penelitian ini memberikan masukan bagi pengambil kebijakan pendidikan untuk mengoptimalkan penerapan PBL pada kurikulum, khususnya pada materi kebencanaan yang kontekstual di Indonesia.

Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat menjadi dasar untuk merancang strategi pembelajaran baru yang tidak hanya fokus pada peningkatan pengetahuan akademis, tetapi juga membentuk karakter dan keterampilan esensial para siswa di abad ke-21, terutama dalam menghadapi tantangan terkait lingkungan dan bencana alam.

2. KAJIAN TEORITIS

Model *Problem Based Learning* (PBL) adalah model yang berfokus pada berbagai isu yang membutuhkan penelitian yang bersifat nyata, yaitu penelitian yang melibatkan penyelesaian masalah yang sesungguhnya. Dengan menangani masalah yang benar-benar ada, siswa dapat memahami konsep dengan lebih baik ketimbang sekedar menghafal (Lendeon & Poluakan, 2022). *Problem Based Learning* adalah pendekatan yang ditujukan agar siswa belajar melalui berbagai isu nyata yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari, yang dihubungkan dengan pengetahuan yang sedang mereka pelajari (Husodo, 2022). Proses pembelajaran ini menghadirkan suatu masalah di mana siswa dihadapkan pada tantangan yang mendorong mereka untuk belajar dan bekerja sama dalam kelompok untuk menemukan solusi, sehingga menciptakan interaksi antara rangsangan dan respons (Ardianti et al., 2021).

Literasi lingkungan merupakan kemampuan siswa dalam memahami isu lingkungan, mengambil tindakan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan, dan memiliki kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan (Khoirunnisa et al., 2023). Adapun indikator literasi

lingkungan yang penulis kembangkan yaitu menurut Hariyadi et al., diantaranya: Pengetahuan Lingkungan, kemampuan kognitif, sikap peduli lingkungan dan Perilaku pro-lingkungan.

Komunikasi sains merupakan kemampuan siswa dalam menyampaikan informasi ilmiah terkait pencemaran lingkungan secara jelas, logis, dan menggunakan bahasa yang tepat (F. D. S. Pertiwi & Hidayat, 2024). Terdapat beberapa indikator komunikasi sains yaitu: kemampuan siswa dalam menyusun laporan tertulis yang baik, kemampuan siswa dalam mempersentasikan hasil penelitian secara lisan, dan kemampuan siswa dalam berdiskusi dan beragumen secara ilmiah (Wahyudin et al., 2023).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian kausal komparatif (*causal-comparative research*). Desain yang diterapkan adalah post-test only control group design untuk membandingkan hasil belajar antara dua kelompok siswa, yaitu kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran IPA menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) dan kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive sampling* pada kelas X SMK Negeri 3 Pekanbaru tahun ajaran 2024/2025, dengan kriteria telah mendapatkan materi mitigasi bencana alam sesuai kurikulum dan memiliki jumlah siswa yang relatif seimbang di kedua kelas.

Objek penelitian meliputi dua variabel dependen, yaitu literasi lingkungan dan komunikasi sains siswa. Data literasi lingkungan dikumpulkan melalui tes pilihan ganda beralasan yang disusun berdasarkan indikator kemampuan kognitif, sikap peduli lingkungan, dan perilaku pro-lingkungan. Sementara itu, data komunikasi sains diperoleh melalui angket respon siswa berbasis skala likert, mencakup indikator komunikasi lisan, tertulis, dan keterampilan mendengarkan. Sebelum digunakan, instrumen penelitian telah divalidasi oleh ahli.

Teknik analisis data diawali dengan uji prasyarat, meliputi uji normalitas (Shapiro-wilk) dan uji homogenitas (Levene's Test). Selanjutnya, perbedaan rata-rata antar kelompok dianalisis menggunakan uji Mann-Whitney U Test karena data tidak seluruhnya berdistribusi normal. Analisis dilakukan untuk menentukan signifikansi perbedaan literasi lingkungan dan komunikasi sains antara kelas PBL dan kelas konvensional, dengan tingkat signifikansi 0,05.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 3 Pekanbaru pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan penggunaan model

pembelajaran *problem based learning* (PBL) terhadap literasi lingkungan dan komunikasi sains siswa dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Penelitian ini menggunakan desain kausal komparatif, dengan dua kelas yang dibandingkan yaitu kelas yang menggunakan model PBL dan kelas yang menggunakan pendekatan konvensional. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan model *problem based learning* yang menekankan pemecahan masalah kontekstual yang berkaitan dengan isu-isu lingkungan. Sementara itu, kelas kontrol mendapatkan pembelajaran konvensional tanpa model khusus.

a) Literasi Lingkungan

Untuk mengukur literasi lingkungan siswa, peneliti memberikan *posttest* yang terdiri dari 20 soal objektif beralasan. Tes ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan siswa terhadap isu-isu lingkungan setelah mengikuti pembelajaran IPA.

Tabel 1. Data Hasil Tes Literasi Lingkungan

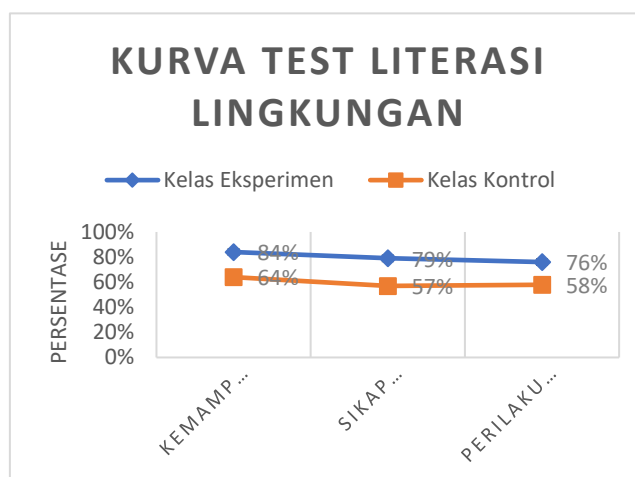
Data Statistik	Kelas	
	eksperimen	kontrol
Nilai tertinggi	98	91
Nilai terendah	43	34
Mean	81,86	62,05
N	33	36

Berikut ini merupakan tabel dari hasil *posttest* literasi lingkungan kelas yang menggunakan model PBL dan kelas yang menggunakan pendekatan konvensional, dilihat dari indikator literasi lingkungan menurut Igbokwe.

Tabel 2. Hasil Tes Literasi Lingkungan Siswa Sesuai Indikator

Indikator	Kelas Eksperimen			Kelas Kontrol		
	Jumlah skor per Indikator	Skor max	%	Jumlah skor per Indikator	Skor max	%
Kemampuan Kognitif	1442	1716	84%	1205	1872	64%
Sikap Peduli Lingkungan	416	528	79%	329	576	57%
Perilaku Pro-Lingkungan	303	396	76%	253	432	58%

Dari tabel diatas dapat dilihat persentase posttest kelas eksperimen pada indikator kemampuan kognitif senilai 84%, sikap peduli lingkungan senilai 79%, dan perilaku pro-lingkungan senilai 76%. Sedangkan persentase posttest kelas kontrol pada indikator kemampuan kognitif senilai 64%, sikap peduli lingkungan senilai 57%, dan perilaku pro-lingkungan senilai 58%.



Gambar 1. Kurva Test Literasi Lingkungan

b) Komunikasi Sains

Untuk mengukur komunikasi sains siswa, peneliti menggunakan angket *skala likert* dengan 4 kategori (Selalu, Sering, Kadang-kadang, Tidak Pernah). Angket ini terdiri dari beberapa indikator komunikasi sains menurut Kulgemeyer & Seheeker, yakni *cognitive categories* (kategori kognitif), *content knowledge* (kadar pengetahuan), dan *volitional change* (kategori kemauan).

Tabel 3. Data Hasil Angket Komunikasi Sains

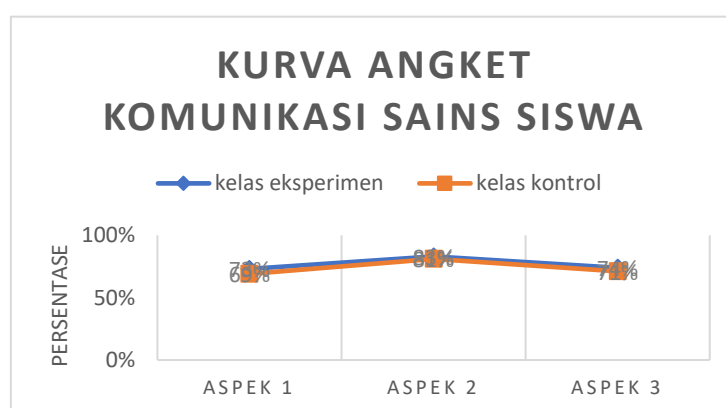
Data Statistik	Kelas	
	Eksperimen	Kontrol
Nilai tertinggi	109	107
Nilai terendah	75	70
Mean	75,78	72,92
N	33	36

Berikut ini merupakan tabel dari hasil angket respon siswa menggunakan model PBL dan kelas yang menggunakan pendekatan konvensional, dilihat dari aspek yang diukur.

Tabel 4. Hasil Angket Respon Siswa Sesuai Aspek yang Diukur

Aspek yang diukur	Kelas Eksperimen			Kelas Kontrol		
	Jumlah skor per aspek	Skor max	%	Jumlah skor per aspek	Skor max	%
Komunikasi sains siswa sesuai indikator	1441	1980	73%	1503	2160	69%
Penerapan model pembelajaran oleh guru	874	1056	83%	931	1152	81%
Pengaruh model pembelajaran terhadap komunikasi sains siswa	686	924	74%	716	1008	71%

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa hasil angket respon siswa pada kelas eksperimen aspek pertama mendapatkan jumlah 73%, aspek kedua 83%, dan aspek ketiga 74%. Sedangkan pada kelas kontrol aspek pertama mendapatkan jumlah 69%, aspek kedua 81 %, dan aspek ketiga berjumlah 71%.

**Gambar 2. Kurva Angket Komunikasi Sains Siswa**

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahap uji statistik. Pertama, dilakukan uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk karena jumlah sampel di setiap kelompok kurang dari 50 siswa. Hasilnya menunjukkan bahwa data literasi lingkungan

pada kelas eksperimen tidak berdistribusi normal ($\text{sig}=0,004$), sedangkan kelas kontrol berdistribusi normal ($\text{sig}=0,652$). Data komunikasi sains pada kelas eksperimen juga tidak berdistribusi normal ($\text{sig}=0,039$), sementara kelas kontrol berdistribusi normal ($\text{sig}=0,688$). Kondisi ini membuat analisis selanjutnya menggunakan uji nonparametrik.

Kedua, dilakukan uji homogenitas varians dengan Levene's Test untuk memastikan kesamaan varians antar kelompok. Hasil pengujian menunjukkan bahwa baik variabel literasi lingkungan ($\text{sig}=0,472$) maupun komunikasi sains ($\text{sig}=0,267$) memiliki varians yang homogen.

Ketiga, pengujian hipotesis dilakukan dengan uji Mann-Whitney U Test karena data tidak memenuhi asumsi normalitas. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada literasi lingkungan antara kelas eksperimen dan kontrol ($p=0,000$), sedangkan pada komunikasi sains tidak ditemukan perbedaan yang signifikan ($\text{sig}=0,313$). Temuan ini menjawab tujuan penelitian bahwa Problem Based Learning berpengaruh terhadap literasi lingkungan, namun belum menunjukkan pengaruh signifikan terhadap komunikasi sains.

Perbedaan Literasi Lingkungan antara siswa yang mengikuti Pembelajaran Menggunakan Model Problem Based Learning dengan Siswa yang Mengikuti Pembelajaran Konvensional

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) memberikan peningkatan signifikan pada literasi lingkungan siswa, sebagaimana dibuktikan oleh uji Mann-Whitney U dengan nilai signifikansi 0,000. Rata-rata capaian kelas eksperimen pada indikator kognitif, sikap peduli lingkungan, dan perilaku pro-lingkungan berada pada kategori baik hingga cukup baik, serta melampaui kelas kontrol yang cenderung berada pada kategori kurang baik. Siswa di kelas eksperimen menunjukkan penguasaan konsep mitigasi bencana, kemampuan analisis penyebab dan dampak, serta keterampilan merancang solusi yang lebih baik, didukung oleh keterlibatan aktif dalam diskusi dan pemecahan masalah. Meski demikian, ditemukan variasi yang cukup lebar antara nilai tertinggi (98) dan terendah (43), yang mengindikasikan adanya perbedaan tingkat partisipasi, motivasi, dan pengetahuan awal. Temuan ini menegaskan pentingnya strategi pembelajaran diferensiatif untuk memastikan semua siswa memperoleh manfaat optimal dari PBL.

Secara teoretis, peningkatan literasi lingkungan ini dapat dijelaskan melalui tiga landasan utama. Pertama, teori konstruktivisme yang menekankan pembentukan pengetahuan melalui pengalaman aktif, seperti eksplorasi isu mitigasi bencana dalam PBL. Kedua, *transformative learning* yang mendorong refleksi kritis dan perubahan perspektif, terlihat dari meningkatnya

kesadaran siswa terhadap dampak bencana dan pentingnya menjaga lingkungan. Ketiga, teori humanistik yang memprioritaskan pemenuhan kebutuhan psikologis dan kebebasan berekspresi, tercermin dari kesempatan siswa untuk menyusun solusi dan mempresentasikan hasil kerja mereka secara kreatif. Sinergi ketiga perspektif ini menjelaskan mengapa PBL tidak hanya memperkaya pengetahuan, tetapi juga membentuk sikap dan perilaku pro-lingkungan secara mendalam.

Perbedaan Komunikasi Sains antara siswa yang mengikuti Pembelajaran Menggunakan Model Problem Based Learning dengan Siswa yang Mengikuti Pembelajaran Konvensional

Hasil uji Mann–Whitney U menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara kemampuan komunikasi sains siswa pada kelas eksperimen dan kontrol ($p = 0,312 > 0,05$). Namun, data deskriptif dari angket memperlihatkan adanya tren positif pada kelas eksperimen dengan rata-rata skor 75,78, sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 72,92. Peningkatan ini terlihat pada tiga aspek yang diukur, yaitu kemampuan komunikasi sains sesuai indikator, penerapan model pembelajaran oleh guru, dan persepsi pengaruh model terhadap kemampuan komunikasi sains. Pada ketiga aspek ini, persentase capaian kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kontrol, menunjukkan bahwa meskipun belum signifikan secara statistik, model *Problem Based Learning* (PBL) memberikan pengaruh positif pada pengembangan komunikasi sains. Faktor pembeda ini diduga berasal dari sintaks PBL yang mendorong kolaborasi, diskusi, dan presentasi hasil, sehingga siswa memiliki lebih banyak kesempatan untuk melatih keterampilan komunikasi ilmiah.

Dari perspektif teori, tren positif ini dapat dijelaskan melalui teori belajar sosial Albert Bandura, di mana pembelajaran terjadi melalui pengamatan, imitasi, dan *modeling*. Dalam PBL, siswa mengamati rekan kelompoknya, meniru strategi komunikasi yang efektif, dan mempraktikkannya dalam diskusi atau presentasi. Selain itu, teori konstruktivisme juga relevan karena komunikasi sains merupakan bagian dari proses aktif membangun pengetahuan. Saat siswa mengkomunikasikan ide ilmiah, mereka merekonstruksi makna berdasarkan pemahaman sendiri, lalu memperdalamnya melalui dialog kelompok. Meskipun hasil penelitian ini belum signifikan secara statistik, implementasi PBL yang konsisten dan berjangka panjang berpotensi menghasilkan peningkatan komunikasi sains yang lebih jelas, terutama jika dipadukan dengan strategi pendukung seperti latihan presentasi terstruktur dan refleksi pascadiskusi.

Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap Literasi Lingkungan dan Komunikasi Sains

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Problem Based Learning* (PBL) memberikan pengaruh signifikan terhadap literasi lingkungan, dengan rata-rata nilai posttest kelas eksperimen (81,86) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (62,05), mengindikasikan keberhasilan PBL dalam membangun pemahaman konsep, sikap peduli, dan perilaku pro-lingkungan sesuai teori konstruktivisme, *transformative learning*, dan humanistik. Sebaliknya, pada komunikasi sains, meskipun rata-rata nilai kelas eksperimen lebih tinggi, perbedaan tidak signifikan ($p = 0,312$), yang menunjukkan bahwa pengembangan keterampilan ini membutuhkan waktu lebih lama, latihan berulang, dan pembiasaan dalam situasi beragam, sebagaimana dijelaskan dalam teori belajar sosial Bandura. Keterbatasan durasi penerapan PBL menjadi faktor penghambat optimalisasi keterampilan komunikasi, sejalan dengan temuan penelitian terdahulu yang menekankan perlunya implementasi berkelanjutan. Secara keseluruhan, PBL efektif untuk meningkatkan literasi lingkungan dan memiliki potensi dalam mengembangkan komunikasi sains jika dilaksanakan secara terstruktur, intensif, dan berkesinambungan dalam lingkungan belajar kolaboratif.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* (PBL) secara signifikan meningkatkan literasi lingkungan siswa SMK, dibuktikan dengan rata-rata nilai posttest kelas eksperimen sebesar 81,86 yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 62,05, serta hasil uji Mann–Whitney U dengan signifikansi 0,000. PBL efektif membangun pemahaman konsep, sikap peduli, dan perilaku pro-lingkungan melalui pemecahan masalah yang kontekstual dan reflektif. Namun, pada kemampuan komunikasi sains, meskipun terdapat peningkatan rata-rata skor di kelas eksperimen (75,78) dibanding kontrol (72,92), hasil uji Mann–Whitney U menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan ($p = 0,312$), yang mengindikasikan bahwa pengembangan keterampilan ini memerlukan waktu implementasi lebih lama serta adaptasi yang lebih baik terhadap metode pembelajaran baru. Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar guru menerapkan *Problem Based Learning* (PBL) secara lebih luas dalam pembelajaran IPA, khususnya pada materi terkait isu lingkungan, dengan memperkuat kegiatan refleksi, presentasi, dan diskusi ilmiah untuk mengoptimalkan komunikasi sains siswa. Sekolah diharapkan memfasilitasi penerapan PBL melalui penyediaan waktu, perangkat multimedia, ruang diskusi, dan pelatihan guru, serta mengadakan kegiatan pendukung seperti lomba presentasi ilmiah atau forum diskusi

lingkungan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan desain *pretest–posttest*, memperluas sampel ke beberapa sekolah dengan latar belakang siswa berbeda, serta menganalisis hubungan antar variabel seperti literasi lingkungan dan komunikasi sains menggunakan uji korelasi atau regresi.

DAFTAR REFERENSI

- Andriani, A., & Surya, S. (2023). Implementasi model pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5(2), 112-119. <https://doi.org/10.31814/jpsi.v5i2.3768>
- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). Problem-based learning: Apa dan bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1), 27-35. <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/Diffraction>
<https://doi.org/10.37058/diffraction.v3i1.4416>
- Arisanti, L., & Darmawan, H. (2023). Penerapan model problem based learning pada materi perubahan iklim untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa. *Jurnal Pendidikan Lingkungan*, 7(1), 33-41. <https://doi.org/10.29403/jpl.v7i1.2019>
- Beno, J., Silen, A., & Yanti, M. (2022). Pengertian pendidikan, sistem pendidikan sekolah luar biasa, dan jenis-jenis sekolah luar biasa. *Braz Dent J.*, 33(1), 1-12.
- Chandra, A., & Taufik, A. (2021). Penerapan pendekatan pembelajaran berbasis masalah pada materi mitigasi bencana. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 13(3), 245-258. <https://doi.org/10.31210/jpp.v13i3.1006>
- Corebima, M. A., Garak, S. S., & Samo, D. D. (2020). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VII SMP Kuantan Singingi. *RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 56-65. <https://doi.org/10.32938/jpm.v2i1.569>
- Dwi, F., & Husna, H. (2022). Model problem based learning dalam pengembangan keterampilan komunikasi sains di sekolah menengah. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 9(2), 132-139. <https://doi.org/10.33472/jipp.v9i2.1228>
- Fadhillah, I. (2024). Peran problem based learning dalam pembelajaran mitigasi bencana pada siswa. *Jurnal Pendidikan Sosial*, 6(1), 55-63.
- Farihin, M., & Irwansyah, S. (2023). Penerapan PBL untuk meningkatkan kesadaran lingkungan siswa melalui pembelajaran berbasis proyek. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(4), 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.jpdb.v5i4.116>
- Fitriana, A. S. (2024). Implementasi pendidikan tentang perubahan iklim dan mitigasi lingkungan. *JSE: Journal Sains and Education*, 2(1), 26-32.
- Ginting, A., & Syarifuddin, M. (2022). Pengaruh pendekatan problem based learning terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran ekologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 67-75.

- Hakim, A., & Aziz, F. (2022). Pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang mitigasi bencana. *Jurnal Pendidikan Sains*, 5(3), 215-222. <https://doi.org/10.33534/jps.v5i3.1589>
- Husodo, S. P. (2022). Penggunaan metode problem based learning dalam meningkatkan hasil belajar siswa kelas III SDN Tamanwinangun. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Profesi Guru FKIP Universitas Ahmad Dahlan*, 1(1), 870.
- Iskandar, F. R., & Arifin, M. (2021). Meningkatkan literasi lingkungan siswa dengan model problem based learning. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 6(2), 190-199.
- Khoirunnisa, D., Yusal, Y., & Wulandari, R. W. (2023). Literasi lingkungan siswa SMP: Pengetahuan ekologi, keterampilan kognitif, sikap peduli lingkungan, dan perilaku tanggung jawab. *Jurnal Guru Membangun*, 42(2), 53-58.
- Kurniawan, T., & Hidayat, S. (2023). Pengaruh model PBL terhadap literasi sains siswa SMP pada materi perubahan iklim. *Jurnal Pendidikan Sains Terapan*, 4(2), 48-56. <https://doi.org/10.21798/jpst.v4i2.1085>
- Lendeon, G. R., & Poluakan, C. (2022). Pengaruh model problem based learning (PBL) terhadap kemampuan literasi sains siswa. *SCIENING: Science Learning Journal*, 3(1), 14-21. <https://doi.org/10.53682/slj.v3i1.1076>
- Lestari, F. S., & Wahyudi, I. (2022). Pemanfaatan problem based learning dalam pengajaran mitigasi bencana untuk meningkatkan kepedulian lingkungan. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 11(3), 35-41.
- Mardiansyah, M., & Hasanah, H. (2021). Implementasi model PBL dalam pembelajaran lingkungan hidup di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Alam*, 3(2), 88-96. <https://doi.org/10.31202/jpal.v3i2.514>
- Nurhasanah, A., & Suryanto, I. (2023). Penggunaan model pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan komunikasi sains pada siswa kelas IX SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 9(1), 27-35. <https://doi.org/10.21831/jpms.v9i1.874>
- Pertiwi, F. D. S., & Hidayat, T. (2024). Meningkatkan pembelajaran penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan komunikasi sains mahasiswa, 3(2018), 38-47. <https://doi.org/10.56916/pjmsr.v3i1.708>
- Pertiwi, N. R., Sabila, H. N., & Sintawati, A. (2023). Implementasi model pembelajaran problem based learning terhadap keterampilan kolaboratif dan komunikasi sains pada materi sistem ekskresi di kelas VIII B SMP Negeri 1 Ciamis. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 47. <https://doi.org/10.25157/jpb.v11i1.10168>
- Pertiwi, S. L., & Anggraeni, D. (2023). Analisis penerapan model PBL terhadap kemampuan komunikasi sains siswa pada materi bencana alam. *Jurnal Pendidikan Geografi dan Ilmu Sosial*, 7(2), 59-67.
- Putra, R. H., & Widodo, P. (2022). Pengaruh problem based learning terhadap pemahaman mitigasi bencana di sekolah menengah. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains*, 4(3), 215-223. <https://doi.org/10.29408/jpp.v4i3.1745>

Siddiq, M. N., Supriatno, B., & Saefudin, S. (2020). Pengaruh penerapan problem based learning terhadap literasi lingkungan siswa SMP pada materi pencemaran lingkungan. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 3(1), 18-24. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v3i1.23369>

Wahyudin, S. N. A., Windyariani, S., & Juhanda, A. (2023). Komunikasi sains peserta didik melalui pembelajaran argument driven inquiry berbantuan argument mapping pada konsep pencemaran lingkungan. *Oryza (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 12(2), 120-128. <https://doi.org/10.33627/oz.v2i2.1203>