

Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Problem-Based Learning (PBL) pada Materi Virus untuk Siswa Kelas X SMA

Fatimah, *Moch. Haikal

Program Studi S1 Pendidikan Biologi FKIP Universitas Islam Madura. Pondok Pesantren Miftahul Ulum Bettet, Jl. Raya Bettet, Kabupaten Pamekasan, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: moch.haikal@uim.ac.id

Received: May 2023; Revised: June 2023; Published: July 2023

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi kelayakan modul pembelajaran biologi berbasis Problem-Based Learning (PBL) dengan materi virus untuk siswa kelas X SMA. Proses pengembangan modul mengikuti model 4-D yang meliputi tahap pendefinisian, perancangan, dan pengembangan, dengan validasi dilakukan oleh ahli materi, ahli media, guru biologi, dan siswa. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul ini memperoleh persentase kelayakan sebesar 77% dari ahli materi, 94% dari ahli media, dan 96% dari guru biologi, yang semuanya tergolong dalam kategori layak digunakan. Respon dari siswa juga menunjukkan penerimaan yang positif, dengan rentang persentase antara 71% hingga 87%, menunjukkan bahwa modul ini efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa terhadap materi virus. Modul ini tidak hanya menyediakan materi yang sesuai dengan standar kurikulum, tetapi juga dirancang untuk mendorong siswa berpikir kritis dan memecahkan masalah nyata melalui pendekatan PBL. Berdasarkan hasil tersebut, modul ini direkomendasikan untuk diimplementasikan secara luas di sekolah-sekolah menengah atas sebagai sarana pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21. Diharapkan, penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi dampak jangka panjang penggunaan modul ini terhadap hasil belajar siswa dan keterampilan berpikir kritis mereka.

Kata kunci: Modul Pembelajaran, Problem-Based Learning, Biologi, Virus, Siswa SMA

Development of a Problem-Based Learning (PBL) Biology Module on Virus Topics for Tenth Grade High School Students

Abstract

This study aims to develop and evaluate the feasibility of a Problem-Based Learning (PBL) biology module on viruses for tenth-grade high school students. The module development process followed the 4-D model, including the stages of defining, designing, and developing, with validation conducted by content experts, media experts, biology teachers, and students. Validation results showed that the module received a feasibility percentage of 77% from content experts, 94% from media experts, and 96% from biology teachers, all of which are categorized as feasible for use. Student responses also indicated positive reception, with a percentage range of 71% to 87%, demonstrating that the module effectively enhances student engagement and understanding of virus material. The module not only aligns with curriculum standards but is also designed to encourage critical thinking and real-world problem-solving through the PBL approach. Based on these results, the module is recommended for widespread implementation in high schools as an innovative and relevant educational tool for 21st-century learning needs. Further research is encouraged to explore the long-term impact of using this module on students' learning outcomes and critical thinking skills.

Keywords: Learning Module, Problem-Based Learning, Biology, Virus, High School Students

How to Cite: Fatimah, F., & Haikal, M. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Problem-Based Learning (PBL) pada Materi Virus untuk Siswa Kelas X SMA. *Journal of Authentic Research*, 2(2), 80-93. <https://doi.org/10.36312/jar.v2i2.1474>



<https://doi.org/10.36312/jar.v2i2.1474>

Copyright© 2023, Fatimah & Haikal.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

Keberhasilan proses belajar siswa sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti peran guru, penggunaan metode, strategi pembelajaran, media, serta sarana dan prasarana (Ramadhani et al., 2022). Dede dan Setiawan (2020) menyoroti bahwa pembelajaran biologi sering kali masih berpusat pada guru, yang mengakibatkan

kurangnya perhatian terhadap kreativitas dan motivasi belajar siswa. Hal ini diperparah dengan keterbatasan sumber belajar yang umumnya terbatas pada buku paket. Menurut Turahmah (2022), bahan ajar yang digunakan di banyak sekolah masih terpaku pada buku paket dan LKS yang disediakan oleh sekolah, dan jarang dilakukan evaluasi terhadap hasil belajar siswa. Kondisi ini berkontribusi pada rendahnya nilai kognitif siswa.

Permasalahan serupa juga terjadi di SMA Bustanul Muftadiin Proppo Pamekasan. Hasil observasi dan wawancara dengan guru serta siswa menunjukkan bahwa proses pembelajaran di sekolah ini masih menggunakan model pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru. Media pembelajaran yang digunakan hanya bersumber dari LKS dan buku paket yang jumlahnya terbatas, sehingga siswa cepat merasa bosan dan jenuh, serta kurang memahami materi yang disampaikan.

Metode pengajaran konvensional dalam pembelajaran biologi telah menjadi subjek penelitian dan diskusi yang luas di kalangan pendidik. Pendekatan tradisional yang sering kali ditandai dengan strategi berpusat pada guru telah dikritik karena kurang efektif dalam membangun pemahaman mendalam dan keterlibatan siswa. Precious & Feyisetan (2020) berpendapat bahwa kinerja siswa yang buruk dalam ujian biologi erat kaitannya dengan metode tradisional yang lebih menekankan pada penghafalan daripada berpikir kritis dan penerapan pengetahuan. Wasehudin et al. (2022) juga mencatat bahwa metode ekspositori, meskipun umum digunakan, gagal untuk melibatkan siswa secara bermakna, sehingga pembelajaran menjadi dangkal. Selain itu, Elkhidir (2020) menekankan bahwa strategi pengajaran yang efektif harus mengintegrasikan pendekatan yang berpusat pada siswa yang mendorong partisipasi aktif dan berpikir kritis.

Selain itu, keterbatasan dalam memberikan pengalaman praktis dalam pengajaran biologi konvensional memperparah masalah ini. Duan et al. (2023) menunjukkan bahwa metode tradisional sering kali mengakibatkan transmisi pengetahuan satu arah, meninggalkan siswa dengan sedikit kesempatan untuk terlibat dalam pembelajaran praktis dan eksperimen. Hal ini didukung oleh Kambaila et al. (2019), yang menyoroti bahwa ketergantungan pada praktik pengajaran yang sudah ketinggalan zaman, seperti ceramah dan dikte, membatasi kemampuan siswa untuk menerapkan konsep-konsep biologi dalam konteks dunia nyata. Kurangnya aktivitas praktis tidak hanya mengurangi minat siswa terhadap biologi, tetapi juga menghambat pemahaman mereka tentang proses biologi yang kompleks.

Keterbatasan lain dari metode konvensional adalah ketidakmampuannya untuk mengakomodasi berbagai gaya dan kebutuhan belajar siswa. Mukagihana et al. (2021) menemukan bahwa pendekatan pengajaran tradisional tidak efektif dalam melayani berbagai sikap dan preferensi belajar siswa, yang mengakibatkan keterlibatan yang rendah dan kinerja akademik yang buruk. Hal ini sangat mengkhawatirkan dalam mata pelajaran seperti biologi, yang mencakup beragam konsep yang dapat lebih mudah dipahami melalui strategi pengajaran yang bervariasi. Kebutuhan akan instruksi yang terdiferensiasi juga ditekankan oleh Bizimana et al. (2022), yang berpendapat bahwa metode konvensional sering kali mengabaikan pentingnya menyesuaikan pengajaran untuk memenuhi kebutuhan individu siswa.

Selain itu, metode pengajaran biologi konvensional sering kali kurang terintegrasi dengan teknologi pendidikan modern yang dapat meningkatkan pengalaman belajar. Integrasi teknologi dalam pendidikan telah terbukti

meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Misalnya, studi oleh Liu et al. (2022) dan Semernia (2023) menunjukkan bahwa menggabungkan alat dan sumber daya digital dapat secara signifikan meningkatkan efektivitas pengajaran biologi. Namun, banyak ruang kelas tradisional tetap enggan menerima inovasi tersebut, yang perpetuasi praktik pengajaran yang sudah ketinggalan zaman dan gagal memanfaatkan potensi teknologi untuk mendorong lingkungan belajar yang interaktif dan menarik.

Penekanan pada pengujian dan penilaian standar dalam pendidikan biologi tradisional juga dapat mengarah pada fokus yang sempit pada cakupan konten daripada mendorong pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep biologi. Thompson et al. (2020) mengungkapkan bahwa tekanan untuk tampil baik dalam penilaian standar sering kali mengakibatkan pendekatan pengajaran yang dangkal, di mana tujuan utamanya menjadi lulus ujian daripada mengembangkan apresiasi yang mendalam terhadap mata pelajaran. Pendekatan ini dapat membatasi kreativitas dan berpikir kritis, karena siswa sering kali didorong untuk menghafal fakta daripada terlibat dalam penyelidikan dan eksplorasi yang bermakna.

Metode konvensional sering kali gagal menghubungkan konsep-konsep biologi dengan aplikasi dunia nyata, yang dapat mengurangi minat dan motivasi siswa. Sebagaimana dicatat oleh Vakhoya et al. (2022), pendekatan pengajaran tradisional tidak cukup mempersiapkan siswa untuk memahami relevansi biologi dalam kehidupan sehari-hari dan isu-isu kontemporer. Ketidakterkaitan ini dapat menyebabkan kurangnya antusiasme terhadap mata pelajaran, karena siswa mungkin kesulitan untuk melihat implikasi praktis dari apa yang mereka pelajari.

Sebagai solusi atas berbagai permasalahan yang diidentifikasi di atas, penelitian ini berfokus pada pengembangan bahan ajar berupa modul mata pelajaran biologi dengan materi virus berbasis Problem-Based Learning (PBL). Pemilihan modul sebagai bahan ajar ini didasarkan pada beberapa keunggulan. Modul dapat digunakan secara mandiri oleh siswa serta dipelajari kapan saja dan di mana saja tanpa harus didampingi oleh guru. Selain itu, modul dapat membantu siswa memahami materi pelajaran dengan lebih efektif dan mendukung keberhasilan belajar mereka (Gazaly et al., 2022). Pendekatan yang digunakan dalam modul ini juga sangat penting. Menurut Suharyat et al. (2022), salah satu pendekatan yang dapat mendukung siswa dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 adalah dengan menggunakan model pembelajaran Problem-Based Learning (PBL). PBL merupakan metode belajar yang mendorong siswa untuk memiliki tanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri dengan memberikan masalah yang perlu dipecahkan (Setyowati et al., 2020).

Namun, implementasi PBL dalam pendidikan biologi masih menghadapi beberapa tantangan yang memerlukan penelitian lebih lanjut. Salah satu kesenjangan yang menonjol dalam literatur adalah kurangnya kerangka kerja yang komprehensif untuk menilai efektivitas PBL dalam pendidikan biologi. Harahap et al. (2023) menekankan pentingnya perhitungan effect size untuk mengukur dampak PBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, namun banyak studi yang masih kurang dalam metode evaluasi yang ketat. Penelitian masa depan seharusnya berfokus pada pengembangan kerangka penilaian standar yang dapat mengukur efektivitas PBL dengan andal di berbagai konteks pendidikan.

Selain itu, masih kurangnya penelitian yang mengeksplorasi dampak jangka panjang PBL terhadap hasil belajar siswa dalam biologi. Sebagian besar studi cenderung berfokus pada kinerja akademik langsung atau perolehan keterampilan, meninggalkan kesenjangan dalam pemahaman tentang bagaimana PBL mempengaruhi retensi pengetahuan siswa dan kemampuan mereka untuk menerapkan konsep dalam situasi dunia nyata dari waktu ke waktu. Studi masa depan seharusnya menggabungkan desain longitudinal untuk menilai efek jangka panjang PBL terhadap pemahaman dan penerapan konsep-konsep biologi oleh siswa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar biologi berbasis PBL yang dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran biologi di SMA Bustanul Muhtadiin. Modul ini diharapkan mampu mengatasi berbagai kendala yang dihadapi dalam metode pengajaran konvensional serta layak digunakan sebagai bahan ajar yang valid, mendukung proses pembelajaran, dan pada akhirnya meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi pada peningkatan kualitas pendidikan biologi, tetapi juga menawarkan panduan praktis bagi guru dalam menerapkan PBL secara efektif di kelas.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan mengadopsi model 4-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974). Penelitian ini terdiri dari tiga tahap utama: pendefinisian (Define), perancangan (Design), dan pengembangan (Develop). Tahap keempat, yaitu penyebaran (Disseminate), tidak dilakukan dalam penelitian ini karena fokus utama adalah pengembangan dan validasi modul, bukan penerapannya dalam skala yang lebih luas (Sugiyono, 2017).

Tahap Pendefinisian (Define)

Tahap pendefinisian dimulai dengan identifikasi masalah pembelajaran yang dihadapi oleh siswa dan guru dalam pembelajaran biologi, khususnya pada materi virus. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara dengan guru dan siswa, serta kajian literatur. Analisis ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan pengembangan modul dan memastikan bahwa modul yang dikembangkan relevan dengan kebutuhan pendidikan di SMA Bustanul Muhtadiin.

Tahap Perancangan (Design)

Pada tahap perancangan, modul yang akan dikembangkan dirancang dengan mempertimbangkan pendekatan Problem-Based Learning (PBL) yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan kemampuan berpikir kritis (Setyowati et al., 2020). Desain modul meliputi pemilihan materi, penetapan tujuan pembelajaran, dan perencanaan evaluasi. Prinsip-prinsip pedagogis yang relevan, seperti keterlibatan aktif siswa dan relevansi materi dengan konteks kehidupan nyata, menjadi acuan utama dalam perancangan modul ini (Precious & Feyisetan, 2020; Wasehudin et al., 2022).

Tahap Pengembangan (Develop)

Tahap pengembangan melibatkan validasi modul oleh para ahli untuk memastikan kelayakannya sebagai bahan ajar. Validasi dilakukan oleh 1 ahli materi dan 1 ahli media, yang menilai konten modul, desain visual, dan kesesuaian metode PBL yang digunakan. Data validasi dikumpulkan melalui angket yang diisi oleh para ahli. Berdasarkan masukan dari para ahli, modul direvisi untuk memastikan bahwa

modul tersebut sesuai dengan standar kualitas dan siap digunakan dalam pembelajaran (Suharyat et al., 2022).

Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X IPA di SMA Bustanul Muhtadiin. Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi, wawancara, angket, dan dokumentasi. Angket digunakan untuk mengumpulkan respons dari ahli materi dan ahli media sebagai validator, serta guru biologi dan siswa sebagai pengguna modul. Data dari angket digunakan untuk mengevaluasi validitas modul yang dikembangkan.

Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh dari validasi dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif untuk menghitung persentase validitas modul. Persentase validitas dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Totalskorvalidasidariresponden}}{\text{Totalskormaksimalyangdiharapkan}} \times 100\% \dots\dots\dots (I)$$

Hasil perhitungan persentase validitas dibandingkan dengan kriteria yang ditetapkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Validitas Modul (Akbar, 2013)

(%)	Validitas
85,01 – 100	Layak, atau dapat digunakan tanpa revisi
70,01 – 85	Cukup Layak, atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil
50,01 – 70	Kurang Layak, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
01,00 – 50	Tidak Layak, atau tidak boleh dipergunakan

Kriteria validitas modul juga dikonfirmasi dengan data tanggapan siswa, yang dievaluasi berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Hasil Perhitungan Tanggapan Siswa (Amelia, 2021)

(%)	Validitas
80 – 100	Sangat baik
66 – 79	Baik
56 – 65	Cukup
46 – 55	Kurang
0 – 45	Sangat kurang

Validasi Modul

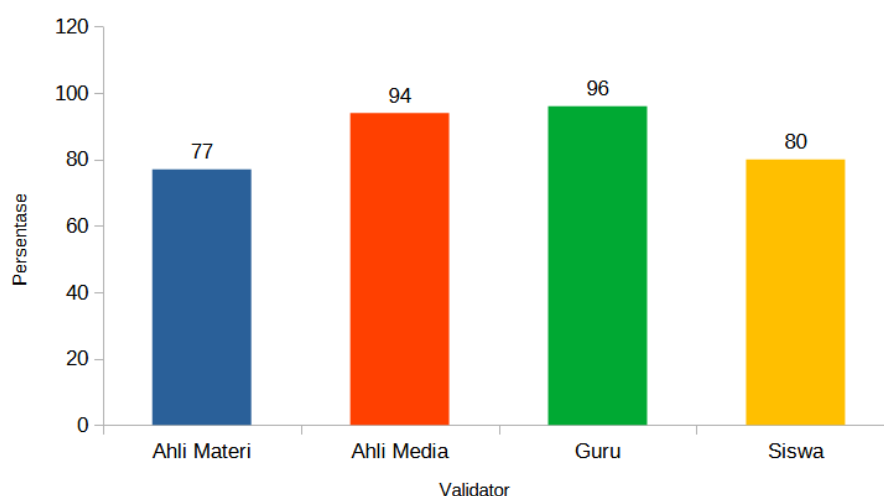
Validasi modul dilakukan untuk menilai apakah modul yang dikembangkan memenuhi standar kualitas dan dapat digunakan dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil validasi, modul dinyatakan layak atau perlu revisi. Hasil validasi ini menjadi dasar untuk penyempurnaan modul sebelum digunakan secara resmi dalam pembelajaran di SMA Bustanul Muhtadiin.

Melalui metodologi R&D yang sistematis dan validasi yang ketat, penelitian ini berhasil mengembangkan modul ajar yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan dan siap untuk diimplementasikan dalam konteks pembelajaran biologi. Modul yang telah divalidasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam

meningkatkan kualitas pembelajaran biologi, khususnya dalam membangun kemampuan berpikir kritis dan pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi pelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis Problem-Based Learning (PBL) pada materi virus untuk siswa kelas X MA selesai, modul tersebut divalidasi oleh dua dosen ahli, yaitu satu dosen ahli materi dan satu dosen ahli media. Proses validasi dilakukan dalam dua tahap: pertama, validasi produk awal, dan kedua, validasi setelah perbaikan berdasarkan masukan dari validasi awal. Validasi ini bertujuan untuk menyempurnakan modul sebelum diimplementasikan lebih lanjut. Data hasil validasi dari dosen ahli, guru biologi, dan siswa disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Validasi dari Validator, Guru, dan Siswa

Dari Gambar 1, dapat dilihat bahwa validasi oleh ahli materi menghasilkan skor 77%, yang termasuk dalam kategori "Cukup Layak." Validasi oleh ahli media menunjukkan skor 94%, yang masuk dalam kategori "Layak." Respon dari guru biologi juga menunjukkan hasil yang sangat baik dengan skor 96%, dikategorikan sebagai "Layak." Sementara itu, hasil validasi oleh siswa menunjukkan rentang persentase antara 71% hingga 87%, yang tergolong dalam kategori "Baik" hingga "Sangat Baik." Berdasarkan berbagai aspek yang dinilai, modul ini dinyatakan layak digunakan sebagai sarana penunjang pembelajaran di SMA Bustanul Muhtadiin Pangorayan.

Pembahasan Validasi Modul

Proses validasi yang dilakukan pada modul ini menunjukkan adanya beberapa aspek yang memerlukan perhatian lebih lanjut untuk memastikan modul ini benar-benar optimal dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Hasil validasi oleh ahli materi yang hanya mencapai 77% menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa kelemahan dalam konten materi yang mungkin perlu diperbaiki. Hal ini bisa mencakup keakuratan ilmiah, kejelasan penyajian konsep, serta relevansi materi dengan konteks pembelajaran siswa. Dalam pengembangan materi pembelajaran, penting untuk memastikan bahwa konten yang disajikan tidak hanya akurat, tetapi

juga mudah dipahami oleh siswa dengan berbagai tingkat kemampuan (Schmidt et al., 2016).

Hasil validasi oleh ahli media yang mencapai 94% menunjukkan bahwa aspek visual dan teknis dari modul ini sudah sangat baik. Modul ini dirancang dengan memperhatikan aspek estetika dan kejelasan visual, yang sangat penting untuk menarik perhatian siswa dan memudahkan pemahaman mereka terhadap materi yang disampaikan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hastuti et al. (2023), desain media pembelajaran yang menarik dan interaktif dapat secara signifikan meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Respon dari guru biologi yang mencapai 96% menunjukkan bahwa modul ini sangat sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di kelas. Guru merasa bahwa modul ini dapat membantu siswa memahami materi dengan lebih baik dan lebih mandiri, sesuai dengan prinsip PBL yang mendorong siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran. Menurut penelitian oleh Fauzi (2022), penggunaan modul berbasis PBL dalam pembelajaran biologi sangat efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa, terutama dalam hal kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah.

Hasil validasi dari siswa menunjukkan variasi dalam tingkat penerimaan modul, dengan persentase berkisar antara 71% hingga 87%. Siswa umumnya merasa bahwa modul ini membantu mereka memahami materi dengan lebih baik, terutama melalui kegiatan-kegiatan yang relevan dan menantang. Namun, variasi dalam respons ini mengindikasikan bahwa tidak semua siswa mungkin memiliki pengalaman belajar yang sama, yang bisa jadi disebabkan oleh perbedaan dalam gaya belajar, tingkat pemahaman awal, dan minat terhadap materi yang dipelajari. Mishra dan S (2023) menemukan bahwa keberhasilan PBL sangat bergantung pada sejauh mana metode ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik individu siswa.

Keunggulan Modul Berbasis PBL

Penggunaan modul berbasis PBL dalam pembelajaran biologi memiliki beberapa keunggulan yang signifikan. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. PBL mendorong siswa untuk aktif berpartisipasi dalam pemecahan masalah, yang tidak hanya meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi, tetapi juga membantu mereka mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis (Setyowati et al., 2020). Dalam penelitian oleh Firdaus et al. (2023), ditemukan bahwa siswa yang terlibat dalam PBL menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam hasil belajar dibandingkan dengan mereka yang belajar melalui metode konvensional.

Modul ini dirancang untuk mengintegrasikan skenario dunia nyata yang relevan dengan topik virus, sehingga siswa dapat melihat aplikasi langsung dari konsep-konsep yang mereka pelajari. Menurut Hastuti et al. (2023), salah satu keunggulan PBL adalah kemampuannya untuk mengaitkan teori dengan praktik, yang dapat meningkatkan motivasi dan minat siswa terhadap materi yang dipelajari. Dalam konteks pembelajaran biologi, PBL memungkinkan siswa untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana konsep-konsep biologis diterapkan dalam kehidupan nyata, misalnya dalam konteks wabah virus dan penanganannya.

Modul ini juga dilengkapi dengan berbagai fitur pendukung seperti gambar ilustrasi, glosarium, soal-soal yang berkaitan dengan permasalahan kehidupan, dan

teknologi barcode scanner yang terhubung dengan video pembelajaran. Fitur-fitur ini dirancang untuk mendukung berbagai gaya belajar siswa, sehingga semua siswa, terlepas dari perbedaan kemampuan dan preferensi belajar mereka, dapat memperoleh manfaat maksimal dari modul ini. Penelitian oleh Widayati dan Priantinah (2023) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang interaktif dan beragam dapat membantu siswa dengan berbagai gaya belajar untuk lebih mudah memahami materi.

Selain itu, pendekatan PBL yang diterapkan dalam modul ini juga mendorong pengembangan keterampilan sosial siswa, seperti kerja sama tim dan komunikasi. Pohan dan Rambe (2022) menemukan bahwa siswa yang terlibat dalam PBL menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan mereka untuk bekerja sama dalam tim dan berkomunikasi secara efektif. Keterampilan ini sangat penting dalam konteks dunia kerja di masa depan, di mana kolaborasi dan kemampuan berkomunikasi dengan baik sering kali menjadi kunci kesuksesan.

Relevansi PBL dalam Konteks Pembelajaran Biologi

Pendekatan PBL yang diterapkan dalam modul ini sangat relevan dengan tujuan pembelajaran biologi di tingkat SMA/MA. Biologi sebagai ilmu yang mempelajari kehidupan memerlukan pendekatan yang tidak hanya teoritis tetapi juga praktis, di mana siswa dapat melihat dan memahami langsung aplikasi dari konsep-konsep yang mereka pelajari. Dalam konteks materi virus, PBL memungkinkan siswa untuk belajar tentang konsep-konsep biologi melalui eksplorasi masalah nyata, seperti wabah virus dan dampaknya terhadap masyarakat.

Menurut penelitian oleh Fitriani et al. (2023), penggunaan PBL dalam pembelajaran sains dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang lebih baik, karena mereka diberi kesempatan untuk mengeksplorasi masalah-masalah nyata yang membutuhkan penerapan konsep-konsep yang dipelajari. Dalam modul ini, siswa diajak untuk memahami bagaimana virus bekerja, bagaimana penularan terjadi, dan bagaimana langkah-langkah pencegahan dapat dilakukan. Dengan demikian, siswa tidak hanya mempelajari konsep-konsep biologi, tetapi juga bagaimana konsep-konsep tersebut diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Selain itu, modul ini juga mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Salah satu tujuan utama PBL adalah untuk mendorong siswa berpikir secara kritis tentang masalah yang dihadapi, dan mencari solusi yang logis dan efektif. Akhiezer et al. (2023) menemukan bahwa siswa yang terlibat dalam PBL menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kritis mereka, karena mereka terbiasa untuk tidak hanya menerima informasi, tetapi juga menganalisis dan mengevaluasi informasi tersebut.

Pengaruh PBL terhadap Kinerja Akademik

Penggunaan PBL dalam modul ini juga berdampak positif terhadap kinerja akademik siswa. Jaiswal et al. (2024) dalam penelitiannya menemukan bahwa siswa yang belajar melalui PBL menunjukkan peningkatan yang lebih besar dalam hasil belajar mereka dibandingkan dengan siswa yang belajar melalui metode konvensional. Hal ini dikarenakan PBL memungkinkan siswa untuk lebih terlibat dalam proses belajar, dan mereka merasa lebih bertanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri.

Selain itu, penelitian oleh Forbes (2021) menunjukkan bahwa PBL juga dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang peran mereka dalam tim dan pentingnya kebutuhan pemangku kepentingan dalam konteks pendidikan klinis. Ini menunjukkan bahwa PBL tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tentang materi pelajaran, tetapi juga membantu mereka mengembangkan keterampilan yang relevan untuk konteks profesional di masa depan.

Dalam konteks pembelajaran biologi, penelitian oleh Gutai dan Palaiologou (2021) menunjukkan bahwa PBL tidak hanya meningkatkan keterampilan desain siswa dalam pendidikan arsitektur, tetapi juga kemampuan mereka untuk merefleksikan pengalaman belajar mereka. Dalam modul ini, siswa diajak untuk tidak hanya belajar tentang virus, tetapi juga untuk merefleksikan bagaimana pengetahuan ini dapat diterapkan dalam konteks kehidupan mereka sehari-hari, misalnya dalam pencegahan penyakit dan promosi kesehatan.

Tantangan dan Saran Pengembangan Modul Berbasis PBL

Meskipun modul ini telah divalidasi dan dinyatakan layak untuk digunakan, terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi untuk memastikan bahwa PBL dapat diterapkan secara efektif dalam pembelajaran. Salah satu tantangan utama dalam penerapan PBL adalah kebutuhan akan perencanaan yang matang dan dukungan yang memadai dari pendidik. McClain et al. (2012) menekankan pentingnya menyediakan template dan panduan yang terstruktur untuk membantu siswa menavigasi proyek-proyek PBL dengan lebih efektif. Tanpa dukungan yang cukup, siswa mungkin merasa kewalahan dengan kompleksitas proyek yang mereka hadapi, yang dapat mengurangi efektivitas pembelajaran.

Selain itu, penelitian oleh Nihuka (2019) menunjukkan bahwa kolaborasi dalam desain kursus sangat penting untuk meningkatkan praktik pengajaran dan hasil akademik siswa. Oleh karena itu, dalam pengembangan modul ini, penting untuk melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk guru, ahli materi, dan siswa, untuk memastikan bahwa modul ini benar-benar relevan dan efektif dalam konteks pembelajaran di kelas.

Saran lain untuk pengembangan lebih lanjut adalah perlunya menyesuaikan modul ini dengan berbagai gaya belajar siswa. Sebagai contoh, beberapa siswa mungkin lebih suka belajar melalui visual, sementara yang lain lebih suka belajar melalui teks atau audio. Oleh karena itu, modul ini dapat diperkaya dengan berbagai media pembelajaran yang sesuai dengan berbagai preferensi belajar siswa, seperti video, animasi, dan simulasi interaktif. Penelitian oleh Wu dan Tai (2016) menunjukkan bahwa integrasi teknologi multimedia dalam desain instruksional dapat secara signifikan meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar siswa.

Selain itu, perlu juga dipertimbangkan untuk mengintegrasikan penilaian formatif dalam modul ini. Begum et al. (2020) menunjukkan bahwa penilaian formatif merupakan aspek penting dalam proses desain instruksional, karena memberikan umpan balik yang berharga yang dapat digunakan untuk menyesuaikan strategi pengajaran dan meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan mengintegrasikan penilaian formatif, guru dapat memantau kemajuan siswa secara lebih efektif dan memberikan intervensi yang tepat ketika diperlukan.

Pemanfaatan Teknologi dalam Modul Berbasis PBL

Pemanfaatan teknologi dalam modul ini, seperti barcode scanner yang terhubung dengan video pembelajaran, merupakan langkah inovatif yang dapat

meningkatkan interaktivitas dan keterlibatan siswa. Penelitian oleh Michalski et al. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi realitas campuran dalam pendidikan kedokteran dapat secara signifikan meningkatkan motivasi siswa untuk belajar. Dengan memperkenalkan elemen teknologi dalam pembelajaran, modul ini tidak hanya lebih menarik, tetapi juga lebih relevan dengan perkembangan teknologi yang terjadi di dunia nyata.

Namun, penggunaan teknologi juga memerlukan kesiapan dari sisi infrastruktur dan keterampilan teknologi dari siswa dan guru. Oleh karena itu, perlu dipastikan bahwa semua pengguna modul ini memiliki akses yang memadai ke teknologi yang dibutuhkan, serta dukungan teknis yang memadai untuk mengatasi tantangan yang mungkin timbul dalam penggunaan teknologi.

Dalam konteks yang lebih luas, integrasi teknologi dalam pembelajaran juga memungkinkan pengumpulan data yang lebih efisien dan analisis yang lebih mendalam tentang bagaimana siswa belajar. Hal ini memungkinkan pendidik untuk membuat keputusan yang lebih tepat berdasarkan data untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Implikasi PBL bagi Pengembangan Keterampilan Abad 21

Pendekatan PBL yang diterapkan dalam modul ini sangat relevan dengan kebutuhan pendidikan di abad 21, di mana keterampilan seperti berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif sangat dihargai. Menurut Forbes (2021), PBL membantu siswa mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang peran mereka dalam tim dan pentingnya memahami kebutuhan pemangku kepentingan dalam konteks pendidikan klinis. Hal ini menunjukkan bahwa PBL tidak hanya mengajarkan pengetahuan, tetapi juga mengembangkan keterampilan yang sangat dibutuhkan di dunia kerja.

Penelitian oleh Jaiswal et al. (2024) juga menunjukkan bahwa PBL memiliki korelasi positif dengan kinerja siswa dalam pendidikan keberlanjutan, yang semakin penting dalam konteks global saat ini. Dengan memfokuskan pada pemecahan masalah nyata, PBL memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan yang relevan untuk menghadapi tantangan yang kompleks dan dinamis di masa depan.

Secara keseluruhan, modul pembelajaran berbasis PBL ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran biologi di SMA Bustanul Muhtadiin. Meskipun sudah menunjukkan hasil yang baik, pengembangan lebih lanjut tetap diperlukan untuk mengoptimalkan efektivitas modul ini, termasuk penyesuaian konten, dukungan teknologi, dan penyempurnaan desain instruksional. Dengan perbaikan ini, modul PBL ini dapat menjadi alat yang sangat efektif untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan di masa depan, baik di bidang akademik maupun di kehidupan sehari-hari.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran biologi berbasis Problem-Based Learning (PBL) dengan materi virus di SMA Bustanul Muhtadiin Proppo, Kabupaten Pamekasan, menunjukkan kelayakan yang tinggi untuk digunakan dalam proses pembelajaran di kelas X. Modul ini tidak hanya memenuhi standar kelayakan dari segi isi dan media, tetapi juga berhasil meningkatkan keterlibatan siswa serta kemampuan mereka dalam berpikir

kritis dan memecahkan masalah. Validasi yang dilakukan oleh ahli materi, ahli media, guru, dan siswa menunjukkan bahwa modul ini efektif sebagai sarana pembelajaran yang interaktif dan relevan dengan kebutuhan pendidikan saat ini. Dengan demikian, modul PBL ini dapat menjadi alternatif yang bermanfaat dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran biologi di sekolah, mendukung siswa dalam memahami konsep-konsep biologi secara mendalam, dan mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan akademik dan kehidupan nyata di masa depan.

REKOMENDASI

Berdasarkan temuan penelitian, disarankan agar modul pembelajaran biologi berbasis Problem-Based Learning (PBL) dengan materi virus ini diimplementasikan secara luas dalam proses pembelajaran di SMA, khususnya di kelas X. Modul ini telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa, kemampuan berpikir kritis, dan pemecahan masalah, yang sangat penting dalam pembelajaran biologi. Namun, untuk mengoptimalkan penggunaannya, guru perlu mendapatkan pelatihan yang memadai dalam menerapkan metode PBL agar dapat memfasilitasi pembelajaran dengan lebih efektif. Selain itu, modul ini dapat disesuaikan lebih lanjut untuk mengakomodasi berbagai gaya belajar siswa, seperti penambahan media pembelajaran digital dan integrasi teknologi yang lebih mendalam. Mengingat variasi dalam respons siswa, perlu dilakukan penyesuaian dan pengembangan modul yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap kebutuhan individu siswa. Diharapkan juga bahwa penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengevaluasi dampak jangka panjang dari penggunaan modul ini terhadap peningkatan hasil belajar siswa dan keterampilan abad ke-21. Implementasi dan pengembangan modul ini secara berkelanjutan akan membantu sekolah dalam menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis, inovatif, dan relevan dengan tuntutan pendidikan modern.

REFERENSI

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran* (Bandung). PT. Remaja Rosda Karya. //perpustakaan.iahntp.ac.id/index.php?p=show_detail&id=3204
- Akhiezer, O. B., Haluza, O. A., Savchenko, A. O., Lyubchyk, L. M., Protsay, N. T., & Aslandukov, M. O. (2023). Methodology of project-based learning for training junior students in applied mathematics: General scheme of the educational process. *Journal of Physics: Conference Series*, 2611(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2611/1/012005>
- Amelia, R. (2021). *Pengembangan Modul Biologi Berbasis IMTAQ Pada Pokok Bahasan Materi Genetik Untuk Siswa Kelas XII SMA/MA Pekanbaru* [Thesis, Universitas Islam Riau]. <https://repository.uir.ac.id/16000/>
- Begum, M. S., Ambreen, D. M., & Khan, D. N. (2020). Adjustment in Instructional Techniques through Formative Assessment Data and Evidence. *Research Journal of Social Sciences and Economics Review*, 1(3), Article 3. [https://doi.org/10.36902/rjsser-vol1-iss3-2020\(212-217\)](https://doi.org/10.36902/rjsser-vol1-iss3-2020(212-217))
- Bizimana, E., Mutangana, D., & Mwesigye, A. (2022). Improving students' cognitive process in biology using concept mapping and cooperative mastery learning strategies. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i2.22454>
- Dede, G. A. N. D., & Setiawan, D. C. (2020). Pengembangan Modul Berbasis Problem Based Learning (PBL) Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Prosiding Seminar*

- Nasional IKIP Budi Utomo*, 1(01), Article 01.
<https://doi.org/10.33503/prosiding.v1i01.919>
- Duan, J., Wang, Y., Ma, C., & Liu, Y. (2023). Analyzing the effective application of inquiry-based teaching in biology teaching in universities. *Advances in Education, Humanities and Social Science Research*, 8(1), Article 1.
<https://doi.org/10.56028/aehtsr.8.1.184.2023>
- Elkhidir, N. (2020). Effective Teaching strategies in biological education: Present and future prospects. *Open Science Journal*, 5(4), Article 4.
<https://doi.org/10.23954/osj.v5i4.2550>
- Fauzi, P. B. (2022). *Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi STEM pada Materi Sel Elektrolisis untuk Kelas XII SMA/MA* [Skripsi, Universitas Negeri Padang]. <http://repository.unp.ac.id/40299/>
- Firdaus, M. A., Jamal, M. Y. S., & Arifin, B. S. (2023). Improving Student Learning Outcomes Through Project-Based Learning in Islamic Religion Lessons. *Tafkir: Interdisciplinary Journal of Islamic Education*, 4(2), Article 2.
<https://doi.org/10.31538/tijie.v4i2.400>
- Fitriani, R., Febriyani, S. D., Pratama, G., Andika, K., Aprilla, R., Nurfajrina, R., Suherman, D. S., & Ritonga, A. F. (2023). The Influence Of Maritime Education Through Project Based Learning-A Review. *BIO Web of Conferences*, 79, 02004.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20237902004>
- Forbes, R. (2021). Descriptions of learning and teaching innovations; using project-based learning to support clinical education. *Australian Journal of Clinical Education*, 9(1), 29–35. <https://doi.org/10.53300/001c.25453>
- Gutai, M., & Palaologou, G. (2021). Pavilions in Architecture Studio – Assessment of Design-Build Approach in Architecture Education. *Architecture*, 1(1), Article 1.
<https://doi.org/10.3390/architecture1010005>
- Harahap, U. K., Selaras, G. H., & Ardi, A. (2023). Meta-Analysis of the Impact of Problem-Based Learning on High School Students' Critical Thinking Abilities in Biology Education. *Journal of Digital Learning and Education*, 3(2), Article 2.
<https://doi.org/10.52562/jdle.v3i2.751>
- Hastuti, Ambiyar, Jalinus, N., Syahril, & Syah, N. (2023). *Project-Based Learning to Enhance Creativity and Learning Outcomes*. 67–73. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-050-3_8
- Jaiswal, G., Hopfer, E. N., & Dixon, D. L. (2024). Sowing the seeds of change: Educating emerging textile and apparel professionals on sustainability from cotton industry perspective. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 25(3), 649–668. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-08-2022-0282>
- Kambaila, C. M., Kasali, G., & Kayamba, F. (2019). Assessing the effects of Biology Practical Activities on Academic Performance of Senior Secondary School Students, Zambia. *Journal of Education and Practice*, 10(24), 116.
- Liu, Z., Wang, J., Liang, Z., An, H., Li, L., Zang, Z., Li, J., Xi, Y., Han, T., Liu, S., & Jin, C.-H. (2022). Teaching Reform to the Biology Major During the COVID-19 Pandemic: A Study of the Method of Teaching Industrial Innovation and Entrepreneurial Talents. *Frontiers in Psychology*, 13.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.843485>
- McClain, E. K., Babbott, S. F., Tsue, T. T., Girod, D. A., Clements, D., Gilmer, L., Persons, D., & Unruh, G. (2012). Use of a Structured Template to Facilitate

- Practice-Based Learning and Improvement Projects. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(2), 215–219. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-11-00195.1>
- Michalski, C., Cowan, M., Bohinsky, J., Dickerson, R., & Plochocki, J. (2020). Mixed Reality Technology Influences Motivation for Learning in Medical Students. *MedEdPublish*, 9, 155. <https://doi.org/10.15694/mep.2020.000155.1>
- Mishra, N., & S, A. P. (2023). Modern Multidisciplinary Education: Challenges and Opportunities of Modern Learning Pedagogy. *International Journal of Case Studies in Business, IT and Education (IJCSBE)*, 7(4), Article 4. <https://doi.org/10.47992/IJCSBE.2581.6942.0319>
- Mukagihana, J., Aurah, C. M., & Nsanganwimana, F. (2021). The Effect of Resource-Based Instructions on Pre-service Biology Teachers' Attitudes towards Learning Biology. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20(8), Article 8. <https://ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/3960>
- Nihuka, K. A. (2019). Impact of Collaborative Course Design on Instructors' Practices and Students' Academic Outcomes. In J. Pieters, J. Voogt, & N. Pareja Roblin (Eds.), *Collaborative Curriculum Design for Sustainable Innovation and Teacher Learning* (pp. 249–264). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20062-6_14
- Pohan, R. F., & Rambe, M. R. (2022). The Learning Outcomes's Increasing Of Basic Engineering Mechanics Students Of Civil Engineering Study Program Through The Project Based Learning (PjBL) Model. *International Journal Of Humanities Education and Social Sciences*, 1(6). <https://doi.org/10.55227/ijhess.v1i6.194>
- Precious, E. C., & Feyisetan, A.-V. A. (2020). Influence of Teacher-Centered and Student-Centered Teaching Methods on the Academic Achievement of Post-Basic Students in Biology in Delta State, Nigeria. *Teacher Education and Curriculum Studies*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.11648/j.tecs.20200503.21>
- Ramadhani, Y. R., Subakti, H., Masri, S., Brata, D. P. N., Salamun, S., Walukow, D. S., Haeruman, L. D., Sianipar, L. K., Sanjaya, L. A., & Fidhyallah, N. F. (2022). *Pengantar Strategi Pembelajaran*. Yayasan Kita Menulis. <https://scholar.google.com/scholar?cluster=14349084624929597447&hl=en&oi=scholar>
- Schmidt, S., Zlatkin-Troitschanskaia, O., & Fox, J.-P. (2016). Pretest-Posttest-Posttest Multilevel IRT Modeling of Competence Growth of Students in Higher Education in Germany. *Journal of Educational Measurement*, 53(3), 332–351. <https://doi.org/10.1111/jedm.12115>
- Semernia, O., Kazanishena, N., Suhovirskyi, O., & Rudnytska, Z. (2023). PROJECT-BASED LEARNING AS AN EFFECTIVE APPROACH TO TEACHING BIOLOGY IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION IN PODILLIA. *Zhytomyr Ivan Franko State University Journal. Pedagogical Sciences*, 3(114), Article 3(114). [https://doi.org/10.35433/pedagogy.3\(114\).2023.212-228](https://doi.org/10.35433/pedagogy.3(114).2023.212-228)
- Setyowati, A. A., Fathurahman, M., & Anwar, Z. (2020). *MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN SOFTWARE GEOGEBRA UNTUK KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DAN SELF CONFIDENCE SISWA SMA. YAYASAN BARCODE*.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suharyat, Y., Ichsan, I., Satria, E., Santosa, T. A., & Amalia, K. N. (2022). Meta-Analisis Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan

- Ketrampilan Abad-21 Siswa Dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 4(5), 5081–5088. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i5.7455>
- Thiagarajan, S., Semmel, D., S., & Semmel, M., I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Indiana University Bloomington.
- Thompson, S. K., Brown, J., Cotner, S., Andicoechea, J., Zhao, F., & Roehrig, G. (2020). Design Features of an Effective and Theoretically Grounded Training Program for Undergraduate Teaching Assistants in the Life Sciences. *International Journal of Designs for Learning*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.14434/ijdl.v11i1.24129>
- Turahmah, F. (2022). PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN IPA BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING (PBL) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA MATERI SISTEM PER NAPASAN PADA MANUSIA DI SMP. *Karangan: Jurnal Bidang Kependidikan, Pembelajaran, Dan Pengembangan*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.55273/karangan.v4i1.161>
- Vakhoya, N. E., Masibo, E. M., & Nabwire, C. N. (2022). Teacher-Learner-Resources Instructional Interaction Pattern and Secondary School Learners' Attainment in Biology in Kakamega County-Kenya. *Journal of Education and Practice*, 6(5), Article 5. <https://doi.org/10.47941/jep.1035>
- Wasehudin, W., Syah, D., Rahman, M. T., & Hasanah, U. (2022). Developing Class Instruction for Linking The Qur'an to Biological Science. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 14(3), Article 3. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i3.1662>
- Widayati, A., & Priantinah, D. (2023). *Factors Influencing The Practicum Learning Outcomes in The Context of Online Learning in the Faculty of Economics, Universitas Negeri Yogyakarta*. 1267–1274. https://doi.org/10.2991/978-2-494069-35-0_153
- Wu, T.-J., & Tai, Y.-N. (2016). Effects of Multimedia Information Technology Integrated Multi-Sensory Instruction on Students' Learning Motivation and Outcome. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(4), 1065–1074. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1552a>