



# Profil Keterampilan Komunikasi Ilmiah Dengan Model Problem Based learning Pada Materi Energi Terbarukan

Jumirta Agustina<sup>1\*</sup>, Hadma Yuliani<sup>2</sup>, Suhartono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Tadris Fisika, FTIK, UIN Palangka Raya, Indonesia

Received: 30 May 2025

Revised: 20 August 2025

Accepted: 29 August 2025

Corresponding Author:

Jumirta Agustina

[jumirta.agustina2111130047@iain-palangkaraya.ac.id](mailto:jumirta.agustina2111130047@iain-palangkaraya.ac.id)

© 2025 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v9i2.30560>

**Abstract:** Twenty-first century learning requires students to possess scientific communication skills as an essential ability to understand and convey scientific concepts. However, these skills are still relatively low, so an appropriate learning model is needed. The purpose of this study was to examine the effect of implementing the Problem Based Learning (PBL) model on renewable energy content toward students' scientific communication skills. This research employed a pre-experimental method with a one group pretest-posttest design involving 33 tenth-grade students at SMAN 5 Palangka Raya. The instruments used were essay questions and assessment rubrics, and the data were analyzed descriptively and with N-Gain. The results indicated an increase in the average score from 45.55 to 66.27 with an N-Gain value of 0.37, categorized as moderate. Although some indicators showed only slight improvement, overall the conclusion is that the PBL model is effective in enhancing students' scientific communication skills on renewable energy material.

**Keywords:** Scientific communication skills; Problem Based Learning; Renewable Energy.

## Pendahuluan

Salah satu bakat terpenting abad ke-21 yang harus dikembangkan selama proses pendidikan adalah keterampilan komunikasi ilmiah (Ana & Alfiani, 2024). Keterampilan ini mencakup kemampuan untuk menulis laporan ilmiah, menjelaskan hasil observasi, mengomunikasikan konsep secara sistematis, dan menyajikan temuan dengan cara yang logis dan objektif. Keterampilan komunikasi ilmiah sangat penting untuk mendorong pemahaman yang mendalam tentang ide-ide dan penerapannya dalam konteks pendidikan sains (Habibi et al., 2024).

Berdasarkan hasil observasi awal di salah satu kelas X SMAN 5 Palangkaraya, keterampilan komunikasi ilmiah siswa masih tergolong rendah. Hal ini terlihat dari kemampuan siswa yang masih terbatas dalam mengemukakan pendapat secara logis, menyusun laporan ilmiah yang sistematis, dan menyajikan hasil diskusi kelompok secara runtut.

Rendahnya keterampilan ini berdampak pada kurang berkembangnya daya nalar ilmiah dan kesulitan siswa dalam memahami konsep sains secara mendalam. Jika kondisi ini terus berlanjut, maka kemampuan siswa untuk beradaptasi dengan tuntutan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan pemecahan masalah global, akan semakin terhambat.

Materi energi terbarukan adalah salah satu subjek sains dengan potensi terbesar untuk mengembangkan kemampuan ini. Selain pengetahuan konseptual, materi energi terbarukan memerlukan pemeriksaan yang ketat terhadap masalah teknologi, sosial, dan lingkungan. Untuk memotivasi siswa agar menganalisis dan berargumen secara ilmiah berdasarkan fakta dan argumen logis, sangat penting bahwa keterampilan komunikasi ilmiah dikembangkan dalam subjek ini. Selain menjadi topik ilmiah yang signifikan, materi energi terbarukan memiliki dampak langsung terhadap

## How to Cite:

Agustina, J., Yuliani, H., & Suhartono, S. (2025). Profil Keterampilan Komunikasi Ilmiah Dengan Model Problem Based learning Pada Materi Energi Terbarukan. *Kappa Journal*, 9(2), 246-251. <https://doi.org/10.29408/kpj.v9i2.30560>

keberlanjutan dan masalah lingkungan (Amelia & Chusni, 2024).

Tantangan global termasuk krisis energi, pemanasan global, dan kebutuhan mendesak untuk memproduksi teknologi ramah lingkungan semuanya sangat terkait dengan bahan energi terbarukan (Sertiartiti & Al-Hasibi, 2024). Topik ini memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai objek studi dalam proses pembelajaran berbasis penyelidikan dan pemecahan masalah karena kompleksitas dan relevansinya. Oleh karena itu, pembelajaran energi terbarukan dapat sangat diuntungkan dari penerapan model Problem-Based Learning (PBL).

Kerumitan dan pentingnya topik ini menjadikannya kandidat yang fantastis untuk digunakan sebagai objek studi dalam proses pembelajaran berbasis masalah. Oleh karena itu, pendekatan Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) dapat diterapkan dalam pembelajaran tentang energi terbarukan.

PBL memungkinkan siswa untuk secara aktif menyelidiki masalah nyata, membangun argumen berdasarkan fakta, dan merumuskan solusi orisinal untuk tantangan yang dihadapi, selain memungkinkan mereka memahami konsep dengan cara yang lebih kontekstual (Muhartini et al., 2023). Siswa didorong untuk menyelidiki, mengevaluasi, dan mempresentasikan solusi untuk tantangan yang dihadapi menggunakan metodologi PBL dunia nyata ini (Aprina et al., 2024). Ketika siswa berpartisipasi dalam diskusi kelompok, menulis laporan, dan menjelaskan hasil pemecahan masalah mereka, proses ini secara tidak langsung mengembangkan keterampilan komunikasi ilmiah (Muamala & Wulandari, 2024).

Menurut sejumlah studi, PBL dapat meningkatkan sejumlah kemampuan abad ke-21, seperti komunikasi ilmiah (Ripai & Sutarna, 2019), pemecahan masalah (Harjono et al., 2024; Pramudita et al., 2024), berpikir kritis (Fartina et al., 2024; Luvia Raggi et al., 2021; Sapiruddin et al., 2024) dan keterampilan proses ilmiah (Vanessa & Yolanda, 2025). Selain itu, telah terbukti bahwa PBL membantu meningkatkan hasil belajar siswa secara keseluruhan (Jumirta et al., 2024; Khoirunisa et al., 2020; Kholisho et al., 2024; Riyanti et al., 2023). Model PBL juga membantu meningkatkan kemandirian belajar siswa (Kumalasari et al., 2024). Sebagai hasilnya, integrasi PBL dalam pendidikan energi terbarukan tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tentang materi ilmiah tetapi juga secara strategis membentuk keterampilan kritis yang diperlukan untuk menghadapi masalah global di masa depan.

Sejalan dengan penelitian ini yang dilakukan oleh (Rahmayani & Asrizal, 2024), menunjukkan pengembangan e-modul berbasis PBL yang dapat diakses melalui smartphone pada materi energi terbarukan. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kreatif dan komunikasi ilmiah siswa. Menurut studi oleh (Rohman & Suhartini, 2024), kemampuan komunikasi ilmiah siswa berhasil ditingkatkan ketika paradigma Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) digunakan dalam kelas sains. Keterlibatan siswa dalam menyajikan hasil observasi, mengartikulasikan ide, dan secara rasional serta metodis menciptakan laporan ilmiah meningkat secara signifikan selama dua siklus aktivitas kelas.

Penerapan PBL dalam pendidikan sains memiliki sejumlah masalah, termasuk masalah kesiapan guru, batasan waktu, dan kurangnya sumber daya pengajaran kontekstual yang relevan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih terarah untuk menguji seberapa baik efektivitas Model PBL pada materi energi terbarukan terhadap perkembangan keterampilan komunikasi ilmiah siswa.

Dalam hal ini, tujuan dari penelitian ini adalah untuk secara menyeluruh memeriksa bagaimana paradigma Pembelajaran Berbasis Masalah dalam keterampilan komunikasi ilmiah siswa saat mereka belajar sains, terutama yang berkaitan dengan energi terbarukan. Penelitian ini diharapkan dapat secara teoritis dan praktis membantu dalam pengembangan paradigma pembelajaran baru yang mendorong pertumbuhan kemampuan berpikir kritis dan komunikasi di samping meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi energi terbarukan.

## Metode

Penelitian ini menggunakan desain pra-eksperimental dengan satu kelompok pretest-posttest dan metodologi kuantitatif. Dengan desain ini, satu kelompok siswa menerima perlakuan tanpa kelompok kontrol. Tujuan utamanya adalah untuk memastikan apakah metodologi Problem Based Learning (PBL) telah meningkatkan kemampuan komunikasi ilmiah.

Penelitian ini menggunakan teknik kuantitatif dan desain pra-eksperimen dengan satu kelompok pretest-posttest. Dengan pendekatan ini, tidak ada kelompok kontrol; sebaliknya, satu kelompok siswa menerima perlakuan. Tujuannya untuk menentukan apakah pendekatan Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) dapat meningkatkan kemampuan komunikasi ilmiah.

Subjek penelitian ini terdiri dari 33 siswa kelas X-4 SMAN 5 Palangka Raya. Mereka dipilih berdasarkan kesesuaian kurikulum, ketersediaan guru, dan

persiapan kelas. Alat pengumpulan data terdiri dari penilaian esai dan rubrik untuk mengevaluasi kemampuan komunikasi ilmiah yang mencakup lima indikator: mampu mengurutkan dan menjelaskan hasil laporan berupa grafik/tabel secara tertulis, mampu mendeskripsikan hasil pengamatan secara verbal, mampu mendiskusikan hasil pengamatan, mampu mendeskripsikan data dalam bentuk grafik, tabel, atau diagram, dan mampu dalam membuat Kesimpulan.

Selanjutnya, menggunakan Model PBL, lakukan penilaian terhadap dampak keterampilan komunikasi ilmiah baik sebelum (pretest) maupun sesudah (posttest). *IBM SPSS Statistics 27* digunakan untuk analisis statistik data pretest dan posttest. Selain itu, skor N-Gain dihitung untuk menentukan tingkat peningkatan kemampuan komunikasi ilmiah setelah penerapan paradigma PBL. Berikut adalah rumus untuk N-gain yang digunakan:

$$N\ Gain = \frac{S_{posttest} - S_{pretest}}{S_{maksimal} - S_{pretest}} \quad (1)$$

Tabel 1. Kriteria N-gain

N-gain	Kriteria
$0,0 \leq n < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq n < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq n \leq 1,00$	Tinggi

(Karinaningsih, 2010)

## Hasil dan Pembahasan

Untuk melakukan analisis statistik awal dari pretest dan posttest, nilai rata-rata, median, deviasi standar, varians, minimum, dan maksimum dihitung. Berikut ini adalah Tabel hasil dari pretest dan posttest keterampilan komunikasi ilmiah:

Tabel 2. Hasil Pretest dan Posttest Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Data statistik	Pretest	Posttest
Mean	45,55	66,27
Median	45,00	66,27
Standar deviasi	9,457	4,666
Varians	89,443	21,767
Minimum	30	59
maksimum	63	84

Tabel 3. Hasil Pretest dan Posttest Per Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Indikator Keterampilan Komunikasi Ilmiah	Pretest	Posttest	N-gain	Kategori
Mampu mengurutkan dan menjelaskan hasil laporan berupa grafik/tabel secara tertulis	45,89	59,52	0,25	Rendah
Mampu mendeskripsikan hasil pengamatan secara verbal	56,49	68,61	0,28	Rendah
Mampu mendiskusikan hasil pengamatan	46,97	81,31	0,65	Sedang
Mampu mendeskripsikan data dalam bentuk grafik, tabel, atau diagram	34,85	54,31	0,30	Sedang
Mampu dalam membuat kesimpulan	41,34	71,21	0,51	Sedang

Rata-rata, median, deviasi standar, varians, nilai minimum, dan maksimum adalah data statistik deskriptif didapatkan dari pretest dan posttest yang ditampilkan pada Tabel 2. Berdasarkan tabel, nilai median meningkat dari 45,00 menjadi 66,27, dan nilai rata-rata meningkat dari 45,55 pada pretest menjadi 66,27 pada posttest. Ini menunjukkan bahwa setelah pelaksanaan intervensi, skor peserta umumnya meningkat.

Kemudian, dalam posttest, deviasi standar turun dari 9,457 di pretest menjadi 4,666. Penurunan ini menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan pretest, skor posttest peserta kurang bervariasi dan lebih terkonsolidasi di sekitar rata-rata. Indikasi penurunan penyebaran skor ini didukung lebih lanjut oleh nilai varians, yang turun dari 89,443 menjadi 21,767.

Pada pretest skor minimum adalah 30 dan pada posttest meningkat menjadi 59. Pada saat yang sama skor maksimum yang mungkin meningkat dari 63 menjadi 84. Kinerja individu dengan pencapaian tertinggi maupun terendah meningkat, seperti yang terlihat dari kenaikan kedua batas skor. Sebagai hasilnya, data keseluruhan dari tabel menunjukkan peningkatan signifikan dalam skor tes beserta distribusi

skor yang lebih stabil setelah diterapkannya proses pembelajaran.

Nilai rata-rata 0,37 yang dikategorikan sebagai moderat diperoleh dengan menerapkan formula normalisasi N-Gain pada perhitungan peningkatan keterampilan komunikasi ilmiah. Meskipun dengan derajat yang bervariasi, semua peserta mengalami peningkatan dalam keterampilan komunikasi ilmiah mereka, seperti yang terlihat dari hasil N-Gain yang berkisar dari yang terendah yaitu 0,17 hingga yang tertinggi yaitu 0,56.

Berdasarkan tabel 2 di atas, menunjukkan setiap indikator keterampilan komunikasi ilmiah menunjukkan peningkatan, meskipun dengan peningkatan yang berbeda berdasarkan data pretest dan posttest dalam tabel 3. Dari skor pretest sebesar 45,89 hingga skor posttest sebesar 59,52, indikator "mampu mengurutkan dan menjelaskan hasil laporan dalam bentuk grafik/tabel secara tertulis" meningkat sebesar 0,25. Kategori peningkatan ini masih dianggap rendah, meskipun ada perbaikan.

Indikator "mampu mendeskripsikan hasil pengamatan secara lisan" juga menunjukkan pola yang serupa, meningkat sebesar 0,28 dari 56,49 menjadi 68,61, meskipun kategori peningkatan tetap pada level yang rendah. Dari skor pretest 46,97 menjadi skor posttest 81,31, indikator "mampu mendiskusikan hasil pengamatan" menunjukkan peningkatan terbesar, yaitu 0,65. Kapasitas peserta untuk mengkomunikasikan fakta ilmiah telah meningkat secara signifikan, seperti yang terlihat dari kenaikan ini, yang berada dalam rentang sedang.

Selain itu, indikator "mampu mendeskripsikan data dalam bentuk grafik, tabel, atau diagram" meningkat sebesar 0,30, dari 34,85 menjadi 54,31. Kemajuan ini dikategorikan dalam rentang sedang, yang berarti bahwa meskipun visualisasi data ilmiah telah membaik, itu masih belum optimal. Selain itu, indikator "mampu menarik kesimpulan" meningkat sebesar 0,51 dari nilai awal 41,34 menjadi 71,21, yang juga dikategorikan dalam rentang sedang. Ini menunjukkan bahwa para peserta mulai mampu membuat inferensi yang lebih tepat dari analisis data atau hasil pengamatan.

Variasi peningkatan dapat dilihat melalui analisis yang berdasarkan lima indikator keterampilan komunikasi ilmiah. Berdasarkan tabel 3 di atas, menunjukkan bahwa keterampilan komunikasi ilmiah peserta telah meningkat sebagai hasil dari inisiatif pembelajaran. Mayoritas menunjukkan peningkatan yang signifikan di kelompok moderat, menunjukkan kemajuan dalam mengembangkan kemampuan komunikasi ilmiah, meskipun masih ada beberapa tanda yang berada di area peningkatan rendah.

Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun siswa telah menunjukkan minat dalam proses diskusi dan analisis data, mereka masih perlu meningkatkan kemampuan mereka untuk mengkomunikasikan temuan observasi dengan cara yang terorganisir dan sistematis baik secara lisan maupun tulisan. Ini bisa jadi akibat dari pengalaman sebelumnya dalam menulis laporan ilmiah atau kurangnya penguasaan bahasa ilmiah.

Temuan didukung oleh penelitian (Maghfiroh et al., 2023) yang menemukan bahwa paradigma PBL dapat membantu anak-anak X-8 berkomunikasi lebih efektif tentang virus. Temuan ini sejalan dengan studi oleh (Maridi et al., 2019) yang menunjukkan bahwa model PBL dapat meningkatkan kemampuan komunikasi lisan siswa SMA kelas X sebesar 32,89% dan kemampuan komunikasi tulisan mereka sebesar 38,84%. Selain itu, penelitian oleh (Purwati & Darussyamsu, 2021) menunjukkan bahwa penggunaan paradigma PBL dapat meningkatkan keterampilan komunikasi siswa dengan mendorong mereka untuk berpartisipasi dalam kegiatan diskusi dan berbagi ide untuk pemecahan masalah.

Selain itu, studi yang dilakukan di SMP Negeri 1 Ciamis oleh (Sabila et al., 2023) menunjukkan bahwa model PBL dapat meningkatkan kemampuan komunikasi dan kerja sama sains siswa terkait dengan sistem ekskretoris. Penelitian yang dilakukan oleh (Saputro, 2020) menunjukkan integrasi sistematis PBL ke dalam proses pendidikan bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kerja tim, dan komunikasi ilmiah siswa, di antara keterampilan lainnya. Penelitian ini menyoroti bagaimana PBL memposisikan siswa sebagai pembelajar aktif yang menangani masalah dunia nyata, yang pada gilirannya secara organik melibatkan mereka dalam diskusi, investigasi, dan pelaporan hasil semuanya mendukung perkembangan keterampilan komunikasi ilmiah.

Dengan demikian, dalam kelas sains paradigma PBL telah efektif dalam meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah siswa. Dengan menggunakan paradigma ini, siswa didorong untuk secara aktif terlibat dalam proses pembelajaran, mengasah kemampuan berpikir kritis mereka, dan meningkatkan kemampuan mereka untuk menjelaskan data ilmiah secara sistematis. Meskipun menggunakan paradigma PBL telah berhasil dalam meningkatkan kemampuan keseluruhan siswa dalam komunikasi ilmiah, masih ada beberapa indikator yang memerlukan perhatian ekstra. Indikator peningkatan yang rendah menunjukkan perlunya metode pengajaran tambahan, seperti instruksi dalam interpretasi data dan presentasi lisan, untuk memaksimalkan pertumbuhan siswa sebagai komunikator ilmiah.

## Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa paradigma PBL telah efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi ilmiah siswa ketika mereka belajar tentang topik terkait energi terbarukan di kelas sains. Dengan menggunakan paradigma ini, siswa didorong untuk aktif terlibat dalam proses pembelajaran, mengasah kemampuan berpikir kritis mereka, dan meningkatkan kapasitas mereka untuk menjelaskan data ilmiah dengan cara yang sistematis. Meskipun paradigma PBL telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah umum siswa, masih ada beberapa tanda yang memerlukan perhatian lebih. Untuk memaksimalkan perkembangan siswa sebagai komunikator ilmiah, tanda-tanda peningkatan yang rendah menunjukkan perlunya strategi pengajaran tambahan, seperti pelatihan dalam interpretasi data dan presentasi lisan.

## Ucapan Terimakasih

Penulis artikel jurnal "Profil Keterampilan Komunikasi Ilmiah dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Materi Energi Terbarukan," ingin mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah membantu dalam penyusunannya.

## References

- Amelia, N., & Chusni, M. M. (2024). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran Fisika Pada Materi Energi Terbarukan. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 4(1), 248–252. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v4i1.1114>
- Ana, I. A. N., & Alfiani, S. (2024). Melatih Komunikasi Ilmiah Peserta Didik Melalui Inkuiri Terbimbing Berbantuan PhET Simulation dalam Pembelajaran IPA SMP Abad 21. *Seminar Nasional IPA XIV*, 487–499.
- Aprina, E. A., Fatmawati, E., & Suhardi, A. (2024). Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Muatan IPA Sekolah Dasar. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(1), 981–990.
- Fartina, Zahara, L., Wajdi, B., Wardi, Z., & Utami, Z. D. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Kappa Journal*, 8(3), 524–534. <https://doi.org/10.54314/jmn.v6i1.283>
- Habibi, Z., Syahidi, K., Wajdi, B., & Yusri, A. (2024). The Influence of Local Wisdom-Based Inquiry Models on Problem Solving Skills. *Indonesian Journal of Innovation in Education Research*, 1(1), 15–19.
- Harjono, I. P., Verawati, A. P., & Ardhuha, N. N. S. P. (2024). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik. *Kappa Journal*, 8(1), 6–11.
- Jumirta, A., Hadma yuliani, & Nastiti, L. R. (2024). Meta Analysis: Applicatin Of Problem based Learning Model Assisted By Physics Learning Media. *Jurnal Riset Fisika Edukasi Dan Sains*, 11(1), 65–78.
- Karinaningsih. (2010). *Studi Komparasi Pembelajaran TIK dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Numbered Heads Together Structure (NHTS) dan Model Pembelajaran AIR untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Khoirunisa, A., Rohmadi, M., & Yuliani, H. (2020). Penerapan Problem Based Learning Berbasis Numbered Heads Together: Dampak Hubungan Aktivitas Dengan Hasil Belajar. *Kappa Journal*, 4(2), 165–171. <https://doi.org/10.29408/kpj.v4i2.2118>
- Kholisho, K. N., Hr, Y. N., & Arianti, B. M. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis PBL untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika. *Kappa Journal*, 8(1), 154.
- Kumalasari, M. R., Yuliani, H., & Azizah, N. (2024). Pengaruh Google Sites Berbasis Problem Based Learning ( PBL ) Terhadap Kemandirian Belajar Siswa Pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(2), 145–152. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i2.15545>
- Luvia Raggi, N., Yokhebed, Ramli, M., & Yuliani, H. (2021). Meta-Analysis of the Effectiveness of Problem-Based Learning towards Critical Thinking Skills in Science Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1842(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012071>
- Maghfiroh, S. Z., Nurwahyunani, A., & Ariadi, D. C. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Materi Virus Untuk Meningkatkan Keterampilan Berkomunikasi Peserta Didik Kelas X-8 SMA Negeri 10 Semarang. *Seminar Nasional Pendidikan Profesi Guru, November*, 3659–3666.
- Maridi, Suciati, & Permata, B. M. (2019). Peningkatan Keterampilan Komunikasi Lisan dan Tulisan melalui Model Pembelajaran pada Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 182–188. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v>
- Muamala, K., & Wulandari, R. (2024). Keterampilan Kolaborasi Komunikasi Sekolah Menengah

- Sebuah Studi Profil Sains Siswa. *Jurnal Biologi*, 1(4), 1-19.
- Muhartini, Mansur, A., & Bakar, A. (2023). Pembelajaran kontekstual dan pembelajaran problem based learning. *Lencana: Jurnal Inovasi Ilmu Pendidikan*, 1(1), 66-77.
- Pramudita, D. P., Yuliani, H., & Santiani, S. (2024). Pengaruh Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Ipa (Studi Meta Analisis). *EDUPROXIMA : Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(1), 102-113.  
<https://doi.org/10.29100/.v6i1.4223>
- Purwati, S., & Darussyamsu, R. (2021). Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi. *Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang*, 1, 917-922.
- Rahmayani, M., & Asrizal. (2024). Integrated Renewable Energy E-Module PBL Model with Smartphone to Improve Students ' Creative Thinking and Communication Skills. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 13(1), 93-104.
- Ripai, I., & Sutarna, N. (2019). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Seminar Nasional Pendidikan, FKIP UNMA*, 1146-1155.
- Riyanti, N. A., Sutrio, S., Wahyudi, W., & Kosim, K. (2023). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Video Based Laboratory Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Alat-Alat Optik. *Kappa Journal*, 7(3), 387-393.  
<https://doi.org/10.29408/kpj.v7i3.21436>
- Rohman, M. A., & Suhartini, S. (2024). Upaya Meningkatkan Komunikasi Ilmiah Peserta Didik pada Mata Pelajaran IPA melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Prosiding Seminar Nasional ...*, 1119-1126.
- Sabila, N. H., Pertiwi, N. R., & Sintawati, A. (2023). Implementasi model pembelajaran problem-based learning terhadap keterampilan kolaboratif dan komunikasi sains pada materi sistem ekskresi di smpn 1 ciamis. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 47-58.
- Sapiruddin, Novianti, B. A., & Syahidi, K. (2024). Model Problem Based Learning ( PBL ) untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir kritis Mahasiswa melalui kegiatan Lesson Study. *Kappa Journal*, 8(3), 519-523.
- Saputro, B. (2020). *Pengembangan Model PBL dalam Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Ilmiah Calon Guru IPA Era Revolusi Industri 4.0*. Aswaja Pressindo.
- Sertiartiti, L., & Al-Hasibi, R. A. (2024). *Monograf: Transisi energi Terbarukan Untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Pusat pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia.
- Vanesa, E., & Yolanda, Y. (2025). Asesmen Diagnosis Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Materi Gelombang Cahaya Menggunakan Model Problem Based Learning. *Kappa Journal*, 9(1), 63-71.