

**ANALISIS KEBUTUHAN IMPLEMENTASI PROJECT BASED LEARNING
BERBASIS STEM UNTUK MENGEMBANGKAN LITERASI NEUROSAINS
PADA MATERI SISTEM SARAF**

Auliyau Ummiyah¹, Aminuddin Prahatama Putera², Atiek Winarti³
Program Studi Magister Pendidikan Biologi, Universitas Lambung Mangkurat,
Indonesia^{1,2,3}

¹@liyaa0291@gmail.com, ²aminuddinpatra@ulm.ac.id, ³atiekwins_kimia@ulm.ac.id

ABSTRACT

The nervous system is one of the biology topics that is complex and abstract, often causing difficulties for students in understanding its concepts and mechanisms. Learning activities that remain focused on memorization have not optimally developed students' neuroscience literacy. In fact, neuroscience literacy is essential in helping students understand the functions of the nervous system and their applications in everyday life. This study aimed to analyze the need for implementing a STEM-based Project Based Learning (PjBL) model in nervous system learning to develop students' neuroscience literacy. The study employed a descriptive method using questionnaires, semi-structured interviews, and documentation involving biology teachers and students. The findings revealed that nervous system learning is still dominated by teacher-centered conventional methods, cognitive assessment is limited to levels C1–C3, and students experience difficulties in understanding abstract concepts and relating learning materials to real-life contexts. Furthermore, teachers have not yet possessed adequate learning tools to support the implementation of STEM-based PjBL in developing neuroscience literacy. Therefore, the development of a STEM-based PjBL learning model is needed to facilitate students in improving conceptual understanding, scientific reasoning, and contextual application skills related to nervous system topics.

Keywords: *neuroscience literacy, project based learning, STEM, nervous system*

ABSTRAK

Materi sistem saraf merupakan salah satu materi biologi yang bersifat kompleks dan abstrak sehingga sering menimbulkan kesulitan bagi peserta didik dalam memahami konsep maupun mekanisme yang terjadi di dalamnya. Pembelajaran yang masih berorientasi pada hafalan menyebabkan kemampuan literasi neurosains peserta didik belum berkembang secara optimal. Padahal, literasi neurosains penting untuk membantu peserta didik memahami fungsi sistem saraf serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan implementasi Project Based Learning (PjBL) berbasis STEM pada materi sistem saraf untuk mengembangkan literasi neurosains peserta didik. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan teknik pengumpulan data berupa angket, wawancara semi terstruktur, dan dokumentasi terhadap guru Biologi

dan peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran sistem saraf masih didominasi oleh metode konvensional yang berpusat pada guru, penilaian kognitif masih berada pada level C1–C3, serta peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep abstrak dan menghubungkan materi dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu, guru belum memiliki perangkat pembelajaran yang mendukung implementasi Project Based Learning (PjBL) berbasis STEM untuk mengembangkan literasi neurosains. Berdasarkan hasil tersebut, diperlukan pengembangan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) berbasis STEM yang mampu memfasilitasi peserta didik dalam membangun pemahaman konseptual, penalaran ilmiah, dan kemampuan aplikasi kontekstual pada materi sistem saraf.

Kata Kunci: literasi neurosains, project based learning, STEM, sistem saraf

A. Pendahuluan

Biologi merupakan salah satu mata pelajaran di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) yang berperan penting dalam membekali peserta didik dengan pemahaman mengenai berbagai fenomena kehidupan. Salah satu materi yang dipelajari dalam pembelajaran Biologi adalah sistem saraf yang berfungsi sebagai pusat koordinasi seluruh aktivitas tubuh. Materi sistem saraf merupakan bagian dari materi sistem koordinasi yang mempelajari mekanisme kerja saraf, indra, hormon, pengaruh psikotropika, serta berbagai gangguan yang dapat terjadi pada sistem koordinasi (Sulaeman, 2016).

Materi ini tergolong kompleks dan abstrak karena membahas proses penghantaran impuls saraf, sinapsis, serta berbagai istilah ilmiah yang sulit

diamati secara langsung. Karakteristik tersebut menyebabkan peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang dipelajari sehingga pembelajaran cenderung berorientasi pada hafalan dibandingkan pemahaman konseptual yang mendalam. Sejalan dengan pendapat Nadiya (2017) materi sistem saraf menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi agar dapat dipahami secara utuh oleh peserta didik.

Kesulitan peserta didik dalam memahami materi sistem saraf berpotensi memengaruhi kemampuan literasi neurosains. Literasi neurosains merupakan kemampuan memahami konsep-konsep neurosains, menalar fenomena biologis yang berkaitan dengan sistem saraf, serta menghubungkan konsep tersebut dengan permasalahan yang terjadi

dalam kehidupan sehari-hari. Neurosains sendiri merupakan cabang ilmu yang mempelajari otak dan sistem saraf sebagai pusat pengendali berbagai aktivitas tubuh manusia, termasuk proses belajar, berpikir, mengingat, dan berperilaku (Munfarokhah, 2020).

Pemahaman mengenai neurosains menjadi penting karena dapat membantu peserta didik memahami fungsi tubuh secara lebih komprehensif sekaligus meningkatkan kesadaran terhadap kesehatan sistem saraf. Namun demikian, pengembangan literasi neurosains dalam pembelajaran Biologi masih belum banyak mendapat perhatian sehingga kemampuan peserta didik dalam memahami konsep neurosains belum berkembang secara optimal. Rendahnya literasi neurosains juga berkaitan dengan rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia secara umum.

Hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2018 menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia masih berada pada kategori rendah dibandingkan negara lain (Yusmar & Fadilah, 2023).

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran sains masih perlu diarahkan pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan penerapan konsep dalam kehidupan nyata. Salah satu pendekatan yang dinilai mampu mendukung pengembangan kemampuan tersebut adalah STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

Pendekatan STEM memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengintegrasikan konsep sains dengan teknologi, rekayasa, dan matematika dalam menyelesaikan permasalahan yang bersifat kontekstual (Nisa, 2025). Melalui pendekatan ini, peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya dalam berbagai situasi nyata. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa integrasi STEM dalam pembelajaran dapat meningkatkan literasi sains, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Selain itu, model *Project Based Learning* (PjBL) dinilai sesuai untuk diintegrasikan dengan pendekatan STEM karena mampu memfasilitasi peserta didik

belajar melalui pengalaman langsung, kolaborasi, dan pengembangan produk yang bermakna.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa implementasi PjBL berbasis STEM efektif dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik (Syamra, 2023; Palangi et al., 2025). Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada literasi sains secara umum, literasi kimia, maupun bioteknologi. Penelitian yang secara khusus mengkaji pengembangan literasi neurosains melalui pembelajaran PjBL berbasis STEM pada materi sistem saraf masih sangat terbatas.

Berdasarkan kajian tersebut terdapat kesenjangan antara tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pengembangan literasi sains dan keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan kondisi pembelajaran sistem saraf yang masih didominasi pendekatan konvensional dan berorientasi pada hafalan. Selain itu, kajian mengenai implementasi PjBL berbasis STEM untuk mengembangkan literasi neurosains pada materi sistem saraf juga masih sangat terbatas.

Oleh karena itu, diperlukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran yang berlangsung, kebutuhan guru dan peserta didik, serta kesiapan sarana dan prasarana sekolah sebagai dasar pengembangan pembelajaran yang relevan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan implementasi *Project Based Learning* berbasis STEM pada materi sistem saraf guna mengembangkan literasi neurosains peserta didik. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan model dan perangkat pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik serta tuntutan pembelajaran abad ke-21.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai kebutuhan implementasi *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM pada materi sistem saraf untuk mengembangkan literasi neurosains peserta didik. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2025 dengan melibatkan guru Biologi

dan peserta didik kelas XI SMA sebagai subjek penelitian.

Pemilihan subjek dilakukan secara purposive karena guru dan peserta didik merupakan pihak yang terlibat langsung dalam proses pembelajaran materi sistem saraf. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi kondisi pembelajaran yang berlangsung, kebutuhan guru dan peserta didik, serta kesiapan sarana dan prasarana sekolah sebagai dasar pengembangan pembelajaran berbasis PjBL-STEM.

Pengumpulan data dilakukan melalui teknik angket, wawancara semi terstruktur, dan dokumentasi. Angket digunakan untuk memperoleh data mengenai kesulitan belajar peserta didik, kebutuhan guru, serta kesiapan sarana dan prasarana yang mendukung pembelajaran.

Wawancara semi terstruktur dilakukan kepada guru Biologi untuk menggali informasi secara lebih mendalam mengenai pengalaman mengajar materi sistem saraf, strategi pembelajaran yang digunakan, hambatan yang dihadapi selama proses pembelajaran, serta persepsi terhadap penerapan pembelajaran berbasis STEM.

Dokumentasi dilakukan melalui telaah silabus, modul ajar, dan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran Biologi pada materi sistem saraf. Data hasil angket dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase untuk menggambarkan kecenderungan respons guru dan peserta didik, sedangkan data hasil wawancara dan dokumentasi dianalisis melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan simpulan.

Hasil analisis digunakan untuk memperoleh gambaran kebutuhan implementasi pembelajaran PjBL berbasis STEM dalam mengembangkan literasi neurosains peserta didik pada materi sistem saraf.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil wawancara dan angket analisis kebutuhan, diperoleh gambaran bahwa guru Biologi masih cenderung menggunakan pendekatan pembelajaran langsung dan kontekstual dalam proses pembelajaran. Strategi yang dominan digunakan meliputi metode ceramah, tanya jawab, diskusi, pemecahan masalah, dan pembelajaran

kooperatif. Meskipun metode yang digunakan cukup bervariasi, pelaksanaan pembelajaran pada umumnya masih berpusat pada guru sehingga kesempatan peserta didik untuk mengeksplorasi konsep secara mandiri maupun kolaboratif masih terbatas.

Perangkat pembelajaran yang digunakan sebagian besar berasal dari Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP), meskipun beberapa guru juga menyusun perangkat secara mandiri atau menggunakan bahan ajar yang tersedia di pasaran. Adapun bahan ajar yang digunakan meliputi buku teks, Lembar Kerja Siswa (LKS), modul, dan e-modul.

Guru mengungkapkan bahwa penggunaan e-modul dinilai lebih praktis karena penyajian materi lebih rinci dan mudah diakses oleh peserta didik. Namun demikian, pemanfaatannya dalam pembelajaran masih belum optimal. Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa peserta didik sering mengalami kesulitan dalam mempelajari materi sistem saraf karena banyaknya istilah ilmiah serta konsep yang bersifat abstrak.

Kesulitan tersebut menyebabkan peserta didik cenderung menghafal konsep tanpa memahami makna dan keterkaitannya dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Untuk mengatasi kendala tersebut, guru berupaya menggunakan berbagai media pembelajaran agar materi lebih mudah dipahami. Meskipun demikian, upaya tersebut belum sepenuhnya mampu meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik secara mendalam. Dalam pelaksanaan evaluasi pembelajaran, guru menilai tiga ranah utama, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Penilaian ranah kognitif masih didominasi oleh kemampuan mengingat, memahami, dan menerapkan konsep sederhana (C1–C3). Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta, belum terfasilitasi secara optimal dalam proses pembelajaran. Selain itu, hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar guru belum memahami konsep pembelajaran STEM maupun integrasinya dengan model *Project Based Learning* (PjBL).

Oleh karena itu, pengembangan literasi neurosains peserta didik belum dilakukan secara terarah dan sistematis. Temuan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan terhadap inovasi pembelajaran yang mampu mengembangkan pemahaman konseptual, keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan kemampuan mengaitkan konsep neurosains dengan kehidupan sehari-hari. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar melalui pengalaman nyata dan penyelesaian masalah kontekstual.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Syamra (2023) dan Palangi *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa PjBL berbasis STEM mampu meningkatkan kreativitas, kemampuan berpikir kritis, dan literasi sains peserta didik. Namun, penelitian mengenai penerapan PjBL-STEM untuk mengembangkan literasi neurosains pada materi sistem saraf masih sangat terbatas sehingga menjadi kebaruan dalam penelitian ini. Selain informasi yang diperoleh dari guru, analisis kebutuhan juga dilakukan terhadap peserta didik

untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan materi Biologi dianggap sulit dipelajari. Hasil angket mengenai alasan peserta didik menganggap materi Biologi sulit disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Respon siswa terhadap pembelajaran biologi

Respon siswa	Persentase (%)
Materi terlalu banyak dan kompleks	51,43
Biologi banyak hafalan	48,57
Biologi banyak istilah sulit	40,00
Materi sulit dibayangkan dan dipahami	15,71

Anggapan 48.57% siswa yang menyatakan bahwa biologi banyak hafalan dan 40% siswa yang menyatakan bahwa biologi banyak istilah sulit menunjukkan bahwa siswa masih terbiasa untuk hanya menghafal istilah dan konsep. Menghafal atau mengingat (*recall*) merupakan salah satu dimensi *remember* (C1) yang merupakan tingkat berpikir paling rendah (Mardatillah *et al.*, 2026). Sedangkan, keterampilan berpikir tingkat tinggi tidak hanya mengingat, namun juga membutuhkan keterampilan lebih tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan mencipta (Angraini & Sriyati, 2019). Sebagian besar siswa (51.43%) mengungkapkan bahwa materi biologi

terlalu banyak dan kompleks. Kompleks disini dalam artian materi biologi dianggap sulit karena terlalu rumit.

Sebagian siswa (15.71%) juga menyatakan bahwa materi sulit dipahami dan dibayangkan. Pernyataan siswa tersebut menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami atau *understand* (C2) yang hanya satu tingkat lebih tinggi dari *remember*. Sedangkan, keterampilan berpikir tingkat tinggi (*high order thinking skills*) merujuk pada aktivitas menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta pengetahuan yang berada pada tingkat C4, C5, dan C6 dalam taksonomi Bloom (Nisak, 2021; Mardatillah *et al.*, 2026).

Siswa masih belum terlatih untuk berpikir tingkat tinggi. Pernyataan ini juga didukung dengan hasil wawancara guru biologi kelas XI yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi pada 33% siswa masih perlu ditingkatkan. Temuan penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa masih rendah (Angraini,

G., & Sriyati, S. 2019; Yulianis *et al.* 2020).

Salah satu penyebabnya yaitu sebagian besar soal latihan masih berada pada tingkat C2, sebagian kecil pada tingkat C4 dan C5, namun tidak ditemukan soal pada tingkat C6. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan soal pada tingkat C4, C5, dan C6 penting untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada siswa (Angraini, G., & Sriyati, S. 2019; Yulianis *et al.* 2020).

Berdasarkan hasil, 17.14% siswa mengemukakan bahwa pembelajaran biologi hanya dilakukan dengan metode ceramah. Ketidaksesuaian ini menunjukkan bahwa beberapa siswa kurang aktif dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Sedangkan, keterlibatan siswa secara aktif dalam kegiatan pembelajaran sangat berpengaruh pada proses pengembangan keterampilan berpikir (Wibowo, 2016).

Hal ini didukung dengan adanya pernyataan siswa bahwa pembelajaran yang dilakukan membosankan atau biasa saja sehingga berdampak pada pemahaman mereka terhadap materi yang kurang hingga cukup

Permasalahan yang berkaitan dengan kegiatan pembelajaran juga ditunjukkan dari pernyataan 37.14% siswa yang mengemukakan bahwa pembelajaran biologi hanya dilakukan dengan metode presentasi.

Metode presentasi biasanya diawali dengan metode diskusi, seperti yang dikemukakan oleh siswa lain. Artinya, siswa yang beranggapan bahwa pembelajaran dilakukan hanya dengan metode presentasi merupakan siswa yang kurang aktif dalam kegiatan diskusi (kegiatan pembelajaran) sehingga berdampak pula pada pemahaman terhadap materi yang kurang hingga cukup. Temuan penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa siswa masih kurang berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran (Angraini, G., & Sriyati, S. 2019; Naziah et al. 2020).

Rendahnya keterlibatan siswa secara aktif dalam pembelajaran ini dapat menyebabkan rendahnya keterampilan berpikir tingkat tinggi pada siswa (Angraini, G., & Sriyati, S. 2019). Permasalahan lain yang ditemukan juga berkaitan dengan sumber belajar yang digunakan siswa. Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan siswa diketahui bahwa

sebesar 21.43% siswa tidak memiliki sumber belajar berupa buku paket biologi kelas XI.

Ditemukan pula bahwa siswa yang mempelajari berbagai buku mengalami kebingungan karena adanya perbedaan konsep pada buku-buku yang dipelajari. Siswa juga mengalami kesulitan dalam mempelajari buku karena gambar dan penjelasan konsepnya sangat kompleks dan tidak mudah dipahami. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian Tekkaya et al., (2001) yakni permasalahan pada buku teks yang digunakan juga menjadi salah satu faktor yang membuat siswa kesulitan mempelajari biologi.

Temuan penelitian secara keseluruhan berkaitan dengan kesulitan siswa dalam mempelajari materi biologi, pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui kegiatan pembelajaran yang masih kurang optimal, dan keaktifan/keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran yang masih perlu ditingkatkan. Kesulitan/kemudahan siswa mempelajari biologi salah satunya ditentukan oleh penggunaan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan belajar. Bahan ajar merupakan salah

satu faktor penting yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran (Sadjati, 2012). Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik materi ataupun karakteristik siswa.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran materi sistem saraf di SMA masih menghadapi berbagai kendala yang berdampak pada rendahnya pengembangan literasi neurosains peserta didik, terutama pada aspek penalaran ilmiah dan aplikasi kontekstual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berorientasi pada hafalan sehingga kemampuan peserta didik dalam memahami konsep neurosains secara mendalam belum berkembang secara optimal. Selain itu, guru memerlukan model pembelajaran inovatif yang mampu memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran, salah satunya melalui implementasi *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM yang didukung oleh perangkat pembelajaran yang

memadai. Model PjBL-STEM yang akan dikembangkan perlu dirancang secara sistematis untuk mendukung peningkatan indikator literasi neurosains, meliputi pengetahuan konseptual, penalaran ilmiah, aplikasi kontekstual, dan sikap ilmiah peserta didik. Oleh karena itu, hasil analisis kebutuhan ini dapat dijadikan dasar dalam pengembangan prototipe model pembelajaran PjBL-STEM beserta perangkat pendukungnya, seperti modul ajar, LKPD, dan instrumen penilaian, yang sesuai dengan karakteristik materi sistem saraf dan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, G., & Sriyati, S. (2019). Analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMAN kelas X di Kota Solok pada konten biologi. *Journal of Education Informatic Technology and Science (JeITS)*, 1(1), 114–124.
- Mardatillah, N. A., Syamsiah, & Ismail. (2026). Identifikasi konsep biologi yang dipersepsikan sulit oleh siswa SMA negeri di Kabupaten Luwu Utara. *BioTeach: Biology Science and Biology Education Journal*, 3(1).
- Munfarokhah, I. R. (2020). Neurosains dalam Mengembangkan Kecerdasan Intelektual Peserta Didik SD Islam Al-Azhar BSD

- (*Doctoral dissertation*, Institut PTIQ Jakarta).
- Nadiya, I. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Penguasaan Konsep Siswa Pada Materi Sistem Saraf. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 6.
- Naziah, S. T., Maula, L. H., & Sutisnawati, A. (2020). Analisis keaktifan belajar siswa selama pembelajaran daring pada masa COVID-19 di sekolah dasar. *Jurnal JPSPD*, 7(2), 109–120.
- Nisa, K. (2025). Pengembangan Media Bio Pop Up Book Terintegrasi (STEM) Pada Materi Sistem Koordinasi Untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa (*Doctoral dissertation*, S1-Tadris ilmu Pengetahuan Alam Biologi UIN SSC).
- Nisak, N. Z. (2021). Analisis kebutuhan bahan ajar biologi untuk siswa SMA ditinjau dari tingkat kesulitan materi, keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan keaktifan belajar siswa. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 1(2), 128–133.
- Nurafipah, A., Juhandi, A., & Windyariani, S. (2022). Analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik SMP menggunakan model pembelajaran conceptual change pada materi sistem ekskresi. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(4), 59–64.
- Palangi, J., Jamhari, M., Agni, R., Laenggeng, A. H., Fardha, R., & Febriawan, A. (2025). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Motivasi Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Biologi di SMAN 4 Palu. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(3), 1950-1960
- Sadjati, I. M. (2012). *Hakikat bahan ajar*. Universitas Terbuka.
- Sulaeman, A. A. (2016). *Modul Guru Pembelajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Syamra, F. M. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran PjBL-STEM terhadap Keterampilan Kreativitas Ilmiah Siswa pada Materi Energi Alternatif (*bachelor's thesis*, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Tekkaya, C., Özkan, Ö., & Sungur, S. (2001). Biology concepts perceived as difficult by Turkish high school students. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (Hacettepe University Journal of Education)*, 21, 145–150.
- Wibowo, N. (2016). Upaya peningkatan keaktifan siswa melalui pembelajaran berdasarkan gaya belajar di SMK Negeri 1 Saptosari. *Jurnal Electronics, Informatics, and Vocational Education (ELINVO)*, 1(2), 128–139.
- Yulianis, Y., Maharani, A. D., & Susanti, S. (2020). Analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi pada materi sistem pertahanan tubuh. *BioCONCETTA: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*.

Yusmar, F., & Fadilah, R.E. (2023).
Analisis Rendahnya Literasi
Sains Peserta Didik Indonesia:
Hasil Pisa Dan Faktor
Penyebab. *Jurnal Pendidikan
IPA*, 13(1), 11-19.