

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS *PROJECT-BASED LEARNING* (PjBL) TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Sarwati¹, Nunung Ariandani², Miawarni³
Pendidikan Biologi Universitas Hamzanwadi

Email: sarwati774@hamzanwadi.ac.id

Abstrac: This study aimed to determine the effect of the Project-Based Learning (PjBL) model on students' critical thinking skills in biodiversity material for grade X students at SMAN 1 Masbagik. This study employed a quantitative approach involving an experimental class and a control class. The experimental class was taught using the Project-Based Learning model supported by student worksheets through a herbarium-making project, while the control class was taught using conventional learning methods. The research instrument was a critical thinking skills test in the form of essay questions. The data were analyzed using normality, homogeneity, and t-tests. The results showed that the average pre-test score of the experimental class was 50.19 and increased to 64.60 in the post-test. Meanwhile, the average pre-test score of the control class was 49.50 and increased to 58.17 in the post-test. The t-test results showed that the tcount was 7.0966, which was higher than the ttable of 1.9944 at a 5% significance level. Therefore, H0 was rejected and H1 was accepted. These results indicate that the Project-Based Learning model had an effect on students' critical thinking skills in biodiversity material. PjBL provides students with opportunities to actively engage in observation, investigation, information gathering, discussion, problem solving, and product development activities, thereby supporting the development of critical thinking skills

Keywords: *Project-Based Learning, critical thinking, biodiversity, herbarium.*

Article History

Submitted: 30 Jul 2026

Reviewed: 3 Agust 2026

Accepted: 6 Agust 2026

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati kelas X SMAN 1 Masbagik. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melibatkan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan model Project-Based Learning (PjBL) dengan bantuan LKPD melalui proyek pembuatan herbarium, sedangkan kelas kontrol memperoleh pembelajaran menggunakan metode konvensional. Instrumen penelitian berupa tes kemampuan berpikir kritis berbentuk soal uraian. Data dianalisis menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji-t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata pre-test kelas eksperimen sebesar 50,19 dan meningkat menjadi 64,60 pada post-test. Sementara itu, nilai rata-rata pre-test kelas kontrol sebesar 49,50 dan meningkat menjadi 58,17 pada post-test. Hasil uji-t menunjukkan nilai thitung sebesar 7,0966 lebih besar daripada ttabel sebesar 1,9944 pada taraf signifikansi 5%, sehingga H0 ditolak dan H1 diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran Project-Based Learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati. PjBL memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif dalam kegiatan pengamatan, penyelidikan, pengumpulan informasi, diskusi, pemecahan masalah, dan menghasilkan produk sehingga mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis.

Kata kunci: *Project-Based Learning, berpikir kritis, keanekaragaman hayati, herbarium.*

Pendidikan merupakan proses yang dirancang untuk mengembangkan potensi peserta didik melalui pengalaman belajar yang bermakna. Dalam pembelajaran abad ke-21, peserta didik tidak hanya dituntut menguasai pengetahuan, tetapi juga memiliki keterampilan yang mendukung kemampuan menghadapi berbagai permasalahan secara kritis dan sistematis. Salah satu keterampilan penting yang perlu dikembangkan adalah kemampuan berpikir kritis. Kemampuan ini berkaitan dengan proses menganalisis informasi, mengidentifikasi permasalahan, memberikan alasan berdasarkan bukti, mengevaluasi informasi, serta menentukan keputusan atau solusi secara tepat. Oleh karena itu, pembelajaran perlu memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif dalam proses mengamati, menganalisis, memecahkan masalah, dan merefleksikan hasil belajar.

Kemampuan berpikir kritis memiliki kedudukan penting dalam pembelajaran Biologi karena karakteristik materi Biologi tidak hanya berkaitan dengan penguasaan konsep, tetapi juga dengan kemampuan siswa memahami berbagai fenomena kehidupan secara kontekstual. Salah satu materi yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan tersebut adalah keanekaragaman hayati. Materi keanekaragaman hayati memiliki keterkaitan yang dekat dengan lingkungan kehidupan siswa, sehingga dapat dipelajari melalui kegiatan pengamatan, identifikasi, pengelompokan, analisis, serta pemanfaatan berbagai sumber informasi. Proses tersebut dapat memberikan ruang kepada siswa untuk menghubungkan konsep yang dipelajari dengan kondisi nyata di lingkungan sekitarnya.

Namun, berdasarkan hasil observasi awal di SMAN 1 Masbagik, proses pembelajaran Biologi masih didominasi metode ceramah dan tanya jawab. Kondisi tersebut menyebabkan kesempatan siswa untuk mengeksplorasi objek belajar, melakukan penyelidikan, berdiskusi, dan mengembangkan pemikiran kritis masih terbatas. Hasil wawancara dengan siswa menunjukkan bahwa siswa lebih tertarik dan lebih mudah memahami materi ketika pembelajaran melibatkan kegiatan praktik, kerja kelompok, pengamatan langsung, serta pembuatan produk yang berkaitan dengan materi. Berdasarkan wawancara dengan guru Biologi kelas X, diketahui bahwa Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada mata pelajaran Biologi adalah 75. Namun, masih terdapat siswa yang belum mencapai kriteria tersebut. Siswa juga mengalami kesulitan dalam menganalisis dan menghubungkan konsep keanekaragaman hayati dengan fenomena yang terdapat di lingkungan sekitar. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penerapan model pembelajaran yang dapat memberikan pengalaman belajar lebih aktif, kontekstual, dan berorientasi pada pemecahan masalah.

Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah Project-Based Learning (PjBL). PjBL merupakan model pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pusat kegiatan pembelajaran melalui proses penyelesaian suatu proyek untuk menghasilkan produk tertentu. Pelaksanaan proyek memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan dan menganalisis informasi, bekerja sama, mengambil keputusan, serta mengevaluasi hasil pekerjaan. Proses tersebut memiliki keterkaitan erat dengan pengembangan kemampuan berpikir kritis. Riyadi et al. (2020) menunjukkan bahwa penerapan PjBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah menengah. Temuan tersebut diperkuat oleh Seftiani et al. (2021) melalui meta-analisis yang menunjukkan adanya pengaruh positif PjBL terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA. Khafah et al. (2023) juga menunjukkan bahwa PjBL dapat mendukung kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran Biologi. Penelitian Safarni et

al. (2025) menunjukkan bahwa penerapan PjBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas X pada pembelajaran Biologi. Selain itu, Losoh et al. (2025) menunjukkan relevansi PjBL dalam pembelajaran Biologi pada materi keanekaragaman hayati siswa kelas X.

Penerapan PjBL pada materi keanekaragaman hayati dalam penelitian ini dilakukan melalui kegiatan proyek pembuatan herbarium dengan bantuan LKPD. Kegiatan tersebut memungkinkan siswa berinteraksi secara langsung dengan objek yang dipelajari, mengidentifikasi keanekaragaman tumbuhan, mengolah informasi, serta menghasilkan produk sebagai bentuk hasil belajar. Dengan demikian, proses pembelajaran tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga memberikan pengalaman kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas yang nyata dan kontekstual.

Berdasarkan uraian tersebut, penerapan Project-Based Learning dipandang relevan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati kelas X SMAN 1 Masbagik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melibatkan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Penelitian dilaksanakan pada siswa kelas X SMAN 1 Masbagik pada materi keanekaragaman hayati. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan model Project-Based Learning (PjBL), sedangkan kelas kontrol memperoleh pembelajaran menggunakan metode pembelajaran konvensional.

Tabel 1. Desain penelitian

kelompok	Pre-Test	perlakuan	Post-Test
Kelas kontrol	O_1	X_1	O_2
Kelas eksperimen	O_3	X_2	O_4

Sumber : Sugiyono,(2022)

Keterangan :

O_1 : Pretest untuk Kelas Kontrol

O_2 : posttest untuk Kelas Kontrol

X_1 : Metode Konvensional

X_2 : Pembelajaran PjBL

O_3 : Tes Awal untuk Kelas Eksperimen

O_4 : Posttest untuk Kelas Eksperimen

Pada kelas eksperimen, penerapan PjBL dilaksanakan dengan bantuan LKPD dan proyek pembuatan herbarium. Kegiatan pembelajaran diarahkan agar siswa terlibat secara aktif dalam mengidentifikasi permasalahan, merencanakan kegiatan, melakukan pengamatan, mengumpulkan informasi, mengolah hasil pengamatan, menyusun produk, serta mempresentasikan hasil proyek. Kegiatan tersebut dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian berupa tes kemampuan berpikir kritis berbentuk soal uraian. Adapun Indikator kemampuan berpikir kritis adalah sebagai

berikut: Menjelaskan konsep (*Clarification*, membuat Infrensi (*Infrrence*), Mengevaluasi Argumen (*Evaluation*) Mengidentifikasi Asumsi (*Asumstion*), Memecahkan masalah (*Decision Making*). Instrumen Tes diberikan sebelum pembelajaran (pre-test) dan setelah pembelajaran (post-test). Data yang diperoleh dianalisis melalui uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas. Selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis menggunakan uji-t pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah proses pembelajaran. Data hasil pre-test dan post-test kedua kelas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Nilai Rata-rata Pre-test dan Post-test Kemampuan Berpikir Kritis

Kelas	Pre Test	Post Test	Peningkatan
Eksperimen	50,19	64,60	14,41
Kontrol	49,50	58,17	8,67

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata nilai pre-test kelas eksperimen sebesar 50,19 dan kelas kontrol sebesar 49,50. Selisih rata-rata kemampuan awal kedua kelas sebesar 0,69. Setelah diberikan perlakuan, rata-rata nilai post-test kelas eksperimen meningkat menjadi 64,60, sedangkan kelas kontrol meningkat menjadi 58,17. Dengan demikian, peningkatan rata-rata kelas eksperimen sebesar 14,41 poin, sedangkan kelas kontrol sebesar 8,67 poin.

Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Data	Lhitung	Ltabel	Keterangan
Pre-Test Eksperimen	0,08	0,15	Normal
Post-Test Eksperimen	0,14	0,15	Normal
Pre-Tes Kontrol	0,11	0,15	Normal
Pos-Test Kontrol	0,14	0,15	Normal

Berdasarkan Tabel 3, nilai Lhitung seluruh data lebih kecil daripada Ltabel sebesar 0,15. Dengan demikian, data pre-test dan post-test pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui kesamaan varians data. Hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Data	Fhitung	Ftabel	Keterangan
Pre-test	0,265	0,569	Homogen
Pos-Test	0,050	0,569	Homogen

Berdasarkan Tabel 4, nilai Fhitung pada data pre-test dan post-test lebih kecil daripada Ftabel sebesar 0,569. Dengan demikian, data penelitian dinyatakan homogen.

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji-t. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Hipotesis

Data	Thitung	Ttabel	Keterangan
Eksperimen	7,0966	1,9944	H0 ditolak
Kontrol	3,4396	1,9944	H0 ditolak

Berdasarkan Tabel 5, nilai t hitung kelas eksperimen sebesar 7,0966 lebih besar daripada t tabel sebesar 1,9944 pada taraf signifikansi 5%. Dengan demikian, H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Ada pengaruh terdapat Model Project Based learnin (PJBL) Terhadap kemampuan berpikir kritis siswa siswa. Nilai rata-rata kelas eksperimen meningkat dari 50,19 menjadi 64,60 atau mengalami peningkatan sebesar 14,41 poin. Sementara itu, kelas kontrol meningkat dari 49,50 menjadi 58,17 atau mengalami peningkatan sebesar 8,67 poin. Perbedaan peningkatan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Pengaruh Projec Based Learning (PJBL) terhadap kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen berkaitan dengan karakteristik PjBL yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat langsung dalam proses pembelajaran. Melalui proyek pembuatan herbarium, siswa tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi juga melakukan pengamatan terhadap objek, mengidentifikasi karakteristik tumbuhan, mengumpulkan informasi, berdiskusi, mengolah hasil pengamatan, dan menghasilkan produk. Aktivitas tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk menganalisis informasi, memberikan alasan, menghubungkan konsep dengan objek nyata, serta mengambil keputusan berdasarkan hasil pengamatan.

Penerapan PjBL juga menjadikan proses pembelajaran lebih kontekstual. Materi keanekaragaman hayati yang sebelumnya dipahami melalui konsep dapat dihubungkan secara langsung dengan objek tumbuhan yang berada di lingkungan sekitar siswa. Kegiatan pengumpulan dan identifikasi tumbuhan dalam proyek herbarium mendorong siswa untuk mengamati karakteristik objek secara lebih teliti. Selanjutnya, siswa mengolah hasil pengamatan dan mengomunikasikan hasilnya melalui produk yang dihasilkan. Rangkaian aktivitas tersebut memberikan pengalaman belajar yang mendukung perkembangan kemampuan berpikir kritis.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Riyadi et al. (2020) yang menunjukkan bahwa PjBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah menengah pada pembelajaran. PjBL memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam proses penyelidikan dan penyelesaian tugas secara bertahap. Kegiatan tersebut mendukung siswa dalam mengembangkan kemampuan menganalisis informasi, mengevaluasi hasil, dan menyusun solusi berdasarkan proses pembelajaran yang dilakukan.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Seftiani et al. (2021) yang melalui meta-analisis menemukan adanya pengaruh positif model Project-Based Learning terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA. PjBL memberikan pengalaman belajar yang memungkinkan siswa menghadapi permasalahan atau tugas yang harus diselesaikan melalui proses penyelidikan, pengumpulan informasi, pengolahan informasi, dan

penyusunan hasil. Proses tersebut memberikan ruang kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir pada tingkat yang lebih tinggi.

Dalam pembelajaran Biologi, Khafah et al. (2023) menunjukkan bahwa penerapan PjBL dapat mendukung kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa. Temuan tersebut relevan dengan penelitian ini karena kegiatan proyek dalam pembelajaran Biologi memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan melalui aktivitas yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada proses penyelidikan dan penyelesaian masalah.

Temuan tersebut semakin diperkuat oleh penelitian Safarni et al. (2025) pada pembelajaran Biologi kelas X yang menunjukkan bahwa penerapan PjBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, khususnya pada aspek analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa PjBL relevan digunakan dalam pembelajaran Biologi karena kegiatan proyek dapat menghubungkan konsep dengan aktivitas nyata serta mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Hasil penelitian Losoh et al. (2025) juga memiliki keterkaitan yang kuat dengan penelitian ini karena menerapkan model Project-Based Learning pada materi keanekaragaman hayati siswa kelas X. Hal tersebut memperkuat bahwa materi keanekaragaman hayati dapat dikembangkan melalui pembelajaran berbasis proyek karena karakteristik materinya memungkinkan siswa melakukan pengamatan terhadap objek dan fenomena yang terdapat di lingkungan sekitar.

Pada kelas kontrol, peningkatan nilai rata-rata dari 49,50 menjadi 58,17 menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional tetap memberikan perubahan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Namun, peningkatannya lebih rendah dibandingkan kelas eksperimen. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena pembelajaran PjBL memberikan kesempatan yang lebih luas kepada siswa untuk melakukan aktivitas penyelidikan, diskusi, pemecahan masalah, dan menghasilkan produk. Sementara itu, pembelajaran konvensional cenderung lebih berpusat pada penyampaian informasi dan aktivitas pembelajaran yang tidak melibatkan siswa secara intensif dalam proses penyelidikan.

Hasil uji-t semakin memperkuat temuan tersebut. Nilai thitung sebesar 7,0966 lebih besar daripada ttabel sebesar 1,9944 pada taraf signifikansi 5%, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat pengaruh model Project-Based Learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol didukung oleh hasil analisis statistik.

Dengan demikian, penerapan PjBL melalui proyek pembuatan herbarium dapat menjadi salah satu alternatif pembelajaran Biologi yang memberikan pengalaman belajar secara langsung, kontekstual, dan berorientasi pada aktivitas siswa. Proses pengamatan, identifikasi, pengumpulan informasi, diskusi, pengolahan data, penyusunan produk, dan presentasi hasil proyek memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Pembelajaran keanekaragaman hayati melalui proyek juga dapat membantu siswa memahami bahwa konsep Biologi memiliki keterkaitan dengan objek dan fenomena yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) terhadap kemampuan

berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati kelas X SMAN 1 Masbagik. Hal tersebut ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen dari **50,19 pada pre-test menjadi 64,60 pada post-test**, dengan peningkatan sebesar **14,41 poin**. Sementara itu, kelas kontrol mengalami peningkatan dari **49,50 pada pre-test menjadi 58,17 pada post-test**, dengan peningkatan sebesar **8,67 poin**. Hasil uji-t menunjukkan nilai **thitung 7,0966 > ttabel 1,9944** pada taraf signifikansi 5%, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, model Project-Based Learning dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pembelajaran Biologi yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa melalui kegiatan proyek yang aktif, kontekstual, dan menghasilkan produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariadila, S. S. (2023). Analisis pentingnya keterampilan berpikir kritis terhadap Pembelajaran bagi siswa. *Jurnal ilmiah wahana pendidikan*, 664.
- Asyafah, A. (2019). Menimbang model pembelajaran (kajian teoretis-kritis atas *islamic education*, 23.
- Amri Apriansyah, D. K., dkk. (2020). *Project Based Learning Model on Elementary School Students' Science Process Skills and Creative Thinking Skills*. Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar.
- Fadli, M. U. (2021). Teori belajar humanistik Carl Rogers dan Implementasinya dalam pendidikan agama Islam. *Al Ghazali: Jurnal Kajian Pendidikan Islam dan Humaniora*, 4(1).
- Jurnal Serunai Matematika. (2023). *Analisis uji homogenitas menggunakan uji Fisher dalam penelitian eksperimen pendidikan*. STKIP Budidaya Binjai.
- Lin Herlina, M. T. R., & Nurcahya, M. A. (2020). *Pembelajaran Project-Based Learning dalam Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa*. Jurnal Bidayatuna.
- Losoh, D. D., Mamangkey, J. J., & Tanor, M. N. (2025). Model Project-Based Learning pada pembelajaran Biologi materi keanekaragaman hayati: Pengaruhnya bagi hasil belajar siswa SMA Negeri 1 Melonguane. *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika dan Biologi*, 1(4).
- Khafah, F., Suprpto, P. K., & Nuryadin, E. (2023). The effect of project-based learning model on students' critical and creative thinking skills in the ecosystem concept. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3).
- Madhakomala., Aisyah,L., Rizqiqa, F,N., Putri, F,D., Nulhaq,S. (2022). Kurikulum merdeka dalam perspektif pemikiran pendidikan paulo freire. *At-Ta`lim : Jurnal Pendidikan*, 163.
- Mulyasa, H,E. (2023). *Implementasi kurikulum merdeka*. Jakarta Timur: PT Bumi Aksara.
- Nababan,D., Marpaung,A,K., & Koresy,A. (2023). Strategi pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* (PjBL). *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 706.
- Nasution, A,F., Ningsih,S., Silva, M,F., Suharti,L., & Harahap,J,P. (2023). Konsep dan implementasi kurikulum merdeka. *COMPETITIVE: Journal of Education*, 202.
- Pujana, G. (2023). Analisis kepuasan pengguna e-rapor menggunakan metode end user computing satisfaction (eucs) di smp negri 1 sukasada. *Kumpulan artikel mahasiswa pendidikan teknik informatika*, 61.

- Rahayu, H., Purwanto, J., & Hasanah, D. (2017). *Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Tinggi Siswa*. Compton: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika.
- Rahman, A., & Sari, D.P. (2019). *Statistika Pendidikan dan Penelitian*. Yogyakarta: Deepublis.
- Ramadhan, E.H., Hindun, H. (2023). Penerapan model pembelajaran berbasis Project Based Learning (PjBL) (PjBL) untuk membantu siswa berpikir kreatif . *Jurnal Bahasa, Sastra, Budaya, dan Pengajarannya (Protasis)*, 43-54.
- Ramadhan, M.F., Siroj, R.A., & Afgani, M.W. (2024). Validitas and reliabilitas . *Journal on Education* , 10970.
- Rosyidi, A. M. (2017). Model dan strategi pembelajaran diklat (kajian alternatif yang efektif). *Andragogi jurnal diklat teknis* , 101.
- Riyadi, A. S., Alimah, S., & Saptono, S. (2020). Effectiveness of Project Based Learning Model on Collaborative Ability and Critical Thinking of Senior High School Students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 210–219.
- Safarni, S., Shamdaz, G. B. N., Windarsih, Y., Jamhari, M., Lilies, L., & Astija, A. (2025). Penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas X MIA 1 SMA Negeri 2 Sirenja pada pelajaran Biologi. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 1216–1228.
- Seftiani, S., Zulyusri, Z., Arsih, F., & Lufri, L. (2021). Meta-analisis pengaruh model pembelajaran Project Based Learning terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 7(2).
- Sari, L., & Gunawan, I. (2021). *Implementasi Project-Based Learning dalam Meningkatkan Self-Regulated Learning Siswa*. Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta cv.
- Thomas, J. W. (2020). *A Review of Research on Project-Based Learning*. The Autodesk Foundation.