

PENGARUH MODEL PROJECT BASED LEARNING (PJBL) BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS PESERTA DIDIK PADA MATERI ANIMALIA

Samuel Agus Triyanto^{1*}

Dini Fitdiniyah²

Suharsono³

^{1,2,3} Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya

Email: samuel.agus@unsil.ac.id¹, dinifitdiniyah@gmail.com², suharsono@unsil.ac.id³

Abstract: *This study aims to analyze the effect of implementing the Project-Based Learning (PjBL) model based on a scientific approach on students' science process skills in the Animalia topic among Grade X MIPA students at SMA Negeri 2 Tasikmalaya during the 2022/2023 academic year. A quasi-experimental method with a matching-only posttest-only control group design was employed. The population consisted of all Grade X MIPA students (280 students across eight classes), with two classes selected purposively as samples: X MIPA 6 as the experimental group (35 students) and X MIPA 8 as the control group (34 students). Data were collected using a science process skills test consisting of 39 multiple-choice questions related to the Animalia topic. The data were analyzed using prerequisite tests (Kolmogorov–Smirnov test: $p = 0.200 > 0.05$; Levene's test: $p = 0.373 > 0.05$) followed by hypothesis testing with an independent samples t-test (Sig. 2-tailed = $0.000 < 0.05$). The results indicate that the implementation of the PjBL model based on a scientific approach has a statistically significant effect on students' science process skills in learning the Animalia topic.*

Kata kunci: Keterampilan proses sains, materi animalia, project based learning, pendekatan saintifik

PENDAHULUAN

Dunia pendidikan terus berkembang mengikuti tuntutan zaman, dengan berbagai inovasi yang dilakukan untuk mencapai keberhasilan pendidikan (Erlistiana dkk., 2022; Andriani dkk., 2023). Saat ini, kita berada di abad ke-21, yang dikenal sebagai abad pengetahuan, di mana informasi tersebar luas dan teknologi berkembang pesat, sehingga terdapat hubungan erat antara aspek keilmuan dengan pembaruan dan kecepatan teknologi (Dedy dkk., 2021; Ernanda dkk., 2022). Pendidikan pada abad ke-21 berlangsung dalam konteks revolusi industri 4.0, yang menuntut adanya keseimbangan antara penguasaan konsep teoretis dan keterampilan praktis, serta menekankan pentingnya kemampuan peserta didik dalam mengakses dan memanfaatkan informasi dari berbagai sumber secara

mandiri dan berkolaborasi dalam memecahkan masalah guna mengembangkan pemahaman dan keterampilan (Maghfiroh dkk., 2016; Triyanto dkk., 2022).

Dalam hal ini, pola pembelajaran di Indonesia mengalami perubahan dan perkembangan yang signifikan. Oleh karena itu, dibutuhkan guru sains yang kompeten dan terampil untuk memenuhi tuntutan abad ke-21. Salah satu kompetensi esensial yang perlu dikuasai oleh pendidik di era abad ke-21 adalah keterampilan dalam proses sains (Lepiyanto, 2017; Triyanto dkk., 2025). Keterampilan proses sains terdiri atas dua kategori, yaitu keterampilan dasar dan keterampilan terintegrasi. Keterampilan dasar meliputi kemampuan melakukan observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, serta menyampaikan informasi secara efektif

(Mahmudah dkk., 2019). Adapun keterampilan proses sains yang terintegrasi mencakup kemampuan dalam mengidentifikasi variabel, menghimpun dan menganalisis data, menyajikannya dalam bentuk grafik, serta menggambarkan hubungan antar variabel yang diteliti, menginterpretasi data, merumuskan hipotesis, serta merancang dan melakukan eksperimen (Naviyati & Sudibyo, 2022).

Keterampilan proses sains ini mencakup aktivitas ilmiah dalam pendekatan saintifik yang bertujuan membantu pemahaman peserta didik terhadap konsep dan informasi diperoleh melalui keterlibatan langsung dalam pengalaman belajar serta aktivitas observasi (Ekawati, 2016). Pendekatan saintifik dengan keterampilan proses sains sudah menjadi bagian integral dari pembelajaran sains, termasuk Biologi (Meylani dkk., 2023). Namun, kenyataannya, pembelajaran Biologi di sekolah lebih sering berfokus pada penyampaian materi, sehingga peserta didik menjadi pasif dan merasa bosan (Hoirina dkk., 2015).

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan guru Biologi di SMA Negeri 2 Tasikmalaya dari September hingga November 2022, ditemukan bahwa pembelajaran Biologi masih didominasi oleh metode ceramah atau *teacher-centered*, dengan peserta didik hanya menerima pengetahuan dari penjelasan guru dan materi dalam presentasi *PowerPoint*. Selain itu, peserta didik jarang mengerjakan soal berpikir tingkat tinggi yang mencakup analisis, evaluasi, dan penciptaan. Akibatnya, peserta didik belum sepenuhnya memahami materi pembelajaran. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa penerapan model pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik masih belum optimal dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

Sebagai upaya solusi, pendidik diharapkan mampu menciptakan

lingkungan belajar yang kondusif dan menyenangkan, sekaligus mendorong partisipasi aktif peserta didik. Penerapan model pembelajaran tertentu diyakini dapat mendukung peningkatan keterampilan proses sains mereka yang terintegrasi dengan pendekatan saintifik, seperti *Project Based Learning* (PjBL) (Puspitasari dkk., 2018). Model *Project Based Learning* (PjBL) merupakan pendekatan pembelajaran berorientasi peserta didik yang mendorong eksplorasi mendalam terhadap suatu topik, baik melalui pembelajaran tatap muka maupun melalui sistem pembelajaran jarak jauh (Prabowo dkk., 2021). Berdasarkan identifikasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) yang dipadukan dengan pendekatan saintifik terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi Animalia di kelas X MIPA SMA Negeri 2 Tasikmalaya pada Tahun Ajaran 2022/2023.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *quasi experiment* dengan rancangan *matching-only posttest-only control group design*. Desain ini dipilih untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak diberikan perlakuan yang sama. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X MIPA di SMA Negeri 2 Tasikmalaya pada tahun ajaran 2022/2023, yang terdiri atas 8 kelas dengan total 280 peserta didik.

Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, dengan mempertimbangkan kesetaraan karakteristik awal antar kelas. Berdasarkan teknik tersebut, diperoleh dua kelas sebagai sampel, yaitu kelas X MIPA 6 sebanyak 35 peserta didik sebagai kelompok eksperimen yang mendapatkan pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis pendekatan saintifik, dan kelas X MIPA 8 sebanyak 34

peserta didik sebagai kelompok kontrol yang menerima pembelajaran konvensional.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model PjBL dengan pendekatan saintifik, sedangkan variabel terikatnya adalah keterampilan proses sains peserta didik. Instrumen penelitian yang digunakan berupa 39 butir soal pilihan ganda yang dikembangkan berdasarkan delapan indikator keterampilan proses sains menurut Tawil dkk. (2014). Instrumen ini diberikan setelah proses pembelajaran selesai dilakukan, baik pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol.

Data yang diperoleh dianalisis melalui beberapa tahapan. Uji prasyarat analisis dilakukan dengan uji normalitas menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas menggunakan uji *Levene*. Selanjutnya, uji hipotesis dilakukan dengan *independent sample t-test* untuk mengetahui signifikansi perbedaan antara kedua kelompok. Seluruh proses pengolahan dan analisis data dibantu dengan perangkat lunak *SPSS versi 26 for Windows*.

HASIL

Informasi yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa hasil *posttest* keterampilan proses sains dari peserta didik pada kelompok eksperimen dan kontrol, yang penyajiannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Statistik *Posttest* Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Statistik	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Skor Maksimum	37	30
Skor Minimum	26	14
Rentang	11	16
Rata-rata	31,82	20,14
Standar Deviasi	3,00	4,27
Varians	9,05	18,30

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa rata-rata skor *posttest* keterampilan proses sains pada peserta didik kelompok eksperimen mencapai 31,82, yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol yang memperoleh rata-rata sebesar 20,14.

Berdasarkan hasil analisis dan uji prasyarat yang telah dilakukan, termasuk uji normalitas menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* serta uji homogenitas dengan uji *Levene*, diperoleh bahwa data memiliki distribusi normal dan varians antar kelompok bersifat homogen. Hasil lengkap dari uji prasyarat tersebut disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Uji Normalitas Data (Uji *Kolmogorov-Smirnov*)

<i>One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test</i>		
		<i>Unstandardized Residual</i>
N		34
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	7.58794413
Most Extreme Differences	Absolute	.084
	Positive	.084
	Negative	-.083
Test Statistic		.084
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true sig.

Hasil uji normalitas terhadap nilai *posttest* keterampilan proses sains peserta didik pada kelompok eksperimen dan kontrol, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2, menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,200 berdasarkan pengujian menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*. Nilai tersebut memiliki

signifikansi > 0.05 sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 diterima, artinya data posttest keterampilan proses sains peserta didik telah diambil dari populasi yang berdistribusi normal.

Tabel 3. Uji Homogenitas Data(Uji Levene)

<i>Test of Homogeneity of Variances</i>					
		<i>Levene Statistic</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
Keterampilan Proses Sains	<i>Based on Mean</i>	.804	1	67	.373
	<i>Based on Median</i>	.696	1	67	.407
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	.696	1	51.1	.408
	<i>Based on trimmed mean</i>	.751	1	67	.389

Setelah memenuhi uji prasyarat analisis, yang menunjukkan bahwa data terdistribusi secara normal dan memiliki varians yang homogen, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian hipotesis menggunakan *independent sample t-test*, sebagaimana disajikan dalam Tabel 4.

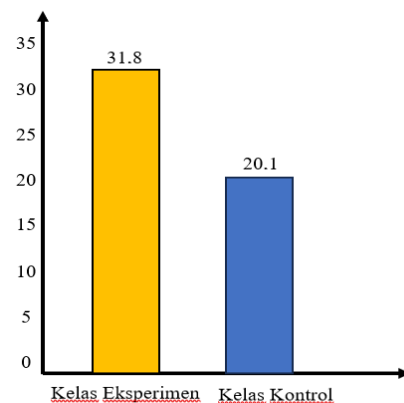
Tabel 4. Uji Hipotesis (Uji T Independen)

Aspek	t	d	Sig.	Mean	95%
		f	(2-tail ed)	Difference	CI of the Difference
Keterampilan Proses Sains	13.804	67	0.000	32.26	[27.60, 36.93]

Berdasarkan hasil uji hipotesis dengan *independent sample t-test* yang ditampilkan pada Tabel 4, diperoleh nilai

signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,000. Karena nilai tersebut berada di bawah ambang signifikansi 0,05, maka hipotesis nol (H_0) ditolak. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis pendekatan saintifik terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi animalia di kelas X MIPA SMA Negeri 2 Tasikmalaya tahun ajaran 2022/2023.

Perbandingan rata-rata skor *posttest* kemampuan literasi sains peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol ditampilkan pada Gambar 1.



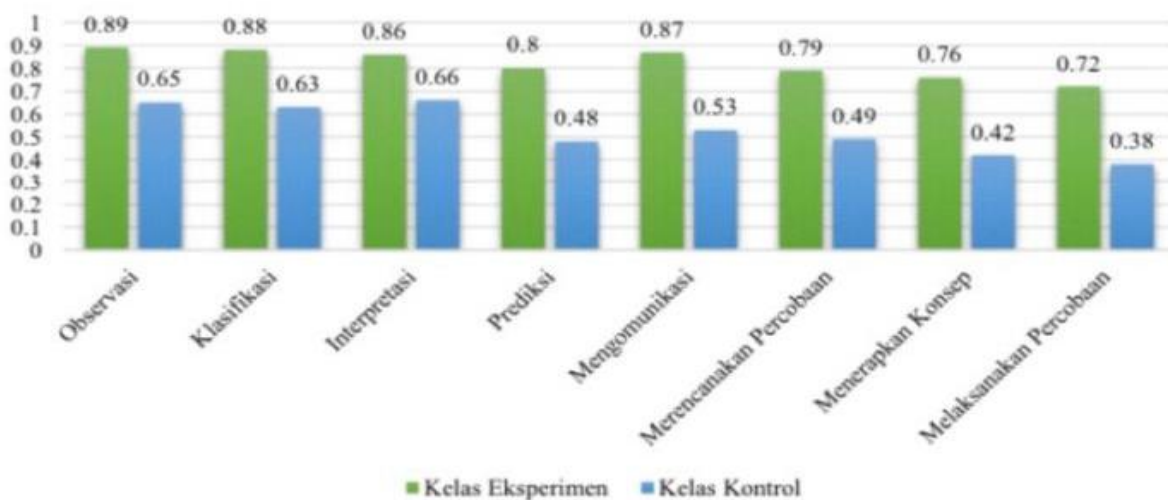
Gambar 1. Perbandingan Rata-rata Skor *Posttest* Kemampuan Literasi Sains Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.

Berdasarkan Gambar 1, rata-rata hasil *posttest* keterampilan proses sains peserta didik pada kelas eksperimen yang dibelajarkan melalui model *Project Based Learning* dengan pendekatan saintifik tercatat sebesar 31,8. Sementara itu, kelas kontrol yang menggunakan model *Discovery Learning* dengan pendekatan yang sama memperoleh rata-rata skor sebesar 20,1. Selisih skor sebesar 11,7 menunjukkan bahwa peserta didik di kelas eksperimen memiliki capaian yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

Gambar 4.4 memperlihatkan adanya perbedaan rata-rata skor *posttest* antara kelompok eksperimen dan kontrol. Skor rata-

rata pada kelas eksperimen terlihat dimulai dari indikator observasi, yang menjadi salah satu indikator awal dalam keterampilan proses sains dari indikator observasi (0,89), klasifikasi (0,88), mengomunikasi (0,87), interpretasi (0,86), prediksi (0,8), merencanakan percobaan (0,79), menerapkan konsep (0,76) dan melaksanakan percobaan (0,72). Sedangkan rata-rata skor *posttest* untuk kelas kontrol dimulai dari indikator interpretasi (0,66), observasi (0,65), klasifikasi (0,63), mengomunikasi (0,53), merencanakan percobaan (0,49), prediksi (0,48), menerapkan

konseo (0,42) dan melaksanakan percobaan (0,38). Sedangkan untuk kelas kontrol, rata-rata *posttest* yang tertinggi sampai terendah dimulai dari interpretasi (0,66), observasi (0,65), klasifikasi (0,63), mengomunikasi (0,53), merencanakan percobaan (0,49), prediksi (0,48), menerapkan konsep (0,42) dan melaksanakan percobaan (0,38). Rata-rata skor hasil *posttest* berdasarkan masing-masing indikator soal dari peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan secara visual dalam Gambar 2.



Gambar 2. Capaian rata-rata skor *posttest* untuk setiap indikator keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dan kelas kontrol..

PEMBAHASAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yang dipadukan dengan pendekatan saintifik memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik. Instrumen yang digunakan berupa 39 soal pilihan ganda yang dirancang untuk mengukur delapan indikator keterampilan proses sains. Data yang dianalisis berupa skor *posttest* dari kelas eksperimen dan kontrol. Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen (PjBL) dan kelas kontrol

(*Discovery Learning*) dengan nilai Sig. 2-tailed 0,000 ($< 0,05$). Penolakan H_0 ini mengonfirmasi bahwa model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis pendekatan saintifik secara statistik lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Dengan demikian, dapat diartikan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari model PjBL berbasis pendekatan saintifik terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi animalia di kelas X MIPA SMA Negeri 2 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2022/2023. Temuan ini sejalan dengan penelitian Kızıkan & Bektaş (2017) yang menyatakan bahwa PjBL mendorong siswa untuk terlibat aktif

dalam penyelesaian proyek berbasis masalah, sehingga mengasah kemampuan observasi, analisis, dan komunikasi ilmiah.

Selisih rata-rata *posttest* sebesar 11,7 (31,8 vs. 20,1) menunjukkan bahwa struktur PjBL yang menggabungkan tahapan saintifik (*observing, questioning, experimenting, associating, communicating*) memberikan ruang bagi siswa untuk mengonstruksi pengetahuan secara mandiri. Hal ini diperkuat oleh Williamson (2024) yang menegaskan bahwa PjBL meningkatkan *critical thinking* dan *problem-solving skills* melalui konteks pembelajaran autentik.

Efektivitas PjBL dalam konteks ini disebabkan oleh kemampuannya menciptakan proses pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik, di mana setiap individu terlibat dalam pelaksanaan proyek yang disesuaikan dengan tema atau topik pembelajaran. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk berkolaborasi, meningkatkan keterampilan merencanakan proses, mengkaji, mengelola informasi, mempresentasikan hasil, dan mengevaluasi proyek. Tahapan dalam model PjBL melibatkan evaluasi terhadap proyek yang dilakukan, serta secara integral mengadopsi pendekatan ilmiah melalui langkah-langkah seperti mengamati, merumuskan pertanyaan, mengumpulkan dan mengolah data, serta menyampaikan hasil. (Anggraeni dkk., 2019).

Perbandingan rata-rata skor *posttest* kemampuan literasi sains peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol mengungkapkan disparitas capaian indikator keterampilan proses sains antara kedua kelompok. Pada kelas eksperimen, indikator observasi (0,89) dan klasifikasi (0,88) menjadi yang tertinggi, sementara di kelas kontrol, indikator interpretasi (0,66) dan observasi (0,65) mendominasi. Data ini mengindikasikan bahwa PjBL berbasis pendekatan saintifik lebih efektif dalam melatih keterampilan dasar sains seperti observasi dan klasifikasi, yang merupakan fondasi bagi pengembangan keterampilan

kompleks seperti merencanakan percobaan (0,79) dan menerapkan konsep (0,76).

Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) memfasilitasi siswa dalam mengidentifikasi pola, mengategorikan data, dan menghubungkan konsep dengan konteks dunia nyata melalui pendekatan berbasis data dan pemecahan masalah autentik. Sebaliknya, model *Discovery Learning* cenderung terbatas pada pemahaman konseptual tanpa integrasi praktik holistik, sehingga kemampuan siswa dalam melaksanakan eksperimen dan berpikir kritis tidak berkembang secara optimal (Tan dkk., 2020).

Integrasi pendekatan saintifik dalam *Project Based Learning* menciptakan *scaffolding* pembelajaran yang sistematis, mulai dari perumusan masalah hingga presentasi hasil. Pendekatan ini mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses eksplorasi, kolaborasi, dan refleksi. Hal ini tercermin dari capaian tertinggi pada indikator mengomunikasikan (0,87), yang menegaskan peran kolaborasi dan refleksi dalam PjBL (Krajcik & Shin, 2022; Belland dkk., 2017).

Di sisi lain, rendahnya skor prediksi (0,48) dan merencanakan percobaan (0,49) di kelas kontrol mengindikasikan bahwa model konvensional kurang melatih kemampuan metakognitif. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pendekatan *Discovery Learning* masih sering berfokus pada verifikasi konsep yang telah ditentukan sebelumnya, bukan pada eksplorasi kreatif peserta didik. Hal ini dapat membatasi pengembangan keterampilan ilmiah yang lebih kompleks, seperti merancang dan merevisi eksperimen secara mandiri (Kirschner dkk., 2019). Dengan demikian, modifikasi dan dukungan instruksional diperlukan agar *Discovery Learning* benar-benar mendorong berpikir kritis dan kreativitas.

Secara keseluruhan, keterampilan proses sains peserta didik yang mengikuti pembelajaran menggunakan model PjBL

berbasis pendekatan saintifik menunjukkan capaian yang lebih tinggi dibandingkan dengan peserta didik yang memperoleh pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning*. Model PjBL yang terintegrasi dengan pendekatan saintifik ini memungkinkan peserta didik untuk berinteraksi dengan permasalahan nyata, mendorong mereka untuk aktif dalam merumuskan serta menyelesaikan masalah melalui proyek yang dikerjakan secara sistematis berdasarkan metode ilmiah. Hal ini menghasilkan suasana belajar yang interaktif dan partisipatif (Lion dkk., 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan temuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* dengan pendekatan saintifik berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik, sebagaimana dibuktikan melalui hasil uji hipotesis menggunakan uji t independen yang menunjukkan bahwa hipotesis nol ditolak pada tingkat signifikansi $0,000 < 0,05$.

SARAN

Meskipun hasil penelitian signifikan, terdapat keterbatasan seperti durasi intervensi yang relatif singkat dan karakteristik sampel terbatas pada satu sekolah. Untuk penelitian lanjutan disarankan memperpanjang durasi penerapan PjBL untuk menguji konsistensi hasil atau mengeksplorasi integrasi PjBL dengan teknologi digital untuk meningkatkan indikator melaksanakan percobaan.

DAFTAR RUJUKAN

- Andriani, D., Suprpto, P. K., & Triyanto, S. A. 2023. Pengaruh Media Kuis Interaktif Menggunakan Aplikasi Kahoot Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 16(1): 11.
- Anggraeni, R. K., Kurino, Y. D., & Mahpudin. 2019. Implementasi Pendekatan Saintifik Dengan Model Project Based Learning (PJBL) Pada Pembelajaran Matematika. *Seminar Nasional Pendidikan*, 965–971.
- Belland, B. R., Kim, C., & Hannafin, M. 2017. Scaffolding During the Problem-Based Learning Process: A Grounded Theory Study of How and When Teachers Offer Support. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(1):5.
- Dedy, G., Putra, D., Made, I., Saputra, G. N., Agus Wardana, K., Hindu, U., Gusti, N. I., & Sugriwa, B. 2021. Paradigma Pendidikan Abad 21 di Masa Pandemi Covid-19 (Tantangan Dan Solusi). *Jurnal Pusat Penjaminan Mutu*, 2(2): 2746–7074.
- Ekawati, N. D. 2016. Pendekatan Saintifik Terhadap Kompetensi Konsep Energi Panas Pada Anak Tunarungu. *Jurnal Pendidikan Khusus*, 1–10.
- Erlistiana, D., Nawangsih, N., Aziz, F. A., Yulianti, S., & Setiawan, F. 2022. Penerapan Kurikulum dalam Menghadapi Perkembangan Zaman di Jawa Tengah. *Al-Fahim: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 4(1): 1–15.
- Ernanda, M., Suharsono, S., & Triyanto, S. A. 2022. The Effect of Implementing Problem Based Learning in Lesson Study on Students' Critical Thinking Skills. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(2): 112–125.
- Hoirina, Afifah, N., & Dahlia. 2015. Analisis Aktivitas Belajar Biologi Siswa Dengan Menggunakan Media Gambar Kelas VII SMP Negeri 3 Rambah Samo Tahun 2014/2015. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FKIP Prodi Biologi*, 1(1): 1–4.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. 2019. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 52(2): 115–124.
- Kızıkan, O., & Bektaş, O. 2017. The Effect of Project-Based Learning on Seventh Grade Students' Academic

- Achievement. *International Journal of Instruction*, 10(1): 37-54.
- Krajcik, J., & Shin, N. 2022. Project-Based Learning: A Proven Approach to Learning Science. *Science Education*, 106(1): 31–54.
- Lepiyanto, A. 2017. Analisis Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Berbasis Praktikum. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2): 156.
- Lion, E., Ludang, Y., & Jaya, H. P. 2022. Edukasi Penerapan Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar di Masa Pandemi COVID-19 Desa Telangkah. *J-Abdi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1): 3635–3642.
- Maghfiroh, N., Susilo, H., & Gofur, A. 2016. Pengaruh Project Based Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMA Negeri Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(8): 1588–1593.
- Mahmudah, I. R., Makiyah, Y. S., & Sulistyaningsih, D. 2019. Profil Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa SMA di Kota Bandung. *Jurnal Diffraction*, 1(1): 39–43.
- Meylani, V., Astriyana, E. D., Triyanto, S. A., Santri, D. J., & Mutiara, F. 2023. Correlation Analysis of Metacognitive Skills with Students' Learning Outcomes on Reproductive System Materials. *Proceedings of the Fifth Sriwijaya University Learning and Education International Conference (SULE-IC 2022)*, 1: 11–22.
- Naviyati, F., & Sudibyo, E. 2022. Analisis Keterampilan Proses Sains Pada Buku Sekolah Elektronik IPA SMP Kelas VII, VIII dan IX. *PENSA: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(1): 26–32.
- Oktafiani, P., Subali, B., & Edie, S. S. 2017. Pengembangan Alat Peraga Kit Optik Serbaguna (AP-KOS) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 3(2): 189–200.
- Prabowo, C. A., Dwiastuti, S., & Triyanto, S. A. 2021. Persepsi Mahasiswa terhadap Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis Proyek pada Mata Kuliah Game Learning. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(2): 266–276.
- Puspitasari, M., Amilda, & Nawawi, S. 2018. Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas Vii. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 4(1): 25–29.
- Roziqin, M. K., Lesmono, A. D., & Bachtiar, R. W. 2018. Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) Terhadap Minat Belajar dan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pembelajaran Fisika Di SMAN Balung. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(1): 108–113.
- Tan, R. M., Yangco, R. T., & Que, E. N. 2020. Students' Conceptual Understanding and Science Process Skills in an Inquiry-Based Flipped Classroom Model. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 17(1): 159–184.
- Triyanto, S. A., Wahidin, W., Hartania, N., Solihat, A., & Sutrisno, S. (2022). Blended-problem based learning with integrated social media-based learning media in improving students' critical thinking skills. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(2): 242–254.
- Triyanto, S. A., Bilbina, K., & Putri, R. S. 2025. The potential of 3d augmented reality book-based cell learning media to support educational transformation. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 18(1): 61–68.
- Williamson, E. 2024. The Effectiveness of Project-Based Learning in Developing Critical Thinking Skills among High School Students. *European Journal of Education*, 1(1): 1–11.