



Analysis of Teaching Module Needs Based on the PjBL-RAHMA Model for Virus and Bacteria Material Phase E SMA/MA

Analisis Kebutuhan Modul Ajar Berbasis Model PjBL-RAHMA pada Materi Virus dan Bakteri Fase E SMA/MA

Fadhilah Afifah¹⁾, Rahmawati Darussyamsu²⁾, Muhyiatul Fadilah³⁾, Fitri Arsih⁴⁾
¹⁾²⁾³⁾⁴⁾Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
 Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia
 Email: fadhilahafifah158@gmail.com

INFO ARTIKEL	ABSTRACT
Sejarah Artikel Dikirim: 9 Oktober 2025 Direvisi: 25 Oktober 2025 Diterima: 1 November 2025 Dipublikasi: 6 November 2025	<i>This study aims to analyze the need for developing a Project Based Learning (PjBL) RAHMA teaching module on the topic of viruses and bacteria for 12th-grade high school students. The method used is descriptive, employing interviews with biology teachers and distributing student needs questionnaires. The results of the study show that based on interviews with teachers, there is a desire to improve students' creativity and collaboration skills in learning activities. Additionally, based on the analysis of student needs questionnaires, it was found that 36.3% of students experience difficulties with the topic of bacteria and 31.1% with viruses, due to dense content and numerous scientific terms. Students want learning materials that are engaging, easy to understand, and accompanied by images (39.4%). In addition, 32.4% of students prefer hands-on learning, indicating that the implementation of a contextual project-based learning model has the potential to enhance students' creativity and collaboration skills. Therefore, the development of PjBL-RAHMA-based teaching modules is considered relevant to improve students' understanding and active engagement in biology learning.</i>
Kata Kunci <i>Analisis kebutuhan, Bahan ajar, Model PjBL-RAHMA, Virus, Bakteri</i>	ABSTRAK Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan modul ajar berbasis <i>Project Based Learning (PjBL)</i> RAHMA pada materi virus dan bakteri fase E SMA. Metode yang digunakan adalah deskriptif dengan teknik wawancara guru biologi dan penyebaran angket kebutuhan peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan wawancara dengan guru mengharapkan adanya peningkatan keterampilan kreativitas dan kolaborasi peserta didik dalam kegiatan pembelajaran serta berdasarkan hasil analisis angket kebutuhan peserta didik ditemukan bahwa sebanyak 36,3% peserta didik mengalami kesulitan pada materi bakteri dan 31,1% pada materi virus, disebabkan oleh materi yang padat dan banyak istilah ilmiah. Peserta didik menginginkan bahan ajar yang menarik, mudah dipahami, dan dilengkapi gambar (39,4%). Selain itu, 32,4% peserta didik menyukai pembelajaran praktik langsung, menunjukkan potensi penerapan model pembelajaran berbasis proyek yang bersifat kontekstual dapat meningkatkan kemampuan kreativitas dan kolaborasi peserta didik. Sehingga dengan demikian, pengembangan modul ajar berbasis PjBL-RAHMA dinilai relevan untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran biologi.

How to cite artikel ?

Afifah, F, Darussyamsu, R., Fadilah, M., & Arsih, F. (2025) Analisis Kebutuhan Modul Ajar Berbasis Model *PjBL*-RAHMA pada Materi Virus dan Bakteri Fase E SMA/MA. *Bioeducation Journal*. Vol 9(2), 1-8

Copyright © 2025, Afifah et al, This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license

**PENDAHULUAN**

Pembelajaran biologi memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah, keterampilan dalam menyelesaikan masalah, serta sikap peduli terhadap sekitar. Biologi sebagai ilmu yang mempelajari kehidupan menuntut peserta didik untuk memahami konsep melalui pengalaman empiris dan kegiatan ilmiah yang terstruktur. Hal ini sejalan dengan penelitian Hamdani (2019) yang menyatakan bahwa dalam pembelajaran biologi, kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan agar peserta didik mampu menyelesaikan permasalahan yang muncul selama kegiatan praktikum. Biologi merupakan bagian dari pembelajaran ilmiah dimana pengetahuan dikembangkan dan dipahami melalui langkah-langkah ilmiah yang diterapkan secara praktis (Prihatiningtyas & Tijanuddarori, 2021). Dengan demikian, pendidikan biologi berperan penting dalam memberikan pemahaman dasar tentang kehidupan serta interaksi antara individu serta lingkungan. Melalui pembelajaran biologi, peserta didik diharapkan memperoleh keterampilan untuk mempelajari objek biologi, mengidentifikasi fakta, serta merumuskan konsep dan prinsip-prinsip ilmiah dalam biologi melalui kegiatan observasi dan percobaan (Utami & Jumadi, 2025).

Sebagai implementasi dari prinsip tersebut, Kurikulum Merdeka mengarahkan pembelajaran pada pencapaian pemahaman yang mendalam (*deep learning*) melalui pengalaman belajar yang bersifat nyata dan kontekstual. Pendekatan kontekstual menekankan pembelajaran yang implementasi pengalaman nyata atau kontekstual ke dalam kegiatan pembelajaran serta mendorong peserta didik untuk mengaitkan pengetahuan yang telah dipelajari dengan penerapan dalam kehidupan (Maryati, 2017). Pendekatan yang mengacu pada konteks memungkinkan peserta didik mendapatkan pengetahuan dan keterampilan dari konteks yang nyata, serta mengonstruksi sendiri pemahaman mereka sebagai persiapan untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan peserta didik.

Dalam Kurikulum Merdeka Kemendikbudristek (2025) menetapkan bahwa capaian pembelajaran biologi fase E mencakup peserta didik memahami proses klasifikasi makhluk hidup, peranan virus, bakteri, dan jamur dalam kehidupan. Materi virus dan bakteri relevan dengan penerapan pembelajaran kontekstual karena keterkaitannya yang erat dengan berbagai aspek kehidupan sehari-hari, seperti kesehatan, lingkungan, dan industri pangan. Melalui pembelajaran kontekstual, peserta didik dapat mengaitkan konsep teoretis tentang struktur, reproduksi, serta peranan mikroorganisme dengan keadaan nyata yang ada di sekitar. Oleh karena itu pembelajaran kontekstual tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, namun juga mendorong terbentuknya pemahaman bermakna dan sikap ilmiah.

Pada pelaksanaannya materi virus dan bakteri merupakan salah satu topik yang menantang karena memuat konsep-konsep kompleks dan mengandung banyak istilah asing bagi sebagian besar peserta didik. Hal ini sejalan dengan pendapat Darmawan (2020) materi virus memiliki sifat yang tidak dapat diamati langsung sehingga dalam kegiatan pembelajaran guru perlu berupaya mendekatkan pemahaman materi virus secara konseptual kepada peserta didik. Sementara menurut penelitian yang dilakukan oleh Rakhmawati dkk., (2022) pembelajaran bakteri sukar dipahami pada bagian karakteristik, klasifikasi dan reproduksi bakteri, namun pada bagian peranan serta definisi memiliki tingkat kesulitan sedang. Pemahaman terhadap materi virus dan bakteri memerlukan pendekatan pembelajaran yang dapat meningkatkan keterlibatan aktif dan pemrosesan pemahaman secara mendalam.

Pembelajaran yang dapat diimplementasikan dengan menekankan pentingnya pencapaian pembelajaran bermakna menggunakan penguatan pembelajaran mendalam (*deep learning*). *Deep learning* dapat dijadikan pendekatan pembelajaran yang mendalam agar peserta didik dapat memahami serta mengimplementasikan pengetahuan yang diperoleh ke lingkungan (Akmal dkk., 2025). *Deep learning* menekankan pembelajaran

aktif serta berdasarkan masalah atau *problem-based*, Melalui kegiatan tanya jawab, kerjasama, atau kegiatan berorientasi proyek, peserta didik dilatih mengatasi permasalahan nyata secara mandiri maupun dalam kelompok untuk meningkatkan kemampuan analitis dan kreatif (Hidayat & Haryati, 2025). Sedangkan menurut Hamdani & Rahmawati (2021) kegiatan pembelajaran akan lebih bermakna apabila kegiatan pembelajaran digabungkan dengan aktivitas dan kebiasaan yang ada di lingkungan peserta didik digunakan sebagai sumber belajar.

Pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning/ PjBL*) adalah metode pembelajaran yang memberikan peluang bagi peserta didik untuk mengatasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, baik individu maupun kelompok (Amelia & Aisyah, 2021). Pembelajaran berbasis proyek memusatkan peserta didik untuk fokus pada proses dan masalah yang dihadapi serta pembelajaran yang dapat memadukan konsep pengetahuan dan disiplin ilmu (Kristanti, dkk., 2017). Model berbasis proyek memungkinkan pembelajaran yang berorientasi pada: (1) perluas pengetahuan melalui kegiatan kurikuler autentik; (2) membangun pengetahuan melalui pengalaman nyata secara komparatif; dan (3) mengembangkan pengetahuan dan keterampilan peserta didik melalui tugas otentik (Husna, dkk., 2024). Model PjBL secara umum membuat peserta didik mengalami proses pembelajaran secara bermakna, peserta didik membangun pengetahuan dalam konteks pengalamannya sendiri dan belajar melalui pengalaman langsung (Azzahra, dkk., 2024). Model *PjBL* memberikan ruang bagi peserta didik untuk berkolaborasi, berpikir kritis, menyelesaikan masalah nyata, serta membangun pengetahuan melalui proyek yang kontekstual.

Penerapan PjBL secara tepat mampu mengembangkan berbagai keterampilan abad ke-21 beberapa keterampilan tersebut meliputi kemampuan berpikir kritis, komunikasi efektif, kolaborasi tim, dan kreativitas. *PjBL* memiliki kemampuan untuk mengaplikasikan keterampilan abad 21 terutama berpikir kreatif (kreativitas), karena PjBL dapat mengaitkan teori dengan aplikasi nyata serta meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, berkomunikasi, dan kerja sama (Muhammad dkk., 2022). Namun seringkali pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek yang dilakukan selama ini cenderung berfokus pada penyelesaian proyek demi menghasilkan produk akhir semata, bukan pada proses berpikir dan alasan pemilihan solusi yang dihasilkan peserta didik. Hal ini sesuai dengan temuan Jalinus, dkk. (2017) dimana pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek yang hanya berfokus pada hasil berdampak negatif terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis dan problem solving yang seharusnya menjadi tujuan utama dari penerapan *PjBL*.

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan metode pembelajaran berbasis proyek yang mampu menggabungkan pembelajaran aktif, kolaboratif, dan kontekstual yang tidak hanya menjadikan hasil sebagai fokus utama, namun pada tahapan yang dilakukan selama kegiatan pembelajaran. Salah satu pendekatan yang relevan yaitu *Project Based Learning* terintegrasi RAHMA. Model *PjBL-RAHMA* yang dikembangkan oleh Darussyamsu dkk., (2024) merupakan pengembangan model *PjBL* dengan sintaks *Recognize the problem, Analyse the problem, Handle a project, Monitor the progress*, dan *Assess the result*. Model *PjBL-RAHMA* menekankan pentingnya proses pembelajaran melalui tahap *Monitor the progress* (memantau pelaksanaan proyek) pada setiap tahapan kegiatan, sehingga pembelajaran tidak hanya berfokus pada hasil akhir proyek, tetapi juga pada proses yang dijalani peserta didik. Sehingga penerapan model *PjBL-RAHMA* dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan sikap ilmiah peserta didik.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif menggunakan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan kebutuhan pengembangan modul ajar berbasis model *Project Based Learning-RAHMA* pada materi virus dan bakteri, dilakukan di SMAN 1 Nan Sabaris semester ganjil tahun pelajaran 2024/2025. Penelitian dilakukan dengan wawancara guru biologi dan peserta didik fase E sebagai subjek penelitian. Pendekatan ini dipilih untuk memungkinkan peneliti mendapatkan gambaran mendalam mengenai kondisi nyata pembelajaran di sekolah serta kebutuhan guru dan peserta didik terhadap bahan ajar yang relevan (Sugiyono, 2019). Teknik pengumpulan data penelitian adalah respon wawancara guru mata pelajaran biologi serta respon angket peserta didik. Langkah penelitian dilakukan sebagai berikut: (1). Melakukan observasi dan wawancara dengan guru biologi di sekolah serta melakukan penyebaran angket kepada peserta didik sebagai

langkah awal mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan dalam proses pembelajaran (2). Setelah pengumpulan data, selanjutnya dilakukan pengelompokan serta pengarahannya yang diperlukan, (3). Mendeskripsikan data yang telah diidentifikasi untuk dapat disampaikan dengan baik, (4). Mengkomunikasikan data hasil penelitian dengan membuat laporan hasil penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis kebutuhan pengembangan modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri dilakukan mengacu pada kondisi yang terjadi di sekolah, bertujuan untuk memastikan kebutuhan pengembangan modul ajar berbasis model *PjBL-RAHMA* di sekolah. Maka dalam penelitian ini akan mendeskripsikan beberapa informasi yang didapatkan dari hasil wawancara dengan guru mata pelajaran biologi di sekolah dan pengisian angket lembar kebutuhan peserta didik kepada 30 peserta didik fase E yang menjadi landasan dalam pengembangan modul ajar berbasis modul *PjBL-RAHMA* pada materi virus dan bakteri fase E.

Hasil wawancara bersama guru biologi menunjukkan bahwa terdapat beberapa tantangan dalam pengajaran mengenai virus dan bakteri. Salah satu kendala utama yaitu rendahnya perhatian peserta didik selama proses pembelajaran, Sebagian besar peserta didik merasa kesulitan memahami materi karena tingkat kepadatan materi yang tinggi dan banyaknya istilah asing. Disamping itu berdasarkan hasil wawancara didapatkan bahwa guru mengharapkan terdapat peningkatan kemampuan kreativitas dan kemampuan kolaborasi dalam kegiatan pembelajaran, karena kemampuan kreativitas dan kemampuan kolaborasi sangat diperlukan untuk mendukung perkembangan pembelajaran kedepannya.

Berdasarkan hasil analisis angket kebutuhan awal, diketahui bahwa sebagian besar peserta didik mengalami tantangan dalam menerapkan konsep materi virus dan bakteri. Sebanyak 36,3% peserta didik menyatakan mengalami kesulitan pada materi bakteri, sedangkan 31,1% peserta didik mengalami kesulitan pada materi virus. Disamping itu, terdapat pula peserta didik yang mengalami kesulitan pada materi keanekaragaman hayati sebesar 13,6%, dan pada materi jamur sebesar 18,1%, data hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1: Materi Pembelajaran yang Dianggap Sulit Dipahami oleh Peserta Didik

Penyataan	Jumlah	Presentase
Kesulitan yang dialami		
Keanekaragaman hayati	6/44	13,6
Virus	14/44	31,1
Bakteri	16/44	36,3
jamur	8/44	18,1
Alasan memilih		
Materi terlalu banyak	22/72	30,5
Materi bersifat hafalan	8/72	11,1
Materi rumit	11/72	15,3
Materi tidak dapat diamati secara langsung	7/72	9,7
Banyak istilah yang membingungkan	14/72	19,4
Bahan ajar pembelajaran kurang menarik	10/72	13,8

Tabel 1 menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep materi disebabkan oleh materi yang padat dan kompleks, serta penggunaan terdapat banyak istilah asing yang membingungkan bagi peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa perlunya pelaksanaan pembelajaran yang mampu menyederhanakan konsep dan mengaitkan dengan pengalaman nyata yang dekat dengan peserta didik sehingga dapat memudahkan pemahaman konsep materi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Mailani, dkk. (2024) menunjukkan peningkatan hasil studi dengan penerapan pembelajaran yang dikaitkan dengan pengalaman nyata dan relevan dengan pembelajaran peserta didik.

Tabel 2: Kriteria bahan ajar bagi peserta didik dan kondisi bahan ajar yang ada di sekolah.

Penyataan	Jumlah	Presentase
Kendala/kekurangan dalam penggunaan bahan ajar saat ini		
Sulit untuk dibawa kemana-mana	1/31	3,2
Tampilan yang kurang menarik	8/31	25,8
Banyak mengeluarkan biaya	4/31	12,9
Bahasa sulit dipahami	7/31	22,5
Kurangnya gambar dan penjelasannya	11/31	35,4
Kriteria bahan ajar pembelajaran yang baik menurut peserta didik		
Bacaan disertai gambar	11/38	28,9
Menggunakan bahasa yang mudah dipahami	7/38	18,4
Materi yang disampaikan lengkap, singkat, dan mudah dimengerti	15/38	39,4
Bisa diakses kapanpun dan dimanapun	3/38	7,8
Lainya	2/38	5,2

Seluruh peserta didik menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar sangat membantu dalam kegiatan pembelajaran biologi. Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan kriteria bahan ajar yang diharapkan oleh peserta didik antara lain: materi yang lengkap, singkat, serta mudah dipahami (39,4%), dan bahan bacaan yang disertai gambar pendukung (28,9%). Namun, bahan ajar yang biasa digunakan saat ini dinilai memiliki kekurangan, yaitu kurang dilengkapi gambar dan penjelasan (35,4%) serta memiliki tampilan yang kurang menarik (25,8%). Kondisi ini menyebabkan proses pembelajaran terasa monoton dan berdampak pada rendahnya pemahaman peserta didik terhadap materi biologi yang bersifat abstrak. Menurut Magdalena, dkk. (2020) bahan ajar adalah element yang sangat penting dalam proses belajar dan merupakan salah satu komponen dari sumber ajar yang mengandung informasi sehingga dapat digunakan untuk pelaksanaan pembelajaran.

Berdasarkan jawaban terhadap pertanyaan mengenai cara peserta didik mempelajari mata pelajaran biologi, diperoleh bahwa 40,5% peserta didik lebih suka mempelajari materi dengan membaca, sedangkan 32,4% peserta didik menyukai pembelajaran melalui praktik langsung. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik telah memiliki kecenderungan belajar melalui pengalaman langsung atau kegiatan praktik, yang merupakan salah satu karakteristik utama dalam pembelajaran berbasis proyek (Project Based Learning).

Berdasarkan temuan tersebut, pengembangan modul ajar berbasis model PjBL-RAHMA menjadi relevan untuk mengatasi kendala dan memenuhi harapan peserta didik. Modul ajar PjBL-RAHMA dirancang untuk menyederhanakan konsep yang kompleks, mengaitkan materi dengan fenomena sehari-hari, dan menyediakan pengalaman praktik sesuai karakteristik belajar peserta didik. Dengan modul PjBL-RAHMA, peserta didik tidak hanya mempelajari konsep secara teoritis, tetapi juga dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi. Untuk menjawab kebutuhan peserta didik terhadap pembelajaran yang lebih aktif dan berbasis pengalaman, sintaks PjBL-RAHMA diterapkan sebagai kerangka pengembangan modul ajar. Tahapan sintaks model PjBL-RAHMA yang dikembangkan oleh Darussyamsu dkk., (2024) dapat dijelaskan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3: Prinsip Penerapan Model Pembelajaran RAHMA

Sintaks	Penerapan
Fase 1 <i>Recognize the problem</i> (Orientasi permasalahan nyata)	Memberikan arahan untuk melakukan observasi dan menemukan permasalahan
Fase 2 <i>Analyze the problem</i> (Analisis masalah)	Memberikan stimulus dan motivasi untuk merumuskan masalah dan solusi pemecahan masalah
Fase 3	Merancang skenario proyek yang akan dilakukan

Sintaks	Penerapan
<i>Handle a project</i> (merancang project)	Menyusun jadwal pelaksanaan proyek Mereview proyek yang akan dilakukan Merevisi proyek yang akan dilakukan Menguji coba proyek yang akan dilakukan
Fase 4 <i>Monitor the progress</i> (memonitoring perkembangan project)	Melakukan pengawasan terhadap perkembangan pelaksanaan penyelesaian proyek
Fase 5 <i>Assess the result</i> (menilai hasil dan menyimpulkan)	Peserta didik menilai hasil dan menyimpulkan berdasarkan tahapan proyek

Berdasarkan Tabel 3. Tahapan Recognize the problem dan Analyse the problem memungkinkan peserta didik memahami konsep virus dan bakteri secara bertahap dan kontekstual, sehingga kesulitan terhadap materi yang abstrak dapat dikurangi. Tahap *Handle the project* dan *Monitor the progress* mendorong keterlibatan aktif, kreativitas, dan kolaborasi peserta didik dalam menyelesaikan proyek, sedangkan *Assess the result* menekankan pemahaman proses belajar, bukan hanya hasil akhir (Darussyamsu dkk., 2025). Hal ini sejalan dengan pendapat Darwis, dkk. (2025) bahwa pembelajaran yang berfokus pada proyek dapat membangun suasana belajar yang saling mendukung, dimana peserta didik dapat saling bertukar gagasan dan berkolaborasi dengan teman sebaya. Pembelajaran proyek yang hanya memfasilitasi pengembangan keterampilan sosial dan kognitif yang penting untuk berfikir secara kritis, namun juga menghargai berbagai pandangan dan perluasan pengetahuan.

Penerapan modul ajar berbasis PjBL-RAHMA diharapkan mendorong pembelajaran aktif, kolaboratif, dan kontekstual, menyederhanakan konsep kompleks, mengaitkan materi dengan fenomena sehari-hari, serta menyediakan pengalaman praktik. Dengan demikian, modul ini mendukung peningkatan pemahaman konseptual, keterampilan abad 21, dan sikap ilmiah peserta didik pada materi virus dan bakteri.

PENUTUP

Penelitian analisis kebutuhan modul ajar berbasis model *Pjbl*-RAHMA dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Peserta didik mengalami kesulitan belajar pada materi virus dan bakteri, dengan persentase masing-masing 36,3% dan 31,1%, disebabkan oleh materi yang terlalu banyak, kompleks, dan banyak istilah ilmiah yang membingungkan.
2. Bahan ajar yang digunakan di sekolah belum memenuhi kebutuhan peserta didik, karena dinilai memiliki tampilan yang kurang menarik (25,8%) serta minim gambar dan penjelasan (35,4%).
3. Peserta didik membutuhkan bahan ajar yang lebih interaktif dan kontekstual, dengan karakteristik materi yang singkat, mudah dipahami (39,4%), dan disertai ilustrasi pendukung (28,9%).
4. Kecenderungan belajar peserta didik menunjukkan potensi penerapan model PjBL, di mana 32,4% peserta didik menyukai belajar melalui praktik langsung, yang sejalan dengan karakteristik pembelajaran berbasis proyek.
5. Berdasarkan hasil wawancara dan analisis kebutuhan, pengembangan modul ajar berbasis PjBL-RAHMA pada materi virus dan bakteri dinilai sangat relevan untuk meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik serta pemahaman konseptual melalui kegiatan proyek yang bermakna.

REFERENSI

- Akmal, A. N., Maelasari, N., Ilmu, T., & Islam, P. (2025). Pemahaman Deep Learning dalam Pendidikan : Analisis Literatur melalui Metode *Systematic Literature Review* (SLR). *Jiip (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)* 8(10). <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i11>
- Amelia, N., & Aisya, N. (2021). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) Dan Penerapannya Pada Anak Usia Dini Di Tk It Al-Farabi. *BUHUTS AL ATHFAL: Jurnal Pendidikan dan Anak Usia Dini*, 1(2), 181–199. <https://doi.org/10.24952/alathfal.v1i2.3912>

- Darmawan, H. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif dan Lembar Kerja Siswa pada Materi Virus. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*. 5(1), 27–36. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v5i1.573>
- Darussyamsu, R., Lufri, L., Ahda, Y., Alberida, H., Ambiyar, A., & Samsudin, S. (2024). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Proyek Model dengan Sintaks RAHMA untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Calon Guru Biologi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(4), 688–699. <https://doi.org/10.15294/jpii.v13i4.16629>
- Darussyamsu, R., Lufri, L., Ahda, Y., Samsudin, S., & Kristiawan, M. (2025). The Use Of Innovative Project-Based Learning To Elevate Pre- Service Teachers ' Critical And Creative Thinking Skills Keyword. *International Journal of Education and Practice*, 13(2), 405–430. <https://doi.org/10.18488/61.v13i2.4063>
- Handani, M., Rayitno, B. A., & Karyanto, P. (2020). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Metode Eksperimen. *Proceeding Biology Education Conference* Vol. 16 (1): 139-145
- Hidayat, A. G., & Haryati, T. (2025). Analysis of Learning Effectiveness Using the Deep Learning Approach in Elementary Schools. *Kurikula : Jurnal Pendidikan*, 9(2), 126–139. <https://doi.org/10.56997/kurikula.v9i2.2083>
- Jalinus, N., Nabawi, R. A., & Mardin, A. (2017). The Seven Steps of Project Based Learning Model To Enhance Productive Competences of Vocational Students. *Proceedings of the International Conference on Technology and Vocational Teachers (ICTVT 2017)*. <https://doi.org/10.2991/ictvt-17.2017.43>
- Kemendikbudristek. (2022). Capaian Pembelajaran Sekolah Menengah Atas (SMA)/Madrasah Aliyah (MA): Mata Pelajaran Biologi Fase E. *Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah*.
- Maryati, I. (2017). Peningkatan Kemampuan Penalaran Statistis Siswa Sekolah Menengah Pertama Melalui Pembelajaran Kontekstual. *Jurnal Mosharafa* ,6 (1)
- Muhammad, R, Febrianti,V,P., Nurhasanah, A., & Muhajir, S,N. (2022). Telaah Literatur: Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap Kreativitas Siswa Guna Mendukung Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 5(1), 80–85. <https://doi.org/10.21009/jpi.051.10>
- Prihatiningtyas, S., & Tijanuddarori, M. W. (2021). Media Interaktif E-Modul Biologi Materi Virus sebagai Pendukung Pembelajaran Daring di MAN 3 Jombang. *JoEMS (Journal of Education and Management Studies)*, 4(3), 1–8. <https://doi.org/10.32764/joems.v4i3.460>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabet
- Utami, R. B., & Jumadi, J. (2025). *Filsafat Pedagogi kritis dalam Pendidikan Biologi : Membentuk Generasi dengan Kesadaran Kritis*. Bayfa Cendekia Indonesia.
- Rakhmawati, A. (2022). Identifikasi Materi Sulit Kompetensi Dasar Bakteri pada Siswa kelas X Semester 1 di SMS Negeri 1 Kota Mungkid. *Jurnal Edukasi Biologi* 8 (1)
- Mailan, E., Rarastika, N., Chintya, F., & Sinaga, D, I, B. (2024). Efektifitas LKPD Matematika Berbasis Pendekatan Realistik dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SD. *Jurnal HUKUM Motivasi Pendidikan Masyarakat dan Bahasa Harapan*
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah., & Amalia, D, A. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Nusantara : Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*
- Darwis, M., Azizaah, N., Rofiqoh, S., & odi, M. (2025). Peran Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. 2 (2)

- Hamdani, H., & Rahmawati, F. (2021). Hasil Uji Keterbacaan Modul 6M Berbasis Project Based Learning pada Peserta Didik di SMA Negeri 1 Brangrea. *Bioscientist : Jurnal* 10.33394/bioscientist.v9i2.4352
- Kristanti, Dyah, Y., Subiki, S., & Handayani, R.D. (2017). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning Model) pada Pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika* 5(2):122–28.
- Husna, S., Arsih, F., Fuadiyah, S., & Rahmi, F. O. (2024). Analisis Kebutuhan Pengembangan Lkpd Materi Bioteknologi Berbasis Project Based Learning Terintegrasi Kearifan Lokal Pada Fase E Untuk SMA *Biogenerasi. Jurnal Pendidikan Biologi* 9(2):1317–22. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v9i2.4270>
- Azzahra, U., Arsih, F., & Alberida, H. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi : Literature Review. *Biodik* 10(2):156–61. doi: 10.22437/biodik.v10i2.33827.