Biopedagogia

Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

The Effect Of Virtual Laboratory-Based Problem-Based Learning On Junior High School Student's Cognitive Learning Outcomes In Environmental Pollution

Pengaruh *Problem Based Learning* Berbasis Laboratorium Virtual Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa SMP Pada Materi Pencemaran Lingkungan

Tressia Okterlinda[1*], Silfia Ilma[1], Alfi Suciyati[1], Niken Femilya Wulandari[2]
[1]Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Borneo Tarakan, Kota Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia
[2]Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia
Email*: tressiaokterlinda@gmail.com

Abstract: *This study aims to analyze the effect of using a virtual laboratory-based Problem Based Learning (PBL) model on junior high school students' cognitive learning outcomes on environmental pollution. This study used a quasi-experimental approach with a nonequivalent control group design. The research subjects consisted of two groups, namely the experimental class and the control class, which were not selected randomly. Both groups were given a pretest and posttest. The experimental class was given treatment in the form of the application of virtual laboratory-based PBL, while the control class used multi-method learning. The results showed that there was a significant effect of using a virtual laboratory-based PBL model on students' cognitive learning outcomes. This was indicated by the higher average posttest score of the experimental class compared to the control class. In addition, this model was also able to improve students' higher-order thinking skills, especially in the analysis (C4) and evaluation (C5) aspects, as well as increasing student activeness in learning. Thus, the virtual laboratory-based Problem Based Learning model is effective as an alternative learning method to improve students' cognitive learning outcomes on environmental pollution.*

Keywords: Higher-Order Thinking Skills, Cognitive Learning Outcomes, Virtual Laboratory, Problem-Based Learning, Environmental Pollution.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan model Problem Based Learning (PBL) berbasis laboratorium virtual terhadap hasil belajar kognitif siswa SMP pada materi pencemaran lingkungan. Penelitian ini menggunakan pendekatan

Biopedagogia
Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

quasi eksperimen dengan desain nonequivalent control group design. Subjek penelitian terdiri dari dua kelompok yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol yang tidak dipilih secara acak. Kedua kelompok diberikan pretest dan posttest. Kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa penerapan PBL berbasis laboratorium virtual, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran multimetode. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh yang signifikan penggunaan model PBL berbasis laboratorium virtual terhadap hasil belajar kognitif siswa. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata nilai posttest kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Selain itu, model ini juga mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa khususnya pada aspek analisis (C4) dan evaluasi (C5), serta meningkatkan keaktifan siswa dalam pembelajaran. Dengan demikian, model Problem Based Learning berbasis laboratorium virtual efektif sebagai salah satu alternatif metode pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi pencemaran lingkungan.

Kata Kunci: Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi, Hasil Belajar Kognitif, Laboratorium Virtual, Pembelajaran Berbasis Masalah, Pencemaran Lingkungan.

Pendahuluan

Salah satu komponen kunci dalam mengembangkan sumber daya manusia yang hebat adalah pendidikan (Rahman, *et a*l., 2022).Siswa harus membangun hasil pembelajaran kognitif di samping pemahaman topik teoritis ketika mempelajari sains di tingkat SMP. Pencemaran lingkungan merupakan mata pelajaran sains yang penting karena memiliki aplikasi praktis. Hasil belajar kognitif adalah perubahan perilaku dalam kemampuan berpikir. Perubahan tersebut mencakup beberapa tingkat atau jenjang dalam domain kognitif seperti pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis, dan penilaian (Zainudin & Ubabuddin, 2023).Minat, kecerdasan, taktik belajar, lingkungan belajar, dan motivasi merupakan faktor yang dapat memengaruhi hasil belajar kognitif siswa (Rijal & Bachtiar, 2015)

Berdasarkan hasil belajar siswa SMP Negeri 4 Tarakan kelas VII.8 dan VII.9, nilai tengah semester rata-rata hanya mencapai 58 sehingga belum memenuhi KKM. Selain itu, penelitian Fatmi *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa penggunaan modul pembelajaran memberikan dampak besar terhadap peningkatan hasil belajar kognitif siswa. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang mampu meningkatkan hasil belajar kognitif siswa, salah satunya melalui Problem Based Learning (PBL). Problem Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran yang berfokus pada siswa sebagai pusat perhatian, dengan tujuan mengoptimalkan keterlibatan aktif mereka. Model ini membantu siswa mengeksplorasi, menyelidiki, dan memecahkan masalah sehingga meningkatkan minat belajar mandiri(Suginem, 2021).Problem

Biopedagogia
Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

Based Learning juga dapat membantu siswa memahami konsep dengan lebih baik(Hidayat & Maulida, 2022 ; Napisah, 2020; Puspitasari Regita , 2023). Namun, penerapan PBL masih mengalami kendala seperti keterbatasan fasilitas laboratorium IPA dan waktu pelaksanaan praktikum (Riyanto *et al.,* 2023). Oleh karena itu, penggunaan laboratorium virtual menjadi solusi untuk membantu pelaksanaan pembelajaran.

Laboratorium virtual merupakan media yang memungkinkan simulasi pelaksanaan eksperimen dan praktikum melalui perangkat lunak atau perangkat elektronik lainnya (Adha & Wahyuni, 2020). Media ini memberikan pengalaman yang serupa dengan laboratorium fisik, lebih efisien, aman, dan hemat biaya (Jaya, 2013). Selain itu, teknologi dalam pendidikan dapat membantu siswa memahami materi melalui gambar, video, suara, dan tulisan (Wirawati, 2022). Hasil observasi di SMP Negeri 4 Tarakan menunjukkan bahwa fasilitas laboratorium belum sepenuhnya mendukung pembelajaran praktikum, khususnya pada materi pencemaran lingkungan.

Hasil wawancara di SMP Negeri 4 Tarakan juga menunjukkan bahwa sumber belajar masih terbatas pada buku ajar dan penggunaan media berbasis teknologi masih minim. Beberapa konsep pencemaran lingkungan juga masih sulit dipahami siswa sehingga diperlukan media pembelajaran yang tepat (Zakki & Subkhi, 2019).Selain itu, pembelajaran berbasis masalah dengan laboratorium virtual belum pernah diterapkan pada materi pencemaran lingkungan. Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual bersamaan dengan model Problem Based Learning dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa (Damayanti et al., 2024; Bangun *et al*., 2024;Muawanah, 2024;Ariyani, 2022;Haryanti et al., 2023). Namun, sebagian besar penelitian tersebut dilakukan pada jenjang pendidikan yang lebih tinggi atau pada materi lain sehingga masih jarang diterapkan secara spesifik pada materi pencemaran lingkungan di SMP.

Penelitian ini mengkaji pengaruh Problem Based Learning berbasis laboratorium virtual terhadap hasil belajar kognitif siswa SMP pada materi pencemaran lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggunaan Problem Based Learning berbasis laboratorium virtual terhadap hasil belajar kognitif siswa SMP pada materi pencemaran lingkungan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif metode pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif bagi pendidik, meningkatkan pemahaman dan keterampilan berpikir kritis siswa, serta menjadi referensi penelitian selanjutnya di bidang pembelajaran berbasis digital.

Biopedagogia
Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan kuasi eksperimen (Quasi Experiment Methode) dengan desain nonequivalent control group design. Penelitian dilaksanakan pada Semester Genap 2026 di SMP Negeri 4 Tarakan. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang diberikan perlakuan PBL berbasis laboratorium virtual dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran multimetode. Teknik pengambilan sampel menggunakan convenience sampling. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, *pre-test*, *post-test*, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji *ANACOVA* namun apabila data tersebut tidak normal dan homogeenitas maka dilakukan uji non-parametrik untuk mengetahui pengaruh PBL berbasis laboratorium virtual terhadap hasil belajar kognitif siswa.

Hasil Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada semester genap 2026 di SMP Negeri 4 Tarakan. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Penelitian ini menggunakan dua kelas sebagai subjek yaitu kelas VII-8 dan VII-9. Kelas VII-8 sebagai kelas eksperimen dan kelas VII-9 sebagai kelas kontrol (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Analisis Deskriptif

Descriptive Statistic

Data	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pre-test Kontrol	24	80	10	90	52,50	24,716
Post-test Kontrol	24	70	20	90	64,17	21,653
Pre-test Eksperimen	25	60	10	70	40,80	14,411
Post-test Eksperimen	25	60	40	100	76,80	16,513

Berdasarkan Tabel 1 hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya peningkatan nilai pada kelompok kontrol dan eksperimen. Rata-rata kelompok kontrol meningkat dari 52,50 menjadi 64,17, sedangkan kelompok eksperimen meningkat dari 40,80 menjadi 76,80. Peningkatan pada kelompok eksperimen lebih

Biopedagogia
Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Nilai standar deviasi kelompok eksperimen lebih kecil dibandingkan kelompok kontrol, sehingga data pada kelompok eksperimen lebih merata. Selain itu, nilai minimum kelompok eksperimen meningkat dari 10 menjadi 40 dan nilai maksimum mencapai 100 pada *post-test*, yang menunjukkan peningkatan hasil belajar secara menyeluruh. Uji prasyarat Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Uji Normalitas

Kelas	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Pretest A Kontrol	,935	24	,125
Postest A Kontrol	,880	24	,004
Pretest B Eksperimen	,949	25	,232
Postest B Eksperimen	,903	25	,022

Data pra-uji pada kelas kontrol dan eksperimen menunjukkan distribusi normal dengan nilai signifikansi 0,125 dan 0,232 (Sig. > 0,05), berdasarkan hasil uji normalitas Shapiro-Wilk pada Tabel 4.2. Namun demikian, temuan pasca-uji mengungkapkan nilai signifikansi 0,022 pada kelas eksperimen dan 0,004 pada kelas kontrol (Sig. < 0,05), yang menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi secara normal. Akibatnya, uji non-parametrik digunakan untuk analisis tambahan.

Tabel 3 Uji Homogenitas

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Belajar	**Based on Mean**	5,121	1	47	,028

Berdasarkan Tabel 4.3, hasil uji homogenitas menggunakan uji Levene menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,028 (Sig. < 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa varians data antara kelas kontrol dan eksperimen tidak homogen. Dengan demikian, asumsi homogenitas tidak terpenuhi. Setelah dilakukan uji hipotesis (Tabel 4).

Tabel 4 Uji Hipotesis

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	f	Sig.	Partial Eta Squared
Correted Model	2191,441	2	1095,720	6,986	,002	,233
Intercept	2563,877	1	2563,877	16,347	,000	,262
RPretest	1350,090	1	1350,090	8,608	,005	,158

Biopedagogia
Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

Kelas	1369,745	1	1369,745	8,733	,005	,160
Error	7214,559	46	156,838			
Total	400031,000	49				
Corrected Total	9406,00	48				

Berdasarkan hasil uji Rank ANCOVA pada Tabel 4.4, diperoleh nilai signifikansi pada *Corrected Model* sebesar 0,002 ($p < 0,05$) dengan nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,233, yang menunjukkan bahwa model penelitian memiliki pengaruh yang besar terhadap hasil belajar. Selanjutnya, pada bagian *Intercept* diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$) dengan nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,262, yang menunjukkan bahwa konstanta model signifikan.

Variabel kemampuan awal (RPretest) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,005 ($p < 0,05$) dengan *Partial Eta Squared sebesar* 0,158, yang berarti kemampuan awal siswa memberikan pengaruh sedang hingga besar terhadap hasil belajar. Selanjutnya, variabel kelas memiliki nilai signifikansi sebesar 0,005 ($p < 0,05$) dengan *Partial Eta Squared* sebesar 0,160, yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan pengaruh yang besar. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan model *Problem Based Learning* berbasis laboratorium virtual memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil belajar kognitif siswa.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa terdapat pengaruh signifikan penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis laboratorium virtual terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi pencemaran lingkungan. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji hipotesis menggunakan Rank ANCOVA (Univariate Analysis of Variance) yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,005 ($p < 0,05$) pada variabel kelas, sehingga hipotesis alternatif (H_1) diterima. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah dikontrol oleh kemampuan awal siswa.

Secara deskriptif, rata-rata hasil belajar siswa pada kelas eksperimen (76,80) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (64,17) pada post-test. Selain itu, nilai standar deviasi pada kelas eksperimen (16,513) lebih kecil dibandingkan kelas kontrol (21,653). Hal ini menunjukkan bahwa sebaran data pada kelas eksperimen lebih merata, sedangkan pada kelas kontrol cenderung lebih bervariasi. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa dibandingkan dengan kelas kontrol. Standar deviasi merupakan ukuran statistik yang digunakan

Biopedagogia
Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

untuk mengetahui tingkat penyebaran data terhadap nilai rata-rata. Nilai standar deviasi yang lebih kecil menunjukkan bahwa data cenderung mendekati rata-rata lebih homogen, sedangkan nilai yang lebih besar menunjukkan bahwa data semakin menyebar atau bervariasi (Anik & Koeswanti, 2021; Laurencia & Indrati, 2024). Peningkatan ini tidak terlepas dari karakteristik model PBL yang menekankan pada pembelajaran berbasis masalah nyata sehingga mendorong siswa untuk berpikir kritis, aktif, dan mandiri dalam menemukan solusi. Selain itu, penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dan interaktif. Siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga melakukan eksplorasi melalui simulasi, sehingga membantu mereka memahami konsep pencemaran lingkungan secara lebih mendalam.

Temuan studi ini konsisten dengan temuan penelitian sebelumnya yang menunjukkan penggunaan teknologi digital dan model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Penggunaan pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan kemampuan berpikir kritis (Haltiani *et al*., 2024). Selain itu, telah dibuktikan bahwa penggunaan sumber belajar berbasis teknologi bersamaan dengan PBL sangat meningkatkan hasil belajar siswa (Ratnasari *et al*., 2024). Kemampuan siswa dalam memecahkan masalah dan berpikir kritis dapat ditingkatkan melalui metodologi PBL (Problem-Based Learning) (Ningsih *et al*., 2025). Hasil serupa menunjukkan bahwa dengan melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran, pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan hasil pembelajaran kognitif mereka (Oktavia *et al*., 2023).

Berdasarkan hasil yang telah diuraikan, dapat dinyatakan bahwa penggunaan model Problem Based Learning berbasis laboratorium virtual memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar kognitif siswa. Penerapan model ini tidak hanya mempermudah siswa dalam memahami materi pelajaran, tetapi juga mendorong berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi yang penting dalam pembelajaran IPA. Dengan demikian, model tersebut berpotensi digunakan sebagai salah satu alternatif pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kualitas proses maupun hasil belajar siswa.

Simpulan

Penerapan model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) berbasis laboratorium virtual memengaruhi hasil pembelajaran kognitif siswa dalam bidang pencemaran lingkungan, menurut penelitian sebelumnya. Hasil analisis data, yang menunjukkan perbedaan substansial antara kelas eksperimen dan kelas kontrol skor rata-rata pasca-tes kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol memberikan bukti akan hal ini.Selain itu, kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa ditingkatkan

Biopedagogia
Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

dengan penggunaan paradigma Pembelajaran Berbasis Masalah berbasis laboratorium virtual, khususnya di bidang analisis (C4) dan evaluasi (C5). Siswa kelas eksperimen lebih terlibat dalam proses pembelajaran, mampu mengenali masalah, menganalisis hubungan sebab akibat, dan menilai solusi menggunakan informasi yang dikumpulkan dari simulasi laboratorium virtual. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa hasil belajar kognitif siswa dalam materi pencemaran lingkungan ditingkatkan dengan menggunakan paradigma Pembelajaran Berbasis Masalah berbasis laboratorium virtual.

Daftar Rujukan

Adha, D. F., & Wahyuni, I. (2020). Penerapan Model Inquiry Training Menggunakan Media Laboratorium Virtual (Online Labs) Terhadap Keteterampilan Proses Sains Pada Pelajaran Fisika DI SMA. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika*, *6PENERAPAN*(3), 1–10.

Anik, & Koeswanti, H. D. (2021). *Meta-Analisis Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif*. *5*(3), 1349–1355.

Ariyani, A. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbasis Lesson Study Menggunakan Media Virtual Lab terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa pada Materi Titrasi Asam Basa. *Ensiklopedia: Jurnal Pendidikan Dan Inovasi Pembelajaran Saburai*, *2*(02), 127–139. https://doi.org/10.24967/esp.v2i02.1747

Bangun Br Friska, Sakdiah, H., Safriana, W., & Sary, A. D. (2024). Penerapan Problem Based Learning Berbantuan Virtual Phet Pada Pembelajaran Fisika Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Edu Research*, *4*(1), 9–15.

Damayanti, F., Maasawet, E. T., Tindangen, M., Maria, V., & Rambitan, M. (2024). Pengaruh Media Pembelajaran Virtual Lab Berbasis PBL Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Materi Sistem Ekskresi. *PENDIPA Journal of Science Education*, *8*(3), 503–509. https://doi.org/10.33369/pendipa.8.3.503-509

Denik Wirawati, M. F. P. (2022). Penerapan Teknologi Digital sebagai Media Pembelajaran Bahasa Indonesia Kelas VII SMP Negeri 5 Banguntapan. *Jurnal Ilmiah Program Studi Pendidikan Bahasa & Sastra Indonesia*, *7*(2), 285–300. https://doi.org/10.51878/secondary.v5i4.7331

Fatmi, N., Nadia, E., & Siska, D. (2021). Pengaruh Penggunaan Modul Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, *4*(2), 68. https://doi.org/10.29103/relativitas.v4i2.5257

Haltiani, Rahmi, & Hildawati. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Di SMA Negeri Lawe Sumur Tahun Ajaran 2023/2024. *Jurnal Kependidikan Profesu*, *2*(1).

Biopedagogia
Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

Haryanti, I., Kurniawati, Y., & Lubis, F. H. (2023). Penerapan Virtual Laboratory Dengan Menggunakan Problem Based Learning (PBL) Untuk Mendukung Proses Pembelajaran Kimia. *Journal of Chemistry Education and Integration*, *2*(1), 42. https://doi.org/10.24014/jcei.v2i1.21771

Hidayat, M. Y., & Maulida, S. R. H. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep. *Al-Khazini: Jurnal Pendidikan Fisika*, *2*(1), 25–30. https://doi.org/10.24252/al-khazini.v2i1.31427

Jaya, H. (2013). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, *2*(1), 81–90. https://doi.org/10.21831/jpv.v2i1.1019

Laurencia, N., & Indrati, M. (2024). Pengaruh Struktur Modal Terhadap Kinerja Keuangan Dengan Ukuran Perusahaan Sebagai Variabel Moderasi. *Jurnal Riset Akuntansi Politala*, *7*(3), 521–531. https://doi.org/10.56916/jimab.v4i3.2572

Muawanah, N. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi Virtual Lab Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Perubahan Energi. *Experiment: Journal of Science Education*, *4*(1), 35–40. https://doi.org/10.18860/experiment.v4i1.28967

Napisah, Siti, Y. H. (2020). Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Produk Siswa Pada Konsep Pemanasan Global Dengan Model Pembelajaran PBL (Problem Based Learning) SMP Negeri 4 Kandangan. *Jurnal Pendidikan Hayati*.

Ningsih, E. P., Rismen, S., & Haryono, Y. (2025). *Efektivitas Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa*. *0738*(3), 670–676.

Oktavia, Kurniaasih, & Ningsih. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas IV Dalam Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) Materi Kebutuhan. *Jurnal Pendidikan Universitas Garut*, *17*(2), 864–873.

Puspitasari Regita , Faridah Nur Tsana, R. T. (2023). Pentingnya Model Problem Based Learning dalam Meningkatkan Pemahaman Siswa pada Materi Kenampakan Alam. *Innovativ*, *3*(6), 3019–3026.

Rahman , et al., 2022. (2022). Pengertian Pendidikan, Ilmu Pendidikan Dan Unsur-Unsur Pendidikan. *L-Urwatul Wutsqa: Kajian Pendidikan Islam*, *2*(1), 1–8.

Ratnasari, R. Y., Rulviana, V., & Sudjanuwarini, A. (2024). Peningkatan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model Pembelajaran PBL dan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Canva pada Siswa Kelas V SDN 3 Klegen Tahun Ajaran 2023/2024. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, *2*(2), 1039–1044. https://doi.org/10.60126/maras.v2i2.326

Rijal, S., & Bachtiar, S. (2015). Hubungan antara sikap, kemandirian belajar, dan gaya belajar dengan hasil belajar kognitif siswa. Jurnal Bioedukatika, 3(2), 15-20. *Jurnal Bioedukatika*.

Riyanto, A., Susanti, R., & Bramastia, B. (2023). Hambatan dan Solusi Pelaksanaan Praktikum IPA (Studi kasus di SMP Negeri 3 Purwantoro Kabupaten

Biopedagogia
Vol. 8 No. 1, 2026; pp. 40-49
ISSN: 2714-7665 (print); ISSN: 2715-2472 (online)
Received: 03/02/2026
Revised: 15/03/2026
Accepted: 02/04/2026

Wonogiri). *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, *September*, 224–235.

Suginem. (2021). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Metaedukasi*, *3*(1), 32–36. https://doi.org/10.59562/progresif.v2i2.30263

Zainudin, Z., & Ubabuddin, U. (2023). (2023). Ranah Kognitif, Afektif Dan Psikomotorik Sebagai Objek Evaluasi Hasil Belajar Peserta Didik. *IslamicLearning Journal*, 915–931.

Zakki, A. L., & Subkhi, N. (2019). Pembelajaran Konsep Pencemaran Udara Menggunakan Media Alat Peraga Tiga Dimensi Di Sma Negeri 1 Sukagumiwang …. *Prosiding Seminar Nasional …*, *September*, 298–305. https://prosiding.biounwir.ac.id/article/download/43/54