

**ANALISIS PENERAPAN PROBLEM BASED LEARNING BERORIENTASI  
HOTS BERBANTUAN TEKNOLOGI DIGITAL DALAM PEMBELAJARAN  
BIOLOGI DI SMAN 17 MEDAN**

Gresia Sinaga<sup>1</sup>, Louisa Assian Sinaga<sup>2</sup>, Maria Shintauli Panggabean<sup>3</sup>, Yolanda  
Silvana Marbun<sup>4</sup>, Widya Arwita<sup>5</sup>, Rizal Mukra<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Pendidikan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Medan

[gres78@gmail.com](mailto:gres78@gmail.com)<sup>1</sup>, [louisasinaga00@gmail.com](mailto:louisasinaga00@gmail.com)<sup>2</sup>,  
[mariapanggabean3106@gmail.com](mailto:mariapanggabean3106@gmail.com)<sup>3</sup>, [silvanabanjarnahor0@gmail.com](mailto:silvanabanjarnahor0@gmail.com)<sup>4</sup>,  
[widya.amrida@gmail.com](mailto:widya.amrida@gmail.com)<sup>5</sup>, [rizalmukra@unimed.ac.id](mailto:rizalmukra@unimed.ac.id)<sup>6</sup>

**ABSTRACT**

*This study aims to analyze the implementation of Problem Based Learning (PBL) oriented toward Higher Order Thinking Skills (HOTS) supported by digital technology in biology learning at SMAN 17 Medan. This research used a qualitative descriptive approach with a structured interview technique involving a biology teacher as the main informant. Data were collected through interviews focusing on the implementation of PBL, the use of digital technology, the application of HOTS-based learning, and the integration of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in classroom activities. The results showed that the implementation of PBL began with presenting contextual problems related to students' daily lives, followed by group discussions, information exploration, and presentation of solutions. The use of digital technology such as Google Classroom, PowerPoint, learning videos, and internet-based resources supported the learning process and helped students understand abstract biological concepts more effectively. The integration of HOTS was reflected in analytical questions, case-based assignments, and collaborative discussions that encouraged critical thinking and problem-solving skills. Furthermore, the integration of TPACK was evident from the teacher's ability to combine content mastery, appropriate pedagogical strategies, and digital technology use. However, several challenges were found, including limited instructional time, inadequate technological facilities, and differences in students' digital literacy skills.*

**Keywords:** *Problem Based Learning, HOTS, digital technology, biology learning, TPACK*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berorientasi *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) berbantuan teknologi digital dalam pembelajaran biologi di SMAN 17 Medan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data berupa wawancara terstruktur kepada guru biologi sebagai informan utama. Data penelitian difokuskan pada penerapan model PBL, pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran, penerapan HOTS, serta integrasi *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan PBL dilakukan melalui penyajian masalah kontekstual, diskusi kelompok, pencarian

informasi dari berbagai sumber, serta presentasi hasil pemecahan masalah. Pemanfaatan teknologi digital seperti Google Classroom, media presentasi PowerPoint, video pembelajaran, dan sumber belajar berbasis internet mendukung pemahaman konsep biologi yang bersifat abstrak serta meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Penerapan HOTS terlihat melalui pemberian pertanyaan analisis, tugas berbasis studi kasus, dan kegiatan diskusi kelompok yang mendorong kemampuan berpikir kritis peserta didik. Integrasi TPACK tampak dari kemampuan guru mengombinasikan penguasaan materi, strategi pembelajaran berbasis masalah, dan pemanfaatan teknologi digital secara efektif. Namun, pelaksanaannya masih menghadapi kendala berupa keterbatasan waktu pembelajaran, fasilitas teknologi, serta perbedaan kemampuan peserta didik dalam menggunakan teknologi digital.

**Kata Kunci:** Problem Based Learning, HOTS, teknologi digital, pembelajaran biologi, TPACK

## **A. PENDAHULUAN**

Pendidikan abad ke-21 ditandai oleh perubahan paradigma pembelajaran dari yang semula berpusat pada guru (*teacher centered*) menjadi berpusat pada peserta didik (*student centered*), di mana siswa berperan aktif dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna, sementara guru berfungsi sebagai fasilitator dan motivator; seiring dengan perkembangan pesat ilmu pengetahuan dan teknologi, pendidikan juga menuntut penguasaan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, serta literasi digital yang penting untuk menghadapi tantangan global dan masyarakat berbasis informasi,

sehingga penerapan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) menjadi sangat diperlukan untuk mendorong siswa mampu menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah secara mendalam, tidak hanya sekadar menghafal materi, serta integrasi teknologi digital melalui pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran sekaligus mempersiapkan siswa beradaptasi dengan era digital yang terus berkembang (Rosyid & Mubin, 2024); dalam konteks pembelajaran biologi, karakteristik materi yang berkaitan erat dengan fenomena alam dan kehidupan sehari-hari menuntut siswa untuk mengamati, memahami, serta mengaitkan konsep dengan lingkungan sekitar sehingga pembelajaran tidak hanya

menekankan penguasaan materi, tetapi juga kemampuan analisis dan pemecahan masalah melalui kegiatan aktif seperti diskusi, praktikum, eksplorasi, dan pembelajaran kontekstual yang mampu meningkatkan motivasi serta keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (Nurrahmawat, 2024); oleh karena itu, penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) yang diawali dengan penyajian masalah nyata, dilanjutkan dengan kerja kelompok untuk mencari solusi secara mandiri melalui berbagai sumber informasi, serta presentasi hasil diskusi di kelas dengan peran guru sebagai fasilitator terbukti mampu meningkatkan aktivitas belajar, melatih kerja sama, dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan tidak monoton (Yuniar *dkk.*, 2022).

Teknologi digital berperan penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis masalah dan pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills / HOTS*), karena pemanfaatan media interaktif mampu membuat pembelajaran lebih menarik sekaligus

membantu memvisualisasikan konsep-konsep biologi yang bersifat abstrak sehingga lebih mudah dipahami siswa; selain itu, integrasi teknologi digital juga dapat meningkatkan motivasi belajar serta mendukung pelaksanaan *Problem Based Learning* (PBL) melalui kemudahan akses informasi, kegiatan diskusi kolaboratif, dan pengembangan solusi terhadap permasalahan secara mandiri sehingga kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreatif siswa dapat berkembang secara optimal (Lukitasari *et al.*, 2025), namun dalam praktiknya implementasi HOTS berbantuan teknologi digital masih menghadapi berbagai kendala teknis dan pedagogis, seperti keterbatasan waktu pembelajaran yang membuat proses eksplorasi dalam PBL belum berjalan maksimal, kurangnya partisipasi aktif sebagian siswa dalam diskusi kelompok, jaringan internet yang belum stabil, serta keterbatasan fasilitas teknologi di sekolah yang turut memengaruhi efektivitas pembelajaran, ditambah lagi adanya perbedaan kesiapan dan kemampuan siswa dalam menggunakan teknologi digital yang menyebabkan ketimpangan dalam pencapaian

tujuan pembelajaran sehingga pengembangan HOTS belum dapat terlaksana secara optimal (Baloyi, 2023).

Penelitian ini difokuskan pada analisis penerapan model Problem Based Learning (PBL) dalam pembelajaran serta penerapan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa. PBL merupakan model pembelajaran yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam memecahkan permasalahan nyata, sehingga mampu mendorong terbentuknya kemampuan berpikir kritis, analitis, serta keterampilan kolaboratif. Penerapan PBL dalam pembelajaran terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa, di mana siswa tidak hanya memahami materi secara teoritis tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam situasi nyata (Muhammad *et al.*, 2025). Selain itu, PBL juga berperan dalam membangun kemandirian belajar dan meningkatkan motivasi siswa karena pembelajaran berpusat pada aktivitas dan pengalaman langsung. Di sisi lain, penerapan HOTS menjadi fokus penting dalam penelitian ini karena

keterampilan berpikir tingkat tinggi sangat dibutuhkan dalam pembelajaran abad ke-21. HOTS mencakup kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan, yang memungkinkan siswa untuk memahami materi secara lebih mendalam serta mampu menyelesaikan berbagai permasalahan secara kreatif dan logis (Parisu *et al.*, 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dalam pembelajaran biologi, mengkaji penggunaan teknologi digital dalam mendukung proses pembelajaran, mengidentifikasi penerapan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) pada siswa, serta mengetahui berbagai kendala yang dihadapi dalam implementasi pembelajaran di kelas.

Manfaat teoritis dari penelitian ini yaitu memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pendidikan, khususnya terkait penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian teoritis mengenai bagaimana PBL dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, analitis,

dan kreatif siswa, sehingga dapat menjadi referensi dalam pengembangan model pembelajaran yang inovatif dan sesuai dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

Adapun manfaat praktis dari penelitian ini diharapkan dapat dirasakan oleh berbagai pihak. Bagi guru, penelitian ini dapat menjadi acuan dalam merancang dan menerapkan pembelajaran berbasis PBL dan HOTS agar proses pembelajaran menjadi lebih aktif dan efektif. Bagi sekolah, penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran melalui penerapan model pembelajaran yang inovatif. Bagi mahasiswa pendidikan, penelitian ini dapat menjadi sumber referensi dalam memahami dan mengembangkan keterampilan mengajar berbasis PBL dan HOTS. Sementara itu, bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar atau rujukan untuk melakukan penelitian lanjutan yang berkaitan dengan pengembangan model pembelajaran PBL berbasis HOTS.

## **B. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Pendekatan kualitatif digunakan karena penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara mendalam mengenai penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berorientasi *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) berbantuan teknologi digital dalam pembelajaran biologi berdasarkan perspektif guru. Penelitian deskriptif dipilih karena peneliti berupaya menggambarkan kondisi nyata yang terjadi di lapangan secara sistematis, faktual, dan akurat sesuai dengan data yang diperoleh selama proses penelitian berlangsung.

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 17 Medan sebagai lokasi penelitian dengan pertimbangan bahwa sekolah tersebut telah menerapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* dalam proses pembelajaran biologi serta memanfaatkan teknologi digital sebagai media pendukung pembelajaran. Subjek dalam penelitian ini adalah guru mata pelajaran biologi di SMAN 17 Medan, yaitu Roslinda Marbun, S.Pd., M.Si, yang dipilih sebagai informan utama karena memiliki pengalaman

mengajar yang cukup lama serta telah menerapkan model pembelajaran berbasis masalah dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik wawancara. Teknik wawancara digunakan untuk memperoleh informasi secara langsung mengenai penerapan model *Problem Based Learning* berorientasi HOTS berbantuan teknologi digital dalam pembelajaran biologi. Wawancara dilakukan secara terstruktur dengan menggunakan pedoman wawancara yang telah disusun berdasarkan indikator penelitian yang meliputi penerapan model *Problem Based Learning*, pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran, serta penerapan HOTS dan integrasi *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) dalam pembelajaran biologi. Melalui teknik wawancara ini diperoleh data mengenai langkah-langkah penerapan PBL, keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran, penggunaan media pembelajaran digital, bentuk tugas berbasis HOTS, serta kendala yang dihadapi guru dalam pelaksanaan pembelajaran.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan model analisis data interaktif yang dikemukakan oleh Miles dan Huberman, yang meliputi tiga tahapan, yaitu reduksi data, penyajian data (*data display*), dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan cara menyeleksi, memfokuskan, serta menyederhanakan data hasil wawancara sesuai dengan kebutuhan penelitian. Penyajian data dilakukan dengan menyusun data dalam bentuk narasi deskriptif sehingga memudahkan peneliti dalam memahami hasil penelitian. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan yang dilakukan berdasarkan hasil analisis data yang telah diperoleh selama proses penelitian berlangsung.

## **C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **1. Penerapan Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran Biologi**

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran biologi di SMAN 17 Medan diketahui bahwa model *Problem Based Learning* (PBL)

telah diterapkan dalam pembelajaran pada beberapa materi biologi seperti pencemaran lingkungan dan sistem pernapasan. Penerapan model PBL diawali dengan penyajian masalah kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik sehingga mampu membantu peserta didik memahami konsep biologi secara lebih bermakna.

Guru menyajikan masalah melalui cerita kasus, gambar, maupun video pembelajaran yang relevan dengan materi yang dipelajari. Setelah penyajian masalah dilakukan, peserta didik dibagi dalam kelompok kecil untuk mendiskusikan solusi terhadap permasalahan yang diberikan dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar seperti buku paket dan internet. Kegiatan diskusi kelompok tersebut dilanjutkan dengan presentasi hasil diskusi dan penarikan kesimpulan bersama.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model PBL mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran karena peserta didik lebih aktif berdiskusi, bertanya, dan mencari informasi tambahan secara mandiri. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa model PBL

dapat meningkatkan hasil belajar serta keterampilan pemecahan masalah peserta didik dalam pembelajaran biologi (Haltiani, Rahmi, & Hildawati, 2024).

Selain itu, penerapan model PBL juga terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta keterampilan kolaborasi peserta didik karena proses pembelajaran berpusat pada aktivitas pemecahan masalah secara kelompok. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa model PBL berperan penting dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada pembelajaran biologi (Helmi & Selaras, 2024).

## **2. Pemanfaatan Teknologi Digital dalam Pembelajaran Biologi**

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran biologi di SMAN 17 Medan dilakukan melalui penggunaan berbagai media pembelajaran seperti Google Classroom, video pembelajaran berbasis YouTube, media presentasi PowerPoint, dan sumber belajar berbasis internet. Pemanfaatan teknologi digital tersebut membantu guru dalam menyampaikan materi

pembelajaran secara lebih menarik dan interaktif.

Penggunaan media digital dalam pembelajaran biologi memberikan kemudahan bagi peserta didik dalam memahami konsep yang bersifat abstrak atau sulit diamati secara langsung. Media visual seperti video pembelajaran memungkinkan peserta didik mengamati proses biologis secara lebih nyata sehingga meningkatkan pemahaman konsep.

Pemanfaatan teknologi digital juga meningkatkan minat belajar peserta didik karena pembelajaran menjadi lebih variatif dan interaktif. Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa integrasi literasi digital dalam pembelajaran biologi berperan penting dalam meningkatkan kualitas proses pembelajaran serta keterlibatan peserta didik secara aktif (Magfirah *et al.*, 2025).

Namun demikian, pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran masih menghadapi beberapa kendala seperti keterbatasan jaringan internet dan keterbatasan perangkat yang dimiliki sebagian peserta didik. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberhasilan integrasi teknologi digital dalam pembelajaran sangat

dipengaruhi oleh kesiapan sarana dan prasarana pendukung di sekolah.

### **3. Penerapan Higher Order Thinking Skills (HOTS) dalam Pembelajaran Biologi**

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa penerapan HOTS dalam pembelajaran biologi dilakukan melalui pemberian tugas berbasis studi kasus serta kegiatan diskusi kelompok yang menuntut peserta didik untuk menganalisis fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar.

Guru memberikan pertanyaan analisis terkait penyebab pencemaran lingkungan dan dampaknya terhadap keseimbangan ekosistem sehingga peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kegiatan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilaksanakan telah mengarah pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Selain itu, penerapan model PBL dalam pembelajaran juga mendukung pengembangan kemampuan HOTS karena peserta didik dituntut untuk mencari informasi, menganalisis masalah, dan merumuskan solusi secara mandiri maupun kelompok. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian

yang menyatakan bahwa penerapan model PBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah peserta didik dalam pembelajaran biologi (Choerunnisa & Yani, 2024).

#### **4. Integrasi *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) dalam Pembelajaran Biologi**

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa guru telah mengintegrasikan teknologi digital dalam proses pembelajaran biologi melalui penggunaan video pembelajaran, media presentasi PowerPoint, serta platform pembelajaran digital seperti Google Classroom. Integrasi teknologi tersebut menunjukkan bahwa guru telah menerapkan konsep *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) dalam pembelajaran.

Integrasi TPACK terlihat dari kemampuan guru dalam menggabungkan penguasaan materi biologi dengan strategi pembelajaran berbasis masalah serta pemanfaatan teknologi digital sebagai media

pembelajaran yang mendukung proses pembelajaran secara efektif.

Penggunaan pendekatan TPACK berbasis PBL juga terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran biologi karena integrasi teknologi dan strategi pembelajaran yang tepat dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran secara signifikan (Puspita *et al.*, 2025).

#### **5. Kendala dalam Penerapan Problem Based Learning Berorientasi HOTS Berbantuan Teknologi Digital**

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa terdapat beberapa kendala dalam penerapan model *Problem Based Learning* berorientasi HOTS berbantuan teknologi digital dalam pembelajaran biologi di SMAN 17 Medan. Kendala tersebut meliputi keterbatasan waktu pembelajaran, keterbatasan fasilitas teknologi, serta perbedaan kemampuan peserta didik dalam menggunakan teknologi digital.

Keterbatasan waktu pembelajaran menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi optimalisasi penerapan model PBL karena model pembelajaran ini membutuhkan waktu yang cukup panjang dalam setiap

tahapan pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa salah satu tantangan dalam implementasi model PBL adalah keterbatasan waktu pembelajaran serta kesiapan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran berbasis pemecahan masalah (Nurwahyunani *et al.*, 2023).

#### **D. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berorientasi *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) berbantuan teknologi digital dalam pembelajaran biologi di SMAN 17 Medan telah terlaksana melalui penyajian masalah kontekstual, diskusi kelompok, dan presentasi hasil pemecahan masalah yang mampu meningkatkan keterlibatan, kemampuan berpikir kritis, serta kerja sama peserta didik. Pemanfaatan teknologi digital seperti *Google Classroom*, video pembelajaran, dan media presentasi turut mendukung pemahaman konsep biologi yang bersifat abstrak serta meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Integrasi pendekatan TPACK terlihat dari kemampuan guru mengombinasikan penguasaan

materi, strategi pembelajaran berbasis masalah, dan penggunaan teknologi digital secara efektif dalam proses pembelajaran. Namun, pelaksanaannya masih menghadapi beberapa kendala seperti keterbatasan waktu pembelajaran, fasilitas teknologi, serta perbedaan kemampuan peserta didik dalam memanfaatkan teknologi digital sehingga diperlukan optimalisasi dukungan sarana dan strategi pembelajaran agar penerapan PBL berorientasi HOTS berbantuan teknologi digital dapat berjalan lebih maksimal.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Baloyi, O. B. (2023). *Development of Higher-Order Thinking Skills in Nursing Students Through Online Problem-Based Assessment*. *Health SA Gesondheid*, 10.
- Choerunnisa, N. A., & Yani, I. (2024). Pentingnya Model *Problem Based Learning* Untuk Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah. Pada Pembelajaran Biologi. *Pembelajar: Jurnal Ilmu Pendidikan, Keguruan, dan Pembelajaran*, 8(1), 55-60.
- Haltiani, Rahmi, L., & Hildawati, Y. (2024). Penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dalam meningkatkan hasil belajar biologi di SMA Negeri Lawe

- Sumur. *Jurnal Kependidikan Profesi*, 2(1), 187–196.
- Helmi, M. D., & Selaras, G. H. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa pada Pembelajaran Biologi SMAN 1 Sarolangun. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 12536-12543.
- Lukitasari, M., Nurhikmawati, A. R., Murtafiah, W., Sukri, A., Urbano, J., Tanggal, A. B., & Hasan, R. (2025). Promoting Computational and Higher-Order Thinking Skills Through Problem-Based Learning with Digital Argumentation in Biodiversity. *Journal of Turkish Science Education*, 22(4), 655-676.
- Magfirah, N., Hambali, H., & Thahir, R. (2025). Digital Literacy in Indonesian Biology Education (2020–2025): A Research Synthesis Over One Lustrum, Methodological Critique, and Strategic Roadmap. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(8), 12-23.
- Muhammad, G., Suhartadi, S., & Fitrianto, F. D. (2025). Penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) untuk meningkatkan pemahaman hasil belajar siswa SMKN 11 Malang. *JVTE: Journal of Vocational and Technical Education*, 7(2), 16–23.
- Nurrahmawati, D. (2024). Analisis pengaruh tujuan pembelajaran yang jelas terhadap ketercapaian pembelajaran biologi siswa SMA. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 11(2), 189-199.
- Nurwahyunani, A., Minarti, I. B., Nabila, R. A., Pramaista, A. S., Salsabila, A. T., Saputro, B. P., ... & Khoiriyah, M. W. (2023). Efektivitas Model *Problem Based Learning* (PBL) dalam Pembelajaran Biologi: Literature Review. *Jurnal Pendidikan dan Keguruan*, 1(10), 3031-3038.
- Parisu, C. Z. L., Saputra, E. E., Kasmawati, K., Sisi, L., & Ekadayanti, W. (2025). Sosialisasi dan penerapan HOTS dalam pembelajaran berbasis proyek di SDN 12 Konda. *JAMPI: Jurnal Abdi Masyarakat dan Pemberdayaan Inovatif*, 1(1), 1–11.
- Puspita, L., Asih, D. N. R., Oktafiani, R., & Komarudin, K. (2025). Bridging technology and pedagogy: How TPACK-based PBL shapes critical thinking in human anatomy education. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 18(2), 386-397.
- Rosyid, A., & Mubin, F. (2024). Pembelajaran abad 21: Melihat lebih dekat inovasi dan implementasinya dalam konteks pendidikan Indonesia. *Tarbawi: Jurnal Pendidikan dan Pemikiran Islam*, 7 (1), 1-12.
- Yuniar, R., Nurhasanah, A., Hakim, Z. R., & Yandari, I. A. V. (2022). Peran guru dalam pelaksanaan model PBL (*Problem Based Learning*) Sebagai penguatan keterampilan berpikir kritis. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 1134-1150.