

PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Endri Ulfa Kusmawati IS¹, Supiana Dian Nurtjahyani², Christina Innocenti Tumiar³
Panggabean

ulfaendri@gmail.com, diantbn@yahoo.co.id, christina306.cp@gmail.com

¹²³Universitas PGRI Ronggolawe Tuban

ABSTRAK, Penelitian ini mengembangkan modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains serta kemampuan berpikir kritis siswa. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model *Analysis, Design, Development, Implementation Evaluation* (ADDIE). Uji Validasi modul ini dinilai oleh dua ahli materi, media, dan bahasa, sedangkan uji kepraktisan dilakukan melalui observasi pembelajaran dengan modul di kelas dan kuesioner guru serta siswa. Selain dari pada itu uji keefektifan modul ini dinilai dengan menggunakan perhitungan N-gain dan kuesioner guru serta siswa. Modul ini diujicobakan pada kelas 7G SMP Negeri 3 Sugio, Kabupaten Lamongan, yang terdiri dari 24 siswa. Hasil menunjukkan bahwa modul ini: (1) memiliki tingkat validitas tinggi dengan skor 4,4 (kategori “sangat baik”); (2) dinilai praktis dalam pembelajaran IPA (Biologi), dengan skor kuesioner 4,3 (“sangat baik”) dan hasil observasi 4,1 (“baik”); dan (3) terbukti efektif dengan peningkatan N-gain sebesar 0,4 (kategori “sedang”) serta skor angket 4,1 (“baik”). Berdasarkan hasil uji kevalidan, kepraktisan dan keefektifan dapat ditarik kesimpulan bahwa modul pembelajaran berbasis PjBL ini layak diterapkan karena telah memenuhi aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas dalam mendukung peningkatan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran IPA (Biologi).

Kata Kunci: Modul Pembelajaran, PjBL, Keterampilan Proses Sains Dan Berpikir Kritis

ABSTRACT, This research designs a valid, practical, and effective Project Based Learning learning module to improve students' science process skills and critical thinking. The type of this research is Research and Development (R&D). The method used in this research is Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation (ADDIE). The validity test was conducted by 2 experts. The practicality test included classroom observation, and teacher and student response questionnaires. The effectiveness test included the N-gain test and teacher and student response questionnaires. The testing of this module was carried out at SMP Negeri 3 Sugio, Lamongan in class 7 G that consists of 24 students. The results of this study stated that (1) this module is valid by experts with a score of 4.4 with the criteria of "very good"; (2) this modul is practical for teaching Science (Biology) from the results of teacher and student responses got a score of 4.3 with the criteria of "very good", from the results of observations got a score of 4.1 with the criteria of "Good"; (3) this module is effective for the teaching from the result of N-gain calculation obtained score 0.4 with the criteria of "moderate". Meanwhile, from the results of the teacher and student response questionnaire got score 4.1 with the criteria of "Good". Thus, it can be concluded that the development of this PjBL-based learning module is feasible in terms of validity, practicality and effectiveness in improving students' scientific process skills and critical thinking in science learning (Biology).

Keywords: Learning Module, PjBL, Science Process Skills and Critical Thinking

PENDAHULUAN

Pendidikan di era modern menghadapi tantangan yang semakin beragam dan dinamis. Tujuan utama dari pendidikan saat ini adalah menyiapkan siswa agar mampu beradaptasi

dengan perubahan sosial, perkembangan teknologi, serta tuntutan dunia kerja yang menekankan keterampilan berpikir kritis, bekerja sama, dan berkreasi sebagai bagian dari kompetensi abad ke-21 (Lubis dkk., 2023). Menurut Sari dkk. (2019), Keterampilan Proses Sain (KPS) mencakup kemampuan melakukan penelitian, mengomunikasikan hasil, serta memiliki sikap ilmiah. Keterampilan tersebut menjadi aspek penting yang membantu siswa menyesuaikan diri dengan perkembangan zaman sekaligus menjadi dasar dalam pemecahan masalah. Oleh karena itu, keterampilan ini perlu ditanamkan sejak dini melalui berbagai strategi pembelajaran yang tepat.

Laporan Programme for International Student Assessment (PISA) mengungkapkan bahwasanya dari tahun ke tahun Indonesia masih termasuk dalam kategori capaian rendah (Goodstat, 2024). Kondisi ini mengindikasikan bahwa siswa Indonesia mempunyai kompetensi di bawah rata-rata internasional. Salah satu faktor penyebabnya adalah lemahnya kemampuan berpikir kritis yang berpengaruh terhadap perkembangan kognitif dan keterampilan adaptasi siswa.

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi keterampilan berpikir kritis siswa; penggunaan model pembelajaran yang tidak kompatibel merupakan salah satunya. Hasil studi menunjukkan bahwa pembelajaran biologi di sekolah masih menggunakan pendekatan konvensional yang berpusat pada guru dan menekankan hafalan. KPS dan keterampilan berpikir kritis siswa SMP masih rendah karena materi ajar yang kurang memadai untuk mengajarkan KPS, serta metode ceramah yang lebih berfokus pada penguasaan teori daripada keterlibatan siswa dalam kegiatan investigasi (Jumanier dkk., 2024).

Sejumlah penelitian membuktikan bahwa implementasi model pembelajaran berbasis PjBL mampu meningkatkan prestasi belajar siswa karena mereka menemukan cara belajar secara mandiri melalui kerja sama dalam konteks nyata (Surya dkk., 2018; Made dkk., 2022; Azhari dkk., 2022). Penelitian pengembangan juga membuktikan bahwa modul pembelajaran berbasis proyek dapat berkontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa (Novianto dkk., 2018; Agung dkk., 2022; Rindy Dwita Ayu Lestari dkk., 2024). Dengan demikian, penggunaan modul biologi yang dipadukan dengan PjBL diharapkan menjadi alternatif yang efektif untuk mengatasi tantangan pembelajaran IPA, khususnya pada bidang biologi.

Dengan demikian, peneliti ingin meningkatkan KPS siswa dan kemampuan berpikir kritis dengan membuat modul pembelajaran berbasis PjBL yang dapat dievaluasi dari segi kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan.

KAJIAN TEORI

Keterampilan proses sains merupakan kecakapan yang didapatkan oleh siswa dari kegiatan belajar mengajar, yang mencakup kecakapan melakukan penyelidikan ilmiah, mengomunikasikan temuan, serta menampilkan sikap ilmiah. Keterampilan ini melibatkan tiga dimensi utama, yaitu keterampilan kognitif (berpikir dan bernalar), keterampilan manual (menggunakan alat dan bahan, melakukan pengukuran, serta merakit peralatan), dan keterampilan sosial (bekerja sama serta berkomunikasi dalam kelompok).

Menurut B. Widodi dkk. (2023), efektivitas pembelajaran dan keterampilan proses sains siswa tidak hanya dipengaruhi oleh potensi awal berupa pengalaman atau pengetahuan sebelumnya, tetapi juga sangat ditentukan oleh kualitas lingkungan belajar, khususnya

profesionalisme guru. Pendidik yang profesional dapat merencanakan dan mengawasi proses pembelajaran secara efektif untuk membantu siswa mengembangkan pengetahuan, sikap, dan kemampuan ilmiah mereka. Keterampilan proses dapat dianggap sebagai tujuan pembelajaran. Sesuai dengan taksonomi yang dikembangkan oleh Benjamin S. Bloom pembelajaran melibatkan domain pengetahuan, sikap, dan keterampilan, yang ketiganya saling terhubung untuk pengembangan kemampuan proses ilmiah.

Menurut Rahayu & Miterianifa (2023), berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir reflektif dan rasional dalam menilai bukti serta argumen. Sementara itu, Parameswari & Kurniyati (2020) menjelaskan bahwa berpikir kritis melibatkan proses analisis sistematis, evaluasi informasi secara tepat, dan pengambilan keputusan yang logis untuk memecahkan masalah.

Dalam mengambil keputusan yang baik dan benar, siswa dianggap perlu untuk meningkatkan kemampuan dalam berpikir kritis dalam kehidupan sehari-hari di lingkungan sekolah ataupun diluar lingkungan sekolah. Kemampuan ini tidak hanya memperluas pengetahuan dan membantu memahami permasalahan secara mendalam, tetapi juga memungkinkan seseorang menyampaikan pendapat dengan keyakinan yang didukung bukti serta alasan yang kuat, dan mencapai kesimpulan melalui pertimbangan logis.

Modul pembelajaran adalah jenis sumber daya instruksional yang terstruktur dan mencakup sejumlah aktivitas pembelajaran yang telah direncanakan sebelumnya untuk memfasilitasi peserta didik meraih tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. (Aceng Lukman dan Shidqon Famulaqih, 2024). Selain memiliki strategi yang berguna, petunjuk, deskripsi materi, dan metode untuk mengevaluasi kemajuan belajar, modul juga menunjukkan desain pembelajaran yang memungkinkan siswa belajar secara mandiri dengan arahan guru (Daryus dkk., 2021).

Pembelajaran menggunakan modul tidak hanya menekankan pada penguasaan teori, tetapi juga dikembangkan dengan mempertimbangkan konteks lingkungan sekitar. Modul berperan sebagai instrumen pembelajaran yang mencakup materi, metode, kriteria penilaian, dan evaluasi untuk mencapai tujuan belajar yang ditetapkan. Selain itu, modul merupakan bahan ajar dengan isi yang spesifik dan relatif ringkas, dirancang agar siswa dapat mencapai kompetensi tertentu (Zega dkk., 2024).

Thomas J.W. (dalam Uum Murfiah, 2017, dikutip oleh Siswanto, 2023) PjBL digambarkan sebagai suatu model pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai pusat kegiatan belajar dengan cara melibatkan siswa dalam pelaksanaan sebuah proyek. Dalam model ini, siswa belajar secara mandiri sekaligus menghasilkan produk nyata sebagai bentuk capaian pembelajaran. PjBL memiliki berbagai keunggulan, antara lain melatih keterampilan berpikir, kemampuan memecahkan masalah, dan kreativitas. Selain itu, model ini juga efektif dalam membantu siswa mengatur diri serta meningkatkan rasa percaya diri.

Tahapan dalam model PjBL meliputi: (1) merumuskan pertanyaan utama, (2) merancang desain proyek, (3) menyusun jadwal bersama antara guru dan siswa, (4) melakukan pemantauan terhadap pelaksanaan proyek, (5) melakukan penilaian atas hasil proyek, serta (6) melaksanakan refleksi dan evaluasi pembelajaran bersama guru dan siswa.

Banyak penelitian menunjukkan betapa efektifnya PjBL dalam meningkatkan kemampuan KPS dan berfikir kritis siswa. Misalnya, modul biologi berbasis keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan oleh Husna dkk. (2021) menunjukkan validitas yang

tinggi karena integrasi yang sukses dari indikator berpikir kritis seperti interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Temuan ini menyoroti betapa pentingnya menyediakan bahan ajar yang secara khusus mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diklasifikasikan sebagai penelitian pengembangan karena penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan produk baru atau meningkatkan produk yang sudah ada sambil mengevaluasi efektivitas produk tersebut. (Hermina dkk., 2024; Sugiyono, 2019). Model pengembangan *Analysis, Design, Development, Implemenation, Evaluation* (ADDIE) karya Dick dan Carry adalah model pengembangan yang digunakan. (Hanida & dkk., 2023).

Selama fase *analysis*, kebutuhan telah diidentifikasi, kurikulum telah dievaluasi, dan karakteristik siswa telah diteliti. Selama fase *design*, fokus utama adalah mengembangkan modul pembelajaran biologi dan sains yang menerapkan paradigma Pembelajaran Berbasis *Project Based Learning*. Langkah selanjutnya dalam proses *development* adalah melibatkan ahli materi pelajaran, media, dan bahasa untuk memvalidasi modul pembelajaran tersebut. Peneliti mengevaluasi kegunaan dan efektivitas modul selama fase *implementation*. *Evaluation* adalah fase terakhir, di mana peneliti melakukan revisi pada modul PjBL berdasarkan umpan balik dari survei tanggapan guru dan siswa.

Uji validitas modul dilaksanakan oleh dua orang ahli materi, media, dan bahasa yaitu dari dosen dan guru senior. Uji validitas ini menggunakan instrumen berbentuk ceklis yang disesuaikan dari instrumen yang dikembangkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP, 2014). Instrumen tersebut mencakup aspek kelayakan isi dan penyajian, kelayakan kegrafikan, serta kelayakan bahasa.

Desain modul pembelajaran berbasis PjBL diuji coba secara terbatas pada kelas 7G SMP Negeri 3 Sugio yang melibatkan 24 siswa sebagai subjek penelitian. Kepraktisan modul dinilai melalui angket respon guru dan siswa, serta lembar observasi proses pembelajaran di kelas yang diamati oleh dua observer. Sementara itu, uji keefektifan modul dilaksanakan dengan membandingkan hasil tes awal dan tes akhir untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis. Selain itu, kuesioner guru dan siswa juga digunakan untuk menilai tingkat efektivitas modul yang dikembangkan.

Data yang didapat selanjutnya ditabulasi dan dianalisis. Data dari angket dan observasi ditabulasi dan selanjutnya dihitung nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan kriteria yang telah dirumuskan, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Pedoman Kriteria Nilai Rata-Rata

<i>Interval Rata-rata Skor</i>	<i>Kriteria</i>
$X > 4,2$	<i>Sangat Baik</i>
$3,4 < X \leq 4,2$	<i>Baik</i>
$2,6 < X \leq 3,4$	<i>Cukup</i>
$1,8 < X \leq 2,6$	<i>Kurang</i>
$X \leq 1,8$	<i>Sangat Kurang</i>

Untuk membandingkan nilai tes awal dan tes akhir peneliti mengaplikasikan rumusan *N-gain*. Setelah nilai *N-gain* didapatkan kemudian peneliti membandingkan dengan kriteria *N-gain* sebagaimana Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Kriteria *N-gain*

No	N-gain (g)	Kriteria
1	$g < 0,3$	Rendah
2	$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
3	$0,7 \leq g \leq 1$	Tinggi

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Modul Pembelajaran Berbasis PjBL terdiri dari beberapa komponen penting. Bagian **pendahuluan** mencakup halaman sampul, kata pengantar, tujuan pembelajaran, dan petunjuk penggunaan modul. Bagian **kegiatan belajar** menyajikan materi secara sistematis, dilengkapi dengan ilustrasi, soal latihan, dan langkah-langkah pengalaman belajar yang sesuai dengan sintak pembelajaran PjBL: merumuskan pertanyaan dasar, merancang proyek, penjadwalan, memantau implementasi, melakukan penilaian, dan melakukan refleksi atau evaluasi. Bagian **rangkuman** mencakup konten esensial dari setiap aktivitas pembelajaran. Bagian **evaluasi** mencakup soal latihan atau penilaian untuk mengukur pemahaman siswa terhadap topik. Bagian **glosarium** merupakan kumpulan istilah-istilah sulit beserta definisinya. Bagian **daftar pustaka** mencakup rujukan dalam penyusunan modul. Komponen-komponen ini sesuai dengan struktur modul yang diusulkan oleh Rusman (2023).

Selain itu, modul pembelajaran berkualitas harus memenuhi acuan yang dikembangkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP, 2014), meliputi kesesuaian konten dan penyajian, relevansi grafis, serta kesesuaian bahasa. Hasil penilaian validitas untuk modul pembelajaran berbasis PjBL ditampilkan dalam Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. *Rekap Hasil Validasi Ahli Materi, Media, dan Bahasa Terhadap Modul Berbasis PjBL*

No	Kriteria	Validasi Ahli		
		Ahli 1	Ahli 2	Rata rata
1	Validasi Ahli Materi	4,3	4,3	4,3
2	Validasi Ahli Media	4,4	4,6	4,5
3	Validasi Ahli Bahasa	4,3	4,4	4,4
Rata-rata				4,4

Berdasarkan hasil validasi aspek materi, media, dan bahasa, diperoleh skor rata-rata sebesar 4,4. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan kriteria penilaian kualitas modul pembelajaran pada Tabel 1. Skor 4,4 termasuk dalam interval 4,2–5,0 dengan kategori “sangat baik”. Temuan ini mengindikasikan bahwa modul yang dikembangkan sudah selaras dengan tahapan pembelajaran berbasis PjBL serta layak diterapkan dalam pembelajaran IPA (Biologi) guna meningkatkan KPS dan kemampuan berpikir kritis siswa.

Hasil uji kepraktisan yang diperoleh dari respon kuesioner guru dan siswa SMP Negeri 3 Sugio disajikan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. *Rekap Hasil Respons Guru dan Siswa Terhadap Modul Pembelajaran Berbasis PjBL*

No	Angket Response Guru dan Siswa	Nilai Rata-rata
1	Angket Respon Guru	3,9
2	Angket respons Siswa	4,7
Rata-rata		4,3

Rata-rata skor respon guru adalah 3,9, sementara respon siswa mencapai 4,7, menurut hasil angket. Secara keseluruhan, skor rata-rata yang dicapai adalah 4,3. Dibandingkan dengan

kriteria praktis untuk modul pembelajaran dalam Tabel 1, skor 4,3 diklasifikasikan sebagai “sangat baik” dalam rentang 4,2–5,0. Tabel 5 di bawah ini menampilkan temuan observasi mengenai implementasi modul pembelajaran berbasis PjBL di dalam kelas.

Tabel 5. *Rekap Hasil Observasi Terhadap Pembelajaran Dengan Modul berbasis PjBL*

<i>No</i>	<i>Observer</i>	<i>Nilai Rata-rata</i>
1	Observer 1	4,2
2	Observer 2	4,1
<i>Rata-rata</i>		<i>4,2</i>

Berdasarkan hasil observasi saat proses pembelajaran, rata-rata skor *observer* 1 adalah 4,2, sedangkan rata-rata skor *observer* 2 adalah 4,1, sehingga rata-rata keseluruhan adalah 4,2. Jika dibandingkan dengan kriteria penilaian dalam Tabel 1, skor 4,2 diklasifikasikan sebagai “baik” dalam rentang 3,4–4,2. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa modul ini cocok digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Kepraktisan modul didukung oleh penyusunan materi yang relevan dengan contoh-contoh dalam kehidupan sehari-hari. Penyajiannya mengikuti urutan dari mudah ke sulit serta dari hal-hal konkret menuju abstrak. Selain itu, modul ini membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis mereka, mendorong mereka untuk mencari solusi melalui aktivitas diskusi, dan memberikan kesempatan bagi mereka untuk mengembangkan rasa ingin tahu alami mereka. Karena menggunakan terminologi yang sederhana, jelas, dan mudah dipahami, modul ini dianggap cocok untuk penerapan praktis.

Uji efektivitas modul berbasis PjBL dievaluasi melalui tes awal dan tes akhir, yang menunjukkan peningkatan hasil belajar siswa setelah implementasi modul. Perhitungan *N-gain* menghasilkan skor 0,4. Dibandingkan dengan persyaratan *N-gain* dalam Tabel 2, angka ini berada dalam rentang 0,3–0,7, yang dikategorikan sebagai “sedang”. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan hasil belajar siswa dari penilaian awal hingga penilaian akhir bersifat sedang.

Hasil uji keefektifan juga diperoleh melalui kuesioner guru dan siswa, yang disajikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. *Rekap Hasil Respon Guru dan Siswa Terhadap Modul Berbasis PjBL*

<i>No</i>	<i>Angket Response Guru dan Siswa</i>	<i>Nilai Rata-rata</i>
1	Angket Respon Guru	4,0
2	Angket respons Siswa	4,1
<i>Rata-rata</i>		<i>4,1</i>

Berdasarkan hasil angket, respon guru menunjukkan rata-rata 4,0, sedangkan respon siswa memperoleh rata-rata 4,1. Secara keseluruhan, nilai rata-rata respon guru dan siswa adalah 4,1. Jika dibandingkan dengan kriteria keefektifan pada Tabel 1, maka skor tersebut berada pada rentang 3,4 – 4,2 dengan kategori “baik”.

Modul ini dikembangkan menggunakan model pembelajaran PjBL yang terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa

oleh beberapa penelitian, termasuk penelitian yang menyatakan bahwa Project Based Learning (PjBL) menjadi salah satu solusi yang sesuai dengan karakteristik pembelajaran abad ke-21 (Shaumuristi, 2025). Modul ini menawarkan pertanyaan kontekstual dan terbuka yang mendorong praktik mandiri dan mengembangkan keterampilan belajar mandiri pada siswa. Modul ini mencakup lembar kerja dengan tugas yang dirancang untuk kerja kelompok di kelas.

Adapun Hasanah dkk. (2018) melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa modul berbasis PjBL tentang suhu dan kalor secara signifikan meningkatkan KPS dan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini dibuktikan dengan skor *N-gain* yang tinggi pada indikator berpikir kritis, yaitu pengamatan, prediksi, evaluasi, dan sintesis.

Hasil implementasi di lapangan menunjukkan bahwa pada tahap awal penggunaan modul masih diperlukan proses adaptasi. Sebagian siswa belum membaca petunjuk atau aturan di bagian awal modul, sehingga kebingungan mengenai langkah yang harus dikerjakan dan lebih memilih bertanya langsung kepada guru. Selain itu, ditemukan bahwa guru masih mengalami kesulitan dalam memberikan penilaian PjBL karena belum tersedia petunjuk penilaian yang jelas dan rubrik penilaian yang lengkap, sehingga penilaian cenderung kurang akurat.

Berdasarkan hasil temuan, peneliti memandang perlu adanya pengembangan lebih lanjut terhadap modul ini agar mampu memberikan dampak yang lebih optimal dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Keberhasilan proses pembelajaran juga sangat dipengaruhi oleh kesesuaian modul dengan kebutuhan siswa. Oleh karena itu, hasil penilaian akhir menunjukkan bahwa modul pembelajaran berbasis PjBL cocok untuk diterapkan dalam mata pelajaran IPA (Biologi) guna meningkatkan KPS dan kemampuan berpikir kritis siswa.

KESIMPULAN

Modul pembelajaran berbasis PjBL yang dirancang telah dievaluasi oleh dua ahli dan dinyatakan valid dengan peringkat “sangat baik.” Modul tersebut kemudian dievaluasi untuk menentukan kegunaannya dan efektivitasnya. Hasil evaluasi kelayakan, yang diperoleh dari umpan balik guru dan siswa, menunjukkan peringkat “sangat baik,” sementara temuan dari pengamatan pembelajaran menghasilkan peringkat “baik.” Uji efektivitas menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar siswa, yang ditentukan melalui perhitungan *N-gain*, masuk dalam kategori “sedang,” namun respon dari guru dan siswa mengenai efektivitas modul diklasifikasikan sebagai “baik.”

Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa modul pembelajaran berbasis PjBL ini layak diterapkan, karena telah memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, dan efektivitas dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPA (Biologi.)

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F., & Amberansyah. (2023). Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Muatan IPA Tema 7 Menggunakan Kombinasi Model Pbl, Savi, Make A Match Kelas Iv Sdn Belitung Utara 3 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Konseling*, 1(3), 841–852.
- Agung, A. A. G., Basilius Redan Werang, & Anak Agung Putri Sri. (2022). Project-Based Available on <http://e-journal.unisda.ac.id> Universitas Islam Darul ‘Ulum Lamongan e-ISSN: 2579-5023 P-ISSN: 2459-9611 Volume 11, No 2, November 2025

- E-Learning and Its Impact on Students' Academic Achievement in Curriculum Development Lectures. *Mimbar Ilmu*, 27(3), 362–369. <https://doi.org/10.23887/mi.v27i3.53855>
- B. Widodi, Darmaji, & Astalini. (2023). Identifikasi Keterampilan Proses Sains Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.23887/jppii.v13i1.57131>
- BSNP. (2014). Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Tahun 2014. <https://bsnpindonesia.org/2014/05/instrumenpenilaian-buku-teks-pelajaran-tahun2014/>, 2014.
- Daryus, M., Noviyarni, & Irdamurni. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Berbasis Pendekatan ICARE Untuk Siswa Kelas IV SD Negeri 22 Kuranji Padang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(2), 2517–2521.
- Goodstat (2024), Posisi Indonesia di Pisa 2022 Siapkah di Pisa 2025?, <https://goodstats.id/article/posisi-indonesia-di-pisa-2022-siapkah-di-pisa-2025-6RLyK>
- Hanida, J. R., Rachmadiarti, F., & Susantini, E. (2023). Pengembangan E-modul Pembelajaran Ekosistem Berbasis Masalah. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 4(1), 22–38. <https://doi.org/10.26740/jipb.v4n1.p23-38>
- Hasanah, I., Sarwanto, S., & Masykuri, M. (2018). Pengembangan Modul Suhu dan Kalor Berbasis Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA/MA. *Jurnal Pendidikan (Teori Dan Praktik)*, 3(1), 38. <https://doi.org/10.26740/jp.v3n1.p38-44>
- Herminalina, D., Salabi, A., Hulu, M. A. N., Utara, S., & Banjarmasin, U. I. N. A. (2024). 134-Article Text-467-1-10-20240202 (4). 6(1), 1–21. <https://doi.org/10.56489/fik.v4i2>
- Husna, N. A., Zaini, M., & Winarti, A. (2021). The Validity of Biology Module for Senior High School on Grade X in Even Semester Based on Critical Thinking Skills. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 3(1), 28. <https://doi.org/10.20527/bino.v3i1.9918>
- Jumanir, J., Rusdianto, R., & Ahmad, N. (2024). Pengembangan E-Modul Berbantuan Flip Pdf Professional untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP. *Jurnal Basicedu*, 8(2), 1094–1104. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i2.7232>
- Lubis, M. U., Siagian, F. A., Zega, Z., Nuhdin, N., & Nasution, A. F. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan Abad 21 Dalam Pendidikan. *ANTHOR: Education and Learning Journal*, 2(5), 691–695. <https://doi.org/10.31004/anthor.v1i5.222>
- Made, A. M., Ambiyar, A., Riyanda, A. R., Sagala, M. K., & Adi, N. H. (2022). Implementasi Model Project Based Learning (PjBL) dalam Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Teknik Mesin. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5162–5169. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3128>
- Novianto, N. K., Masykuri, M., & Sukarmin, S. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek (Project Based Learning) Pada Materi Fluida Statis Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Siswa Kelas X Sma/ Ma. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(1), 81. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v7i1.19792>
- Parameswari, P., & Kurniyati, T. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika. *JPM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 89.

- <https://doi.org/10.33474/jpm.v6i2.6606>
- Rahayu, N., & Miterianifa, M. (2023). Karakter Rasa Ingin Tahu Siswa dalam Hasil Belajar IPA. *Jurnal Basicedu*, 7(5), 2986–2992. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i5.5715>
- Rindy Dwita Ayu Lestari, Sri Wahyuni, & Zainur Rasyid Ridlo. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis Potensi Lokal Berbantuan Google Sites untuk Mengembangkan LITERASI SAINS SISWA. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 14(3), 245–254. <https://doi.org/10.24246/j.js.2024.v14.i3.p245-254>
- Rusman. (2023). *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum Merdeka*. October.
- Sari, S. N., Supriyanti, F. M. T., & Dwiyaniti, G. (2019). Analisis Keterampilan Proses Sains Pembelajaran Larutan Penyangga Menggunakan Siklus Belajar Hipotesis Deduktif. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 4(1), 77. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i1.4055>
- Shaumuristi, dkk (2025) *Implementasi Model Pjbl Pada Materi Bioteknologi Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Kelas Ix Di Smp Negeri 4 Jember*. Media Didaktika, Vol. 11, No. 1, Mei 2025
- Shidqon Famulaqih, & Aceng Lukman. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Modul Pembelajaran. *Karakter: Jurnal Riset Ilmu Pendidikan Islam*, 1(2), 01–12. <https://doi.org/10.61132/karakter.v1i2.156>
- Siswanto, E. (2023). Pengembangan Model Project Based Learning Tentang Kenampakan Alam dengan Media Diorama Untuk Peningkatan High Order Tingking Skill (Hots) Siswa Kelas 4 SDN Puntan 01 Kota Batu. *Jurnal Pendidikan Taman Widya Humaniora*, 2(2), 751–774. <https://jurnal.widyahumaniora.org/>
- Zega, A. J., Zega, N. A., Harefa, A. R., & Waruwu, T. (2024). Pengembangan Modul Berbasis Kurikulum Merdeka Dalam Pembelajaran Biologi Sekolah Menengah Atas. *Journal on Education*, 07(01), 6774–6794.
- Zakaria, I., Suyono, S., & Priyatni, E. T. (2021). Dimensi Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 6(10), 1630. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i10.15072>