



## Pengembangan Panduan Praktikum Bioteknologi Berbasis *Project Based Learning (PjBL)*

Yuniyatul Hotimah<sup>a,1</sup>, Lukluk Ibana<sup>b,2</sup>, Moch Haikal<sup>c,3</sup>

<sup>a,b,c</sup>Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UIM

<sup>1</sup>[yuniek224@gmail.com](mailto:yuniek224@gmail.com), <sup>2</sup>[lucyibanna07@gmail.com](mailto:lucyibanna07@gmail.com), <sup>3</sup>[moch.haikal@uim.ac.id](mailto:moch.haikal@uim.ac.id)

Informasi Artikel	Abstrak
<p>Received: September, 2025</p> <p>Revised: October-November, 2025</p> <p>Published: December, 2025</p> <p>Kata kunci: PanduanPraktikum,Biologi, <i>Project Based Learning</i> (PjBL)</p>	<p>Panduan praktikum bioteknologi yang dibangun dengan pemdelatan <i>project based learning</i> (PjBL) disusun sebagai instrument pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif sekaligus menghadirkan pengalaman kontekstual bagi siswa kelas XII di MA Miftahul Ulum Betet Pamekasan. Permasalahan dilapangan menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran cenderung model ceramah dan sumber ajar yang digunakan hanya terbatas buku paket dan LKS, sehingga diperlukan sumber ajar dan model pembelajaran yang lebih melibatkan siswa secara aktif. Penelitian ini menggunakan metode <i>research and development</i> dengan model <i>Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation</i> (ADDIE), namun implementasinya difokuskan dari tahap analisis hingga pengembangan. Uji kelayakan dilakukan melalui penilaian ahli media dan ahli materi, yang menghasilkan skor validitas masing-masing 0,74 dan 0,83; nilai tersebut termasuk kategori valid hingga sangat valid. Uji kepraktisan terhadap guru pertama dan kedua menunjukkan 97,9 dan 93,8, termasuk kategori sangat praktis dan guru ketiga menunjukkan 77,1 termasuk kategori praktis, dan angket respon siswa menunjukkan berkisar antara 67,5 hingga 95,0 menunjukkan produk memenuhi kriteia kepraktisan. Hasil tersebut menegaskan bahwa panduan praktikum berbasis PjBL layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran bioteknologi.</p>
<p>Keywords: Workbook, Biology, High School, Project Based Learning (PjBL)</p>	<p><b>Abstract</b></p> <p><i>A biotechnology practicum guide developed with project-based learning (PjBL) was designed as a learning instrument that encourages active involvement while providing contextual experiences for grade XII students at MA Miftahul Ulum Betet Pamekasan. Problems in the field indicate that the implementation of the learning model tends to be a lecture model and the teaching resources used are limited to textbooks and LKS, so that teaching resources and learning models that involve students more actively are needed. This study uses a research and development method with the Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation (ADDIE) model, but its implementation is focused from the analysis to development stages. The feasibility test was carried out through assessments by media experts and material experts, which resulted in validity scores of 0.74 and 0.83, respectively; these values are included in the valid to very valid category. The practicality test for the first and second teachers showed 97.9 and 93.8, including the very practical category</i></p>

---

*and the third teacher showed 77.1 including the practical category, and the student response questionnaire showed a range of 67.5 to 95.0 indicating that the product meets the practicality criteria. These results confirm that the PjBL-based practical guide is suitable and effective for use in biotechnology learning*

## **PENDAHULUAN**

Praktikum berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan pengetahuan teoretis dengan penerapannya di lapangan. Melalui proses eksperimen, siswa tidak hanya memperdalam penguasaan konsep, tetapi juga mengasah kemampuan yang esensial untuk membawa teori ke dalam konteks nyata (Koiriah et al., 2022). Kegiatan praktikum dengan demikian menjadi arena strategis bagi siswa untuk memperluas pemahaman ilmiah sekaligus menumbuhkan keterampilan seperti pengamatan kritis, pengolahan data, hingga strategi pemecahan masalah. Efektivitas praktikum dipengaruhi oleh kelengkapan fasilitas laboratorium, keterpaduan dengan kurikulum, lingkungan belajar yang mendukung, serta adanya panduan praktikum yang jelas. (Iswanto & Mulyono, 2021).

Panduan praktikum merupakan perangkat yang merangkum alur mulai dari persiapan, prosedur pelaksanaan, analisis data, hingga penyusunan laporan hasil. Penyajian panduan secara runtut dan sistematis membantu siswa menautkan materi teoretis dengan aktivitas praktis, sehingga terbentuk pemahaman konseptual yang lebih kokoh (Budiarti & Oka, 2017). Kehadiran panduan ini juga menuntut siswa berhadapan dengan situasi yang menantang, sehingga keterampilan praktis dan nalar kritis mereka terlatih secara berkesinambungan (Sunardi & Suchyadi, 2020). Pemahaman topik yang lebih dalam dicapai selama proses pembelajaran ketika menggunakan pembelajaran berbasis proyek (Mardatillah, 2024). Namun kenyataannya di lapangan, model pembelajaran yang diterapkan cenderung bersifat ceramah.

Berdasarkan hasil observasi di MA Miftahul Ulum Betet Pamekasan pada tanggal 12 Agustus 2024, sumber ajar yang digunakan masih terbatas pada buku paket dan LKS. Selain itu, hasil wawancara menunjukkan bahwa belum tersedia panduan praktikum di sekolah tersebut. Kondisi ini berdampak pada rendahnya partisipasi aktif siswa serta kesulitan dalam memahami materi yang bersifat abstrak. Oleh karena itu model *Project Based Learning* (PjBL) menjadi solusi inovatif karena mampu meningkatkan keterlibatan siswa melalui kegiatan berbasis proyek yang merefleksikan situasi nyata, mendukung keterampilan abad ke-21, serta mendorong pembelajaran yang bermakna (Martati, 2022). Oleh sebab itu, pengembangan panduan praktikum berbasis PjBL menjadi penting dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran bioteknologi, sekaligus memberikan kontribusi terhadap penyediaan bahan ajar yang praktis, valid, dan layak diterapkan di dunia pendidikan (Purba et al., 2022). Studi ini lahir sebagai respon terhadap tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran kolaboratif, kreatif, serta relevan dengan konteks kehidupan peserta didik. Pemilihan model instruksional yang tepat menjadi kunci dalam memastikan keberhasilan praktikum. Dalam konteks bioteknologi, *project based learning* dipandang sebagai alternatif yang adaptif dan dapat diintegrasikan dalam rancangan panduan praktikum (I. Lestari & Ilhami, 2022).

*Model project based learning* (PjBL) atau pembelajaran berbasis proyek menempatkan siswa sebagai aktor utama dalam proses pemerolehan keterampilan ilmiah (K. Perayani & I.W. Rasna, 2022). PjBL dengan demikian menjadi pendekatan yang sejalan dengan kebutuhan pengembangan panduan praktikum bioteknologi agar dapat berfungsi bukan hanya sebagai sumber belajar, tetapi juga sebagai media pembentukan kompetensi, model PjBL berpotensi membantu peserta didik dalam tiga hal: (1) memperluas wawasan pengetahuan melalui aktivitas kurikuler yang autentik; (2) membangun pengetahuan melalui pengalaman nyata dalam suasana kerja kolaboratif; serta (3) membantu siswa memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang bermakna melalui penugasan dan pekerjaan yang nyata nyata (K. Perayani & I.W. Rasna, 2022).

Melalui penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dalam panduan praktikum Bioteknologi, peserta didik tidak hanya diarahkan untuk memahami konsep secara teoritis, tetapi juga untuk menerapkannya dalam kegiatan praktikum yang bermakna. Melalui buku panduan ini, siswa diharapkan mampu melaksanakan prosedur praktikum secara mandiri, kemudian menginternalisasi prinsip-prinsip yang diperoleh guna memperkuat proses pembelajaran berikutnya. Selain itu, penerapan model PjBL juga berimplikasi pada tumbuhnya rasa ingin tahu yang lebih mendalam, sehingga peserta didik terdorong untuk melampaui sekadar pembelajaran rutin (Novitasari et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi validitas serta tingkat kepraktisan panduan praktikum bioteknologi berbasis *project based learning* di MA Miftahul Ulum Betet Pamekasan.

## **METODOLOGI**

Penelitian ini dikategorikan sebagai riset pengembangan (*research and development*) dengan tujuan merancang panduan praktikum bioteknologi berbasis *project based learning* yang teruji secara valid dan praktis. Acuan metodologinya menggunakan model ADDIE (Branch, 2009).

Model ADDIE diterapkan karena memiliki tahapan pengembangan yang sistematis serta dianggap relevan dengan tujuan penelitian ini. Model tersebut terdiri atas lima tahap utama, yaitu *Analisis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Namun, dalam penelitian ini, proses pengembangan hanya dilaksanakan hingga tahap Pengembangan, mengingat keterbatasan kapasitas peneliti serta belum memungkinkan untuk melakukan uji coba produk dalam skala luas. Uji validitas produk dilakukan melalui penilaian dua ahli media dan dua ahli materi, seluruhnya berasal dari dosen Program Studi Pendidikan Biologi S1 FKIP Universitas Islam Madura. Sementara itu ujian kepraktisan di laksanakan dengan melibatkan tiga guru mata pelajaran biologi, guru yang dilibatkan merupakan guru yang aktif mengajar serta memiliki pengalaman mengajar dan keterlibatan dalam kegiatan praktikum biologi di sekolah. Serta 30 siswa kelas XII di MA Miftahul Ulum Betet Pamekasan yang telah diobservasi sebelumnya untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria penelitian

Teknik analisis data bersifat deskriptif. Penilaian dari para pakar selanjutnya diolah menggunakan formula indeks Aiken's V (Aiken, 1985). Rumus dasar yang digunakan adalah:

Email: [bae@journal.uir.ac.id](mailto:bae@journal.uir.ac.id)

$$V = \frac{\sum S}{[n(c - 1)]}$$

Keterangan:

V = Indeks aiken

S = hasil pengurangan antara skor yang diberikan penilai (R) dan skor batas bawah kategori (Lo).

R = skor aktual yang diberikan oleh validator.

Lo = skor minimum yang dapat dicapai, yaitu 1.

C = skor maksimum yang mungkin diperoleh, dalam hal ini bernilai 4.

n = jumlah individu yang bertindak sebagai penilai atau validator.

Nilai indeks V yang diperoleh kemudian dipetakan ke dalam kategori tertentu sesuai dengan kriteria interpretasi Aiken. Klasifikasi lengkap mengenai kategori indeks tersebut ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kategori Indeks Aiken

Rentang Indeks	Kategori
$V \leq 0,4$	Kurang valid
$0,4 < V \leq 0,8$	Valid
$0,8 < V \leq 1$	Sangat Valid

(Retnawati, 2016)

Uji kepraktisan dianalisis melalui perhitungan dengan rumus berikut.

$$P = \frac{f}{N} \cdot 100\%$$

Keterangan:

P = Skor kepraktisan

f = Perolehan skor

N= Skor Maksimum

Hasil perhitungan P selanjutnya ditafsirkan berdasarkan kategori kepraktisan sebagaimana tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Kepraktisan

Nilai	Kategori
$80\% < x \leq 100\%$	Sangat Praktis
$60\% < x \leq 80\%$	Praktis
$40\% < x \leq 60\%$	Cukup Praktis
$20\% < x \leq 40\%$	Kurang Praktis
$0\% < x \leq 20\%$	Tidak Praktis

(Zakirman & Hidayati, 2017)

## TEMUAN DAN PEMBAHASAN

### Temuan

Mengikuti alur riset pengembangan yang telah dijalankan, keluaran utama dari studi ini berupa panduan praktikum bioteknologi berbasis *project based learning* (PjBL). Panduan tersebut dikonstruksi dengan kerangka ADDIE yang secara teoretis memiliki lima tahap, namun penelitian ini dibatasi hanya sampai pada fase analisis hingga pengembangan. Uji validitas atas produk yang dihasilkan ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

### Hasil Uji Validitas

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Oleh ahli Validator

Validator	$\Sigma S$	$\Sigma [n(c-1)]$	V	Kategori
Ahli Media 1	29	72	0,83	Sangat Valid
Ahli Media 2	31			
Ahli Materi 1	39	90	0,74	Valid
Ahli Materi 2	28			

Hasil validasi sebagaimana tercantum dalam Tabel 3 memperlihatkan bahwa penilaian dari dua pakar media menghasilkan indeks validitas (V) sebesar 0,83 yang diklasifikasikan sebagai "sangat valid." Di sisi lain, dua pakar materi memberikan skor 0,74 yang tergolong dalam kategori "valid." Selain temuan kuantitatif, diperoleh pula umpan balik kualitatif berupa catatan dan rekomendasi perbaikan, yang rinciannya tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Komentar dari Ahli validator

NO	Komentar Ahli Materi	Komentar Ahli Media
1	Sudah layak digunakan sebagai perangkat ajar mata pelajaran biologi	Revisi perlu dikerjakan terutama kejelasan struktur dalam petunjuk praktikum sesuai dengan PjBL
2	Pengembangan panduan praktikum layak di gunakan tetapi ada beberapa yang perlu di perbaiki, seperti 1. Penulisan nama ilimian dimiringkan, 2. Tujuan praktikum terlalu umum kurang spesifik dann kurang ilmiah 3. Penilaian hasil dan evaluasi terlalu sederhana/umum (saran saya di setiap praktikum di lengkapi dengan pertanyaan sesuai materi yang di praktikumkan untuk mengetahui pemahaman siswa).	

Berikut perbedaan pengembangan awal dan setelah di revisi dapat di lihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perbedaan panduan praktikum awal dan setelah di revisi

No	Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar/Saran
1			Tulisan Ilmiah dimiringkan
2			Di tambahkan pertanyaan evaluasi
3			Di cover tambahkan betet depan kata

Selanjutnya produk yang sudah direvisi diberikan kepada guru biologi disekolah tempat penelitian untuk mengetahui kepraktisan produk yang dikembangkan. Hasil dari uji coba yang disajikan pada tabel 6. sebagai berikut:

**Hasil Uji Kepraktisan**

Tabel 6. Data Hasil Uji Kepraktisan Produk dari Guru

Guru Mata Pelajaran Biologi	P	Kategori
Guru 1	97,9	Sangat Praktis
Guru 2	93,8	Sangat Praktis
Guru 3	77,1	Praktis

Selanjutnya, merujuk Tabel 6, hasil evaluasi aspek kepraktisan oleh tiga guru mata pelajaran Biologi menunjukkan nilai 97,9 dan 93,8 yang termasuk kategori “sangat

praktis,” serta skor 77,1 yang dikategorikan “praktis.” Selain penilaian angka, tersedia pula masukan kualitatif berupa komentar dan saran yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Komentar Guru Biologi

No	Komentar Guru Biologi
1.	Harus lebih baik lagi.
2.	Panduan praktikum ini sangat simpel dan menarik perhatian karena desain dan warna tidak mencolok, harapan saya semoga bisa bermanfaat, diamalkan. Koreksi ada kata betet harusnya ada logo MA betet di cover .
3.	Akan lebih baik lagi jika bagian depan diperkenalkan dulu penjelasan bioteknologi sebelum ke contoh-contoh hasil/proses bioteknologi

### Hasil angket respon siswa

Setelah Panduan Praktikum dikembangkan dan divalidasi terhadap validator, dilakukan pengukuran terhadap tanggapan siswa menggunakan angket untuk mengetahui tingkat kepraktisan dari perspektif pengguna.

Berdasarkan hasil uji coba kepraktisan yang dilakukan terhadap 30 orang siswa, diperoleh data yang menunjukkan bahwa skor kepraktisan yang diberikan berada pada rentang nilai antara 67,5 hingga 95,0. Nilai ini mengindikasikan bahwa secara umum, panduan praktikum yang diujikan telah memenuhi kriteria kepraktisan yang baik. Skor minimal sebesar 67,5 masih berada dalam kategori praktis, sedangkan skor maksimal sebesar 95,0 termasuk dalam kategori Sangat Praktis. Skor kepraktisan yang lebih rendah pada sebagian responden disebabkan oleh perbedaan persepsi siswa terhadap tingkat kejelasan bahasa dan kelengkapan panduan, serta variasi kemampuan dalam memahami struktur isi panduan. Beberapa siswa mungkin merasa bahwa instruksi dalam panduan masih perlu disajikan dengan bahasa yang lebih sederhana atau visualisasi yang lebih menarik, seperti gambar alat dan langkah kerja yang lebih detail.

### Pembahasan

Panduan praktikum bioteknologi berbasis *project based learning* di laksanakan menggunakan model pengembangan ADDIE. Panduan praktikum yang dikembangkan dalam riset ini dimaksudkan untuk menggeser pola belajar dari sekadar pasif menjadi lebih dinamis dan menyenangkan. Penyusunannya berbasis sintaks *project based learning* yang memberi nuansa variatif, sehingga pengalaman siswa tidak terjebak pada rutinitas monoton, melainkan lebih hidup dan interaktif.

Sebagai perangkat ajar, panduan praktikum berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) menawarkan keunggulan khas yang menjadikannya sarana potensial dalam mendorong kualitas pembelajaran. Daya tarik utama PjBL terletak pada kapasitasnya untuk menstimulasi partisipasi aktif siswa (Muliati et al., 2024). Hamidah & Citra (2021) juga memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa PjBL mampu memantik minat belajar yang lebih mandiri dan partisipatif. Dengan keterlibatan semacam itu, siswa tidak sekadar mengikuti prosedur, tetapi juga membangun keterampilan produktif melalui penciptaan karya nyata hasil proyek.

Rancangan panduan praktikum bioteknologi berbasis PjBL dalam penelitian ini dirancang dengan pendekatan visual yang tidak membosankan, melainkan penuh warna

dan ilustrasi yang memperkaya tiap segmen. Pilihan desain ini dimaksudkan untuk memperkuat daya tarik sekaligus memberi pengalaman membaca yang lebih imersif bagi siswa (Sukmawati et al., 2023). Desain visual yang baik merupakan elemen penting dalam bahan ajar karena mampu meningkatkan perhatian, motivasi, dan pemahaman siswa terhadap materi (Lestari et al., 2025). Dalam konteks pembelajaran biologi yang memiliki banyak konsep abstrak, tampilan visual yang informatif dan estetis dapat menjadi jembatan antara teori dan kenyataan yang dapat diamati siswa secara langsung (Gustiani & Syamsurizal, 2021). Warna, ikon, diagram, dan gambar pendukung pada panduan ini disusun sedemikian rupa untuk memperjelas langkah-langkah praktikum, alat dan bahan, serta sintaks PjBL yang digunakan dalam kegiatan.

Hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa siswa merasa lebih tertarik untuk menggunakan panduan ini dibandingkan LKS konvensional. Mayoritas siswa menyatakan bahwa tampilannya tidak membosankan dan mudah dipahami, karena warna-warna yang digunakan membuat isi panduan terlihat hidup dan tidak monoton. Panduan praktikum bioteknologi berbasis PjBL juga dapat diimplementasikan dalam kegiatan belajar mengajar secara efektif dan menarik (Rahmawati & Sahratullah, 2020)

Hal ini sejalan dengan pernyataan Muliati et al. (2024) yang menegaskan bahwa bahan ajar berbasis proyek dengan visualisasi atraktif dapat meningkatkan motivasi belajar serta memperkuat penguasaan konsep melalui pengalaman belajar yang lebih menyenangkan. Selain itu, (Susanti et al., 2020) menambahkan bahwa perangkat ajar dengan elemen visual yang menarik tidak hanya mendorong keterlibatan aktif siswa, tetapi juga memfasilitasi pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi.

Daya Tarik visual ini juga mempermudah siswa dalam mengikuti prosedur praktikum karena setiap langkah dijelaskan secara sistematis dengan bantuan ilustrasi dan warna yang berbeda. Desain yang komunikatif ini tidak hanya mempercantik tampilan, tetapi juga memiliki fungsi edukatif. Panduan yang menarik secara visual dapat menstimulasi rasa ingin tahu siswa serta mendorong mereka untuk belajar secara mandiri dan eksploratif, sebagaimana diharapkan dalam pendekatan PjBL (Safitri et al., 2023). Sejalan dengan riset Anggraini et al. (2022) menemukan kalau panduan praktikum yang dilengkapi dengan elemen visual interaktif secara signifikan dapat meningkatkan ketertarikan siswa terhadap proses eksperimen dan pengembangan keterampilan ilmiah.

Desain visual ini tidak hanya berdampak pada aspek estetika semata, tetapi juga turut memengaruhi persepsi siswa terhadap kualitas bahan ajar. Dalam era digital dan visual saat ini, siswa cenderung lebih responsif terhadap media pembelajaran yang kaya warna dan visualisasi daripada teks panjang yang monoton (Herowati, 2023). Oleh karena itu penggunaan warna-warna yang kontras namun tetap harmonis dalam panduan praktikum ini terbukti mampu menarik perhatian siswa sejak awal membuka buku. Elemen-elemen visual seperti ikon alat, tabel berwarna, dan langkah kerja yang disusun secara terstruktur dengan garis bantu visual memberikan kemudahan dalam navigasi isi buku (Syamsurizal & Ardianti, 2021).

## **KESIMPULAN**

Merujuk pada temuan penelitian, dapat ditarik simpulan bahwa panduan praktikum bioteknologi berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) yang dikembangkan terbukti memenuhi kriteria kelayakan sekaligus kepraktisan untuk digunakan dalam praktikum. Hal ini tercermin dari hasil uji validitas yang dilakukan oleh pakar materi dengan skor 0,74 (kategori valid) dan pakar media dengan skor 0,83 (kategori sangat valid). Dari aspek kepraktisan, guru memberikan penilaian 97,9 dan 93,8 (sangat praktis) serta 77,1 (praktis). Sementara itu, respons siswa berkisar antara 67,5 hingga 95,0, yang secara keseluruhan mengindikasikan bahwa produk ini telah memenuhi standar kepraktisan secara memadai dan layak di implementasikan. Dengan demikian, panduan praktikum ini berpotensi menjadi alternatif bahan ajar yang mendukung pembelajaran aktif dan kontekstual di bidang bioteknologi

## **TERIMA KASIH**

Riset ini terlaksana atas dukungan dari Dekan FKIP beserta dosen program studi S1 Biologi FKIP Universitas Islam Madura, serta dukungan dari kepala MA Miftahul Ulum Betet Pamekasan beserta guru dan staf.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, N., Siburian, J., & Kartika, W. D. (2022). Uji Kelayakan Panduan Praktikum Perkembangan Hewan Berbasis Project Based Learning Pada Materi Regenerasi. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 9(1), 60. <https://doi.org/10.25273/florea.v9i1.12079>
- Anggraini, P. D., & Wulandari, S. S. (2020). Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 9(2), 292–299. <https://doi.org/10.26740/jpap.v9n2.p292-299>
- Budiarti, W., & Oka, A. A. (2017). Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi Berbasis Pendekatan Ilmiah (Scientific Approach) Untuk Siswa Sma Kelas Xi Semester Genap Tahun Pelajaran 2013/2014. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 5(2), 123. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v5i2.791>
- Darmayanti, N. W. S., Suantara, I. W., Astuti, N. P. E., Dari, N. K. A. U., Partini, N. K. S., & Wulandari, K. Y. (2023). Evaluasi Peningkatan Guru Dalam Penyusunan Panduan Praktikum Ipa Bermuatan Karakter. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 9(2), 324. <https://doi.org/10.31764/orbita.v9i2.19532>
- Gustiani, R., & Syamsurizal, S. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan Booklet sebagai Suplemen Bahan Ajar pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Hewan Kelas. 5.
- Hamidah, I., & Citra, S. Y. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(2), 307–314. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v4i2.2870>
- Hapulu, Y., & Abdullah, G. (2022). Pengembangan Penduan Praktikum Ipa Model Project Based Learning Di Kelas V Mi Almoukry. 3.
- Herowati, H. (2023). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) Materi Perubahan Fisika Dan Kimiaterhadap Keaktifan Belajar Peserta Didik. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(12), 4603–4612. <https://doi.org/10.53625/jirk.v2i12.5672>
- Iswanto, D., & Mulyono, H. B. (2021). Analisis Manajemen Laboratorium Terpadu Mikroskopis Di Fakultas Kedokteran Universitas Cenderawasih Jayapura Papua (Studi Kasus). *Indonesian Journal of Laboratory*, 4(1), 20. <https://doi.org/10.22146/ijl.v4i1.65346>
- K. Perayani & I.W. Rasna. (2022). Pembelajaran Keterampilan Menyimak Dengan Menggunakan Media Podcast Berbasis Model Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl). *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Bahasa Indonesia*, 11(1), 108–117. [https://doi.org/10.23887/jurnal\\_bahasa.v11i1.741](https://doi.org/10.23887/jurnal_bahasa.v11i1.741)
- Koiriah, M., Siburian, J., & Anggereini, E. (2022). Pengembangan Panduan Praktikum Penyimpangan Semu Hukum Mendel Berbasis Edmodo Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1). <https://doi.org/10.37058/bioed.v7i1.3822>
- Lestari, I., & Ilhami, A. (2022). Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Smp: Systematic Review.

Yuniyatul Hotimah, Lukluk Ibana, Moch Haikal

*Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 135–144.  
<https://doi.org/10.24929/lensa.v12i2.238>

- Lestari, S. R., Sipahutar, H., & Harsono, T. (t.t.). *Pengembangan Penuntun Praktikum Biologi Molekuler Dasar Berbasis Project-Based Learning untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMK*.
- Mardatillah, A. (2024). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Project Based Learning (Pjbl) Bernuansa Kearifan Lokal Pada Materi Bioteknologi Fase E Sma: Meta Analisis. *Jurnal Biogenerasi*, 10(1), 33–42.  
<https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v10i1.4335>
- Martati, B. (2022). Penerapan Project Based Learning Dalam Pembelajaran Di Sekolah Dasar.
- Muliati, E., Al Idrus, S. W., & Muntari, M. (2024). A Development Pengembangan Modul Praktikum Kimia Berbasis Proyek pada Materi Larutan Penyangga. *Chemistry Education Practice*, 7(2), 376–381. <https://doi.org/10.29303/cep.v7i2.6504>
- Mulyani, D. (2022). Pengembangan Panduan Praktikum Biologi pada Konsep Sistem Pencernaan untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Journal of Nusantara Education*, 1(2), 68–78. <https://doi.org/10.57176/jn.v1i2.11>
- Nida Winarti, Maula, L. H., Amalia, A. R., Pratiwi, N. L. A., & Nandang. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Iii Sekolah Dasar. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(3), 552–563. <https://doi.org/10.31949/jcp.v8i3.2419>
- Nisa, U. M. (2017). *Metode Praktikum untuk Meningkatkan Pemahaman dan Hasil Belajar Siswa Kelas V MI YPPI 1945 Babat pada Materi Zat Tunggal dan Campuran*.
- Novitasari, S., Tulandi, D. A., & Lolowang, J. (2021). Pengembangan Panduan Praktikum Online Menggunakan Smartphone Berbasis Aplikasi Phypox. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(1), 35–42. <https://doi.org/10.53682/charmsains.v2i1.77>
- Nurfathurrahmah, N., Ariyansyah, A., & Suryani, E. (2024). Pengembangan E-Panduan Praktikum Teknik Pengelolaan Laboratorium Berbasis PjBL untuk Meningkatkan Pembelajaran Abad 21. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 4(1), 60–69. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v4i1.412>
- Purba, D. A. P. B., Kartika, W. D., & Siburian, J. (2022a). Pengembangan Panduan Praktikum Perkembangan Hewan Berbasis Project Based Learning Materi Analisis Spermatozoa. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 13(1), 27. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v13i1.5301>
- Purba, D. A. P. B., Kartika, W. D., & Siburian, J. (2022b). Pengembangan Panduan Praktikum Perkembangan Hewan Berbasis Project Based Learning Materi Analisis Spermatozoa. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 13(1), 27. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v13i1.5301>
- Rahmawati, F., & Sahratullah, S. (2020). Validitas Petunjuk Praktikum Bioteknologi Berbasis Guided Inquiry untuk Peserta Didik SMA di Kabupaten Sumbawa Barat. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(2), 411. <https://doi.org/10.33394/bjib.v8i2.3113>
- Rahmi, E. G., Sudirman, D., & Sari, N. P. (2022). *Pengembangan Panduan Praktikum IPA Berbasis Model Pembelajaran Kerja Sama Tim Kolaboratif (CTL) untuk Siswa SMPN 3 Bonjol*.

Email: [bae@journal.uir.ac.id](mailto:bae@journal.uir.ac.id)

- Relmasira, S. C., & Hardini, A. T. A. (t.t.). *Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar IPA dengan Menggunakan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL)*.
- Safitri, N. D., Afifah, A., & Rahmah, K. (2023). Bagaimana konsep warna diperkenalkan dengan media Bunga Pelangi? *Jurnal Penelitian Tindakan Kelas*, 1(2). <https://doi.org/10.61650/jptk.v1i2.221>
- Sukmawati, I., Prajoko, S., & Alamsyah, M. R. N. (2023). Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Pembelajaran Biologi Berdiferensiasi yang Menerapkan E-PjBL Berbantuan Media H5P. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(2), 161. <https://doi.org/10.25157/jpb.v11i2.12235>
- Sunardi, O., & Suchyadi, Y. (2020). *Praktikum Sebagai Media Kompetensi Pedagogik Guru Sekolah Dasar*. 03.
- Surani, S. (2024). Pengaruh Penggunaan Video Tutorial Merangkai Alat Praktikum Terhadap Pemahaman dan Pengetahuan Mahasiswa pada Praktikum Isolasi dan Sintesis Senyawa Organik. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(3), 205. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i3.90342>
- Suryani, N. (2024). Review: Penerapan Model Pembelajaran PjBL untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Peserta Didik pada Mata Pelajaran Biologi. *Panthera: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 4(3), 138–144. <https://doi.org/10.36312/panthera.v4i3.310>
- Susanti, D., Fitriani, V., & Sari, L. Y. (2020). Praktikalitas Modul Media Pembelajaran Biologi Berbasis Project Based Learning (PjBL). *Jurnal Pelita Pendidikan*, 7(4). <https://doi.org/10.24114/jpp.v7i4.15611>
- Syamsurizal, S., & Ardianti, R. (t.t.). *Booklet Sistem Koordinasi Sebagai Suplemen Bahan Ajar Biologi*.