



## Tantangan dan Peluang Pembelajaran Berbasis Proyek Pembuatan Biopestisida dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains: Literatur Review

Nita Ayu Nurlaela<sup>1</sup>, Vitta Yaumul Hikmawati<sup>2</sup>, Abdur Rasyid<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Universitas Majalengka, Jl. Raya K H Abdul Halim No.103, Majalengka Kulon, Majalengka, Indonesia  
Korespondensi : ✉ ayunita220202@gmail.com

### ARTICLE INFO

#### Article History

Received : 2025-08-18

Revised : 2025-08-27

Accepted : 2025-08-31

### KEYWORDS

*Project-Based Learning*

Biopestisida

Keterampilan Proses

Sains

Pertanian Berkelanjutan

Pendidikan Abad ke-21

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis tantangan dan peluang penerapan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) dalam pembuatan biopestisida untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Kajian dilakukan menggunakan metode literatur review dengan model narrative review terhadap 17 artikel relevan yang dipublikasikan pada rentang 2018-2025, mencakup bidang pendidikan, pertanian, dan pengabdian kepada masyarakat melalui database Google Scholar, Scopus, ResearchGate. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan *Project-Based Learning* efektif dalam meningkatkan keterampilan pada abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, sikap peduli lingkungan, serta keterampilan proses sains. Dari sisi pertanian, biopestisida alami terbukti ramah lingkungan dan berpotensi mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, sehingga mendukung pertanian berkelanjutan. Namun, implementasi *Project-Based Learning* dalam konteks ini masih menghadapi tantangan berupa keterbatasan fasilitas, kesiapan guru, serta manajemen waktu pembelajaran. Disisi lain, peluang besar dapat dimanfaatkan melalui integrasi dengan kurikulum merdeka, pengembangan perangkat ajar berbasis *Project-Based Learning*, dan kolaborasi antara sekolah, perguruan tinggi, serta masyarakat. Penelitian ini menegaskan bahwa integrasi *Project-based Learning* dengan pembuatan biopestisida tidak hanya memperkuat pembelajaran biologi, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap kelestarian lingkungan dan ketahanan pangan.

### ABSTRACT

This study aims to analyze the challenges and opportunities of implementing *Project-Based Learning* in the production of biopesticides to improve students' science process skills. The study was conducted using a literature review method with a narrative review model of 16 relevant articles published between 2018 and 2025, covering the fields of education, agriculture, and community service through the Google Scholar, Scopus, and ResearchGate databases. The results of the study show that the application of *Project-Based Learning* is effective in improving 21st-century skills such as critical thinking, creativity, collaboration, environmental awareness, and scientific process skills. From an agricultural perspective, natural biopesticides have been proven to be environmentally friendly and have the potential to reduce dependence on chemical pesticides, thereby supporting sustainable agriculture. However, the implementation of *Project-Based Learning* in this context still faces challenges in the form of limited facilities, teacher readiness, and learning time management. On the other hand, great opportunities can be exploited through integration with the independent curriculum, the development of *Project-Based Learning-based* teaching tools, and

collaboration between schools, universities, and the community. This study confirms that the integration of *Project-Based Learning* with biopesticide production not only strengthens biology learning but also makes a real contribution to environmental sustainability and food security.

© 2025 Universitas Majalengka. This is an open-access article under the CC-BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

## PENDAHULUAN

Indonesia saat ini tengah menghadapi kemajuan pesat di berbagai bidang, baik teknologi, pengetahuan, maupun ketenagakerjaan. Perkembangan tersebut perlu disikapi secara bijak dengan fleksibilitas dalam menerima modernisasi yang terjadi. Kemajuan diberbagai bidang tersebut membawa dampak yang signifikan, salah-satunya terhadap sistem pembelajaran yang melibatkan pendidik dan siswa. Perkembangan teknologi informasi yang begitu cepat pada era ini memberikan pengaruh penting dalam dunia pendidikan, dimana setiap transisi zaman menuntut perubahan dan kemampuan untuk beradaptasi dengan cepat. Memasuki abad ke-21, pertumbuhan teknologi telah merambah ke berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Guru dan siswa, serta seluruh insan pendidikan dituntut untuk memiliki keterampilan belajar dan membimbing sesuai dengan kebutuhan abad 21 (Sianturi et al., 2025).

Abad ke-21 telah memberikan pengaruh besar terhadap berbagai aspek kehidupan manusia di Indonesia, salah satunya pada bidang pendidikan yang berperan sebagai infrastruktur utama dalam pengembangan sumber daya manusia. Sejalan dengan perkembangan tersebut, sistem pendidikan di Indonesia juga mengalami perubahan yang berhubungan erat dengan perilaku siswa. Secara spesifik, pendidikan merupakan aktivitas pembelajaran yang berlangsung melalui interaksi edukatif dengan menempatkan siswa sebagai subjek utama. Paradigma pembelajaran abad 21 menekankan pada keterampilan siswa untuk berpikir kritis, mengaitkan pengetahuan dengan realitas kehidupan, memahami teknologi informasi dan komunikasi, serta mampu bekerja sama secara efektif. Pembelajaran abad 21 juga menekankan pada penguasaan keterampilan proses sains seperti mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan, meramalkan, merancang percobaan, serta mengkomunikasikan hasil, agar siswa mampu menghadapi tantangan global. Keterampilan tersebut dapat dicapai melalui penerapan metode pembelajaran yang sesuai dengan kompetensi materi dan kebutuhan keterampilan. Pada hakikatnya, pendidikan bertujuan memenuhi kebutuhan masyarakat, dan kurikulum harus disusun berdasarkan kebutuhan tersebut agar relevan. (Sianturi et al., 2025).

Untuk memenuhi tuntutan tersebut, diperlukan model pembelajaran yang relevan. Salah satu model yang efektif adalah pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*). Model pembelajaran *Project-Based Learning* adalah suatu model pembelajaran yang mengaitkan pelajaran dengan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari yang dibuktikan dengan proyek yang diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Model pembelajaran ini juga dapat mengaktifkan proses pembelajaran dikelas karena pembelajaran berpusat pada siswa, siswa akan lebih aktif dalam mencari informasi dan merangkai jadwal proyek untuk diselesaikan. Guru berfungsi sebagai fasilitator pada model pembelajaran ini. siswa dituntut lebih aktif untuk merancang sebuah proyek yang telah ditentukan oleh kelompok kerja (Sandy Kurniawan. *et al.*, 2019).

Model pembelajaran berbasis proyek merupakan suatu model pembelajaran yang menyangkut pemusatan pertanyaan dan masalah bermakna, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, proses pencarian berbagai sumber, pemberian kesempatan kepada anggota untuk bekerja secara kolaborasi, dan menutup dengan presentasi produk nyata. Model pembelajaran berbasis proyek berfokus pada konsep dan prinsip inti sebuah disiplin, memfasilitasi siswa untuk berinvestigasi, pemecahan masalah, dan tugas-tugas bermakna lainnya, berpusat pada siswa (*Students Centered*) dan menghasilkan produk nyata (Rati et al., 2017).

Seiring dengan tuntutan tersebut, penting untuk mengintegrasikan konteks yang relevan ke dalam pembelajaran. Salah-satu konteks yang ideal adalah pembuatan biopestisida. Isu penggunaan

biopestisida kimia yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia telah menjadi perhatian global. Biopestisida yang terbuat dari bahan-bahan alami, menawarkan solusi yang lebih berkelanjutan. Proses pembuatannya secara inheren menuntut siswa untuk mengaplikasikan keterampilan proses sains secara holistik, mulai dari mengidentifikasi masalah, merancang eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data, hingga mengkomunikasikan hasil. Dengan demikian, penerapan *Project-Based Learning* dalam konteks pembuatan biopestisida tidak hanya relevan secara saintifik, tetapi juga memiliki nilai sosial dan lingkungan yang sangat signifikan. Namun, implementasinya juga menghadapi tantangan, seperti keterbatasan sumber daya dan kompetensi guru, yang perlu diatasi untuk memaksimalkan peluang pembelajaran yang ditawarkan. Penelitian mengenai tantangan dan peluang pembelajaran berbasis proyek pembuatan biopestisida dalam meningkatkan keterampilan proses sains menjadi sangat relevan untuk ditinjau. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, kajian ini bertujuan menganalisis tantangan dan peluang penerapan pembelajaran berbasis proyek (PJBL) pembuatan biopestisida. Secara spesifik, penelitian ini berfokus pada proyek pembuatan biopestisida. Melalui kajian ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai strategi efektif dan solusi inovatif untuk memaksimalkan potensi PJBL dalam konteks pembuatan biopestisida.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode literatur review untuk menganalisis tantangan dan peluang pembelajaran berbasis proyek dengan memilih model narrative review. Pemilihan metode ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terhadap hasil penelitian terdahulu mengenai penerapan pembelajaran berbasis proyek. Melalui kajian literatur, penelitian ini berupaya mengidentifikasi kecenderungan, tantangan, peluang, serta variasi pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan keterampilan proses sains.

Tahap awal kajian dilakukan dengan mengumpulkan literatur yang relevan. Artikel ilmiah mengenai pembelajaran berbasis proyek pembuatan biopestisida diperoleh melalui berbasis data akademik seperti *Google Scholar*, *Scopus*, *ResearchGate* dengan kriteria publikasi dari tahun 2018 hingga 2025 dan mencakup kriteria seperti pendidikan, pertanian, dan PKM (Pengabdian Kepada Masyarakat) agar data yang digunakan tetap mutakhir dan relevan. Fokus pencarian ditunjukkan pada topik proyek pembuatan biopestisida. Literatur yang terkumpul kemudian dianalisis secara tematik. Pendekatan tematik ini digunakan untuk menyusun struktur analisis dan mengidentifikasi elemen penting yang mendukung efektivitas proyek pembuatan biopestisida.

Berdasarkan hasil analisis terhadap berbagai penelitian dan kebijakan pendidikan, kajian literatur ini memberikan gambaran komprehensif mengenai tantangan dan peluang pembelajaran berbasis proyek di sekolah serta menghasilkan rekomendasi berbasis temuan bagi praktik pembelajaran. Rekomendasi tersebut diharapkan dapat menjadi acuan bagi pendidik maupun pembuat kebijakan dalam mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek ke dalam kurikulum sehingga dapat mendorong terbentuknya siswa yang aktif, kreatif, kolaboratif, serta mampu memecahkan masalah nyata di lingkungannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, sumber informasi diperoleh dari artikel jurnal yang diakses melalui Google Scholar dan scopus. Dari sejumlah artikel yang ditemukan, terdapat 17 artikel yang paling relevan dan memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut. Kriteria tersebut seperti pendidikan, pertanian, PKM (Pengabdian Kepada Masyarakat). Hasil proses pengumpulan dan seleksi artikel tersebut disajikan pada table berikut ini.

**Table 1.** Analisis Hasil Penelitian

No.	Penulis/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Silpiawati & Oktaviani, 2024	Pembuatan Biopestisida pada Mahasiswa FKIP Program Studi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan hasil observasi pada

No.	Penulis/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		Pendidikan Biologi Tahun Ajar 2023/2024 Universitas Merangin Sebagai Media Ajar Mata Kuliah Bioteknologi	mahasiswa FKIP Program Studi Pendidikan Biologi Tahun Ajaran 2023/2024 dengan penyebaran angket quisioner, umumnya masih belum sepenuhnya memahami materi bioteknologi salah-satunya pada pembuatan biopestisida.
2.	Pramasari & Prianto, 2019	Kelayakan Finansial Produksi Biopestisida Biji Mimba ( <i>Azadirachia indica A. Juss</i> ) Dengan Metode Pengepresan Ulir	Hasil penelitian menunjukkan bahwa usaha produksi biopestisida biji mimba dengan metode pengepresan ulir dengan kapasitas produksi berjalan sebesar 96.000 botol ukuran 250 ml per tahun menunjukkan usaha ini layak dilaksanakan selama proses berjalan sesuai dengan asumsi dan parameter teknis yang ditentukan.
3.	Dasrieny Pratiwi & Widya Sartika Sulistiani, 2024	Biopestisida: Dari Teori Ke Praktik Melalui Petualangan Pembelajaran Berbasis Proyek (PJBL)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru biologi setelah mengikuti perkuliahan biopestisida berbasis PJBL antara lain yaitu: 1) sebanyak 88,46 % mampu mendeskripsikan konsep biopestisida dengan tepat. 2) mahasiswa mendapatkan pengalaman tentang pengetahuan biopestisida dan keterampilan baru. 3) kegiatan yang berkesan yaitu melakukan wawancara. 4) perkuliahan biopestisida dapat memberikan contoh bagi mahasiswa calon guru biologi dan memotivasi mereka untuk menirunya dalam hal pelaksanaan proses pembelajaran
4.	Rispani et al., (2022)	Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21	Penerapan model pembelajaran <i>Project-Based Learning</i> berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Aktivitas belajar siswa meningkat karena mereka terlibat langsung dalam merancang, mengerjakan, dan mempresentasikan proyek. Hasil uji statistik mendukung bahwa PjBL efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran yang diteliti
5.	Damanik et al., (2025)	Strategi Pengembangan Produk Biopestisida Berbasis Ekstrak Tumbuhan pada <i>Event MAHA Malaysia 2024</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopestisida berbasis ekstrak tumbuhan menawarkan solusi jangka panjang untuk mendukung pertanian berkelanjutan, terutama dengan sifatnya

No.	Penulis/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan. Total skor IFE (2,67) dan EFE (2,55) menunjukkan posisi biopestisida berada pada kuadran 1 (Strategi Agresif) yang menunjukkan bahwa biopestisida mempunyai kekuatan dan peluang besar.
6.	Margono & Arip, (2018)	Implementasi Penggunaan Model Project-Based Learning (PJBL) dalam Pembuatan Pestisida Organik Untuk Meningkatkan Kreativitas dan Hasil Belajar Siswa	Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran menggunakan model PJBL tampak guru mampu melaksanakan pembelajaran dengan baik. Hal ini ditandai dengan adanya keterlaksanaan semua indikator sintaks model PJBL oleh guru dengan rata-rata total pelaksanaan proses pembelajaran sebesar 89,53% dengan kategori sangat baik. Pembelajaran pembuatan pestisida organik dengan model PJBL mampu meningkatkan kreatiitas siswa, ditunjukkan dengan rata-rata nilai kreativitas kelas eksperimen 78,6 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol 7,8. Hasil uji hipotesis menunjukkan perbedaan signifikan baik pada kreativitas (sig. 0,004 < 0,05) maupun hasil belajar kognitif (sig. 0,000 < 0,05) antara kelas ekperimen dan kontrol. Selain itu, lebih dari 75% siswa memberikan respon positif terhadap pembelajaran ini.
7.	Ainurridho et al., (2021)	Project-Based Learning (PJBL) Berbasis Strategi Motivasional Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction (ARSC) dan Pengaruhnya terhadap Motivasi dan Sikap Ilmiah Biologi pada Materi Perubahan Lingkungan yang telah Dieksperimenkan di Kelas X MIPA SMA Negeri 11 Pinrang	Berdasarkan analisis statistik inferensial dan dibuktikan dengan analisis statistik deskriptif bahwa terdapat pengaruh penggunaan model pembelajaran PJBL berbasis strategi motivasional ARCS terhadap motivasi siswa SMAN 11 Pinrang; Berdasarkan analisis statistik inferensial dan dibuktikan dengan analisis statistik deskriptif bahwa terdapat pengaruh penggunaan model pembelajaran PJBL berbasis strategi motivasional ARCS terhadap sikap ilmiah Biologi siswa SMAN 11 Pinrang.
8.	Aina Annuradi, Ely Djulia (2025)	Pengaruh Model Pembelajaran PJBL terhadap Hasil Belajar dan Sikap Peduli Lingkungan pada Materi Perubahan Lingkungan	Penerapan model pembelajaran berbasis proyek (PJBL) dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Siswa lebih aktif, termotivasi, dan antusias dalam

No.	Penulis/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		Kelas X	mengikuti pembelajaran karena terlibat langsung dalam proses merancang serta menyelesaikan proyek. Dibandingkan pembelajaran konvensional, kelas dengan PJB menunjukkan peningkatan yang signifikan pada aspek kognitif, afektif, maupun psikomotorik.
9.	Yusron Abda'u Ansyah (2023)	Upaya Meningkatkan Minat dan Prestasi Belajar Siswa Kelas IV Sekolah Dasar pada Pembelajaran IPA Menggunakan Strategi PJB (Project-Based Learning)	Berdasarkan jurnal tersebut hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas control, sehingga PJB berbasis STEM efektif untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa
10.	Putri et al., (2025)	Pengembangan LKPD <i>Eco-enzyme</i> Berbasis Project-Based Learning untuk Melatih Sikap Peduli Lingkungan	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan. Pengembangan LKPD <i>eco-enzyme</i> berbasis PJB pada materi bioteknologi untuk melatih sikap peduli lingkungan siswa. Hal ini ditunjukkan adanya peningkatan pada sikap peduli lingkungan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan LKPD <i>eco-enzyme</i> berbasis PJB pada materi bioteknologi terbukti efektif untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa.
11.	Ayilara et al., (2023)	Biopesticides as a Promising Alternative to Synthetic Pesticides: A Case For Microbial Pesticides, Phytopesticides, and Nanobiopesticides	Secara keseluruhan penelitian ini menyimpulkan bahwa biopestisida menawarkan alternatif yang menjanjikan, berkelanjutan dan ramah lingkungan dibandingkan pestisida sintesis
12.	Agnestisia et al., (2023)	Sosialisasi Pembuatan Biopestisida Alami dari Babadotan Kepada Kelompok Tani Kelurahan Habaring Hurung, Kecamatan Bukti Batu, Palangkaraya	Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa sosialisasi dan pelatihan pembuatan biopestisida alami dari babadotan ( <i>Ageratum conyzoides</i> ) berhasil memberikan dampak positif bagi petani kelurahan Habaring Hurung, Palangkaraya. Kegiatan ini meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani, membantu mereka memahami bahaya pestisida kimia, dan menawarkan alternatif yang lebih aman bagi kesehatan serta ramah lingkungan.
13.	Tahtameirosi et al., (2022)	Biopestisida Kulit Nanas ( <i>Ananas comosus</i> ) Sebagai Teknologi Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)	Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa ekstrak kulit nanas dengan konsentrasi 50% sudah efektif dalam mengendalikan hama pada

No.	Penulis/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan	tanaman bayam. Dari hasil uji laboratorium, diketahui biopestisida kulit nanas mengandung flavanoid sebesar 0,60% dan tanin 3,77%.
14.	Lathifah T. et al., (2022)	The Use of Citrus Peel Bio-Pesticides Against the Mortality of Fire Ants ( <i>Solenopsis</i> ) on Rambutan Tree ( <i>Nephelium lappaceum</i> )	Berdasarkan hasil penelitian menyimpulkan bahwa bio-pestisida kulit jeruk cukup efektif dalam membasmi semut api dan serangga pengganggu tanaman lainnya. Pemanfaatan kulit jeruk menjadi solusi yang ramah lingkungan karena bahan dasarnya dari tumbuh-tumbuhan sehingga mudah terurai.
15.	A. Putri et al., (2023)	Uji Efektivitas Kulit Bawang Merah ( <i>Allium cepa</i> ) sebagai Biopestisida dalam Pengendalian Hama dalam Ekosistem	Pembuatan biopestisida secara alami dengan memanfaatkan limbah rumah tangga yaitu bawang merah ( <i>allium cepa</i> ) terbukti mampu mengurangi hama secara perlahan. Adapun pemanfaatan biopestisida dari limbah kulit bawang merah ini dapat mengurangi penggunaan bahan kimia pada tanaman yang mampu merusak tanah yang diakibatkan penggunaan bahan kimia. Sehingga penggunaan biopestisida alami ini sangat berguna demi kelestarian lingkungan dan mengurangi limbah yang dapat mencemari tanah.
16.	Gaffar et al., (2023)	Mikro Organisme Lokal (MOL) sebagai Pestisida Alami Dalam Upaya Pengembangan SDM Kelompok Tani Kedung Makmur	Berdasarkan hasil penelitian pestisida alami dari buah berenuk dan daun sirsak merupakan alternatif yang baik dalam mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman. Pestisida alami ini tidak mengandung bahan kimia berbahaya sehingga aman digunakan dan ramah lingkungan. Dalam hasil analisis potensi wilayah dan yang melibatkan mitra secara langsung dengan hasil menciptakan pelatihan bioteknologi dibidang pertanian. Hasil survei kepuasan mitra diperoleh 79% dengan kriteria sangat puas, 12% dengan kriteria puas, 9% cukup puas.

No.	Penulis/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
17.	Rukmi & Perdana, (2023)	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika model Project-Based Learning untuk meningkatkan keterampilan Proses Sains Peserta Didik	Perangkat pembelajaran yang dikembangkan menggunakan model <i>Project Based Learning (PjBL)</i> untuk materi alat-alat optik khususnya teropong dinyatakan sangat layak untuk digunakan dengan beberapa revisi. Kelayakannya dapat dilihat dari penilaian validator pada setiap aspek RPP, LKPD, maupun instrumen penilaian yang berada di atas 81%. Dengan demikian, perangkat pembelajaran ini dapat di uji coba luas kepada peserta didik SMA kelas XI untuk mengetahui keefektifan dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Berdasarkan hasil kajian literature terhadap 17 artikel yang relevan, dapat dipahami bahwa penerapan *Project-Based Learning (PjBL)* serta pengembangan biopestisida alami dalam pembelajaran biologi memiliki kontribusi yang signifikan baik dalam ranah pendidikan maupun pertanian berkelanjutan. Dalam konteks pendidikan, model pembelajaran berbasis proyek terbukti mampu memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan abad ke-21. Margono & Arip, (2018) menjelaskan bahwa penerapan *Project-Based Learning* dalam pembuatan pestisida organik tidak hanya terlaksana dengan baik, tetapi juga mampu meningkatkan kreativitas siswa dan memberikan perbedaan yang signifikan pada hasil belajar kognitif. Penelitian lain juga menegaskan bahwa *Project-Based Learning* efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains siswa karena mereka terlibat langsung dalam merancang, mengerjakan dan mempresentasikan proyek. Aktivitas belajar yang meningkat menunjukkan bahwa siswa lebih aktif dan termotivasi ketika pembelajaran dilakukan dengan pendekatan berbasis proyek.

Dalam ranah pertanian, kajian mengenai biopestisida alami menegaskan bahwa inovasi ini merupakan solusi jangka panjang untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Damanik et al., (2025) menjelaskan bahwa biopestisida berbasis ekstrak tumbuhan memiliki potensi besar dengan kekuatan dan peluang tinggi untuk dikembangkan. Penelitian yang dilakukan oleh Tahtameirosi et al. (2022) menjelaskan bahwa ekstrak kulit nanas efektif mengendalikan hama pada tanaman bayam, yang didukung oleh kandungan flavonoid dan tanin didalamnya. Penelitian lain oleh Lathifah T. et al., (2022) menjelaskan bahwa biopestisida kulit jeruk cukup efektif dalam membasmi serangga pengganggu tanaman, sedangkan A. Putri et al., (2023) menegaskan bahwa pemanfaatan limbah kulit bawang merah sebagai biopestisida alami dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia sekaligus menjaga kelestarian lingkungan.

Tidak hanya dalam aspek laboratorium, biopestisida juga berperan dalam pemberdayaan masyarakat. Agnestisia et al., (2023) menjelaskan bahwa sosialisasi pembuatan biopestisida alami dari tanaman babadotan berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani, sekaligus memberikan alternatif yang lebih aman dibandingkan pestisida kimia. Selanjutnya Gaffar et al. (2023) menunjukkan bahwa pelatihan pembuatan pestisida alami dari buah berenuk dan daun sirsak mendapat respon positif dari petani, dengan sebagian besar peserta merasa sangat puas terhadap kegiatan yang dilaksanakan. Hal ini membuktikan bahwa biopestisida tidak hanya memberikan manfaat ekologis, tetapi juga berdampak sosial melalui peningkatan keterampilan dan kesadaran petani.

Dari berbagai temuan penelitian tersebut, terlihat adanya keterkaitan antara pendidikan dan pertanian berkelanjutan. Penerapan *Project-Based Learning* disekolah mampu menanamkan keterampilan proses sains, kreativitas, serta sikap peduli lingkungan pada siswa, sedangkan penelitian di bidang pertanian menegaskan bahwa biopestisida alami merupakan alternatif ramah lingkungan dan berkelanjutan. Integrasi keduanya akan memberikan dampak ganda, yaitu peningkatan kualitas pembelajaran biologi di sekolah sekaligus kontribusi nyata terhadap solusi lingkungan dan ketahanan pangan melalui pemanfaatan limbah sebagai biopestisida.

Secara keseluruhan penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek (PJBL) melalui pembuatan biopestisida merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran biologi. Namun, masih terdapat tantangan dalam penerapannya, seperti keterbatasan fasilitas, kesiapan guru, dan pengelolaan waktu. Penelitian ini lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi peluang dan strategi terbaik dalam mengintegrasikan *Project-Based Learning* pembuatan biopestisida ke dalam kurikulum yang ada, sehingga dapat memberikan dampak yang optimal bagi pengembangan keterampilan proses sains siswa.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Project-Based Learning* (PJBL) dalam konteks pembuatan biopestisida terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains, kreativitas, kemampuan berpikir kritis, motivasi, kolaborasi, serta sikap peduli lingkungan siswa. Dari sisi pendidikan, *Project-Based Learning* memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena siswa terlibat langsung dalam merancang, melaksanakan, dan mempresentasikan proyek. Sementara dari sisi pertanian, biopestisida alami terbukti memiliki potensi besar sebagai solusi ramah lingkungan yang dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia dan mendukung pertanian berkelanjutan. Namun demikian, implementasi proyek pembuatan biopestisida masih menghadapi sejumlah tantangan, seperti keterbatasan fasilitas, kesiapan guru, serta pengelolaan waktu. Namun banyak peluang yang dapat dimanfaatkan, diantaranya integrasi dengan kurikulum merdeka, pengembangan perangkat ajar berbasis *Project-Based Learning*, serta penguatan kolaborasi antara sekolah, perguruan tinggi, dan masyarakat. Dengan memaksimalkan peluang ini, proyek pembuatan biopestisida dapat memberikan dampak yang ganda, yakni peningkatan kualitas pembelajaran biologi sekaligus kontribusi nyata terhadap kelestarian lingkungan dan ketahanan pangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agnestisia, R., Pasaribu, M. H., Hakim, M. S., & Pereiz, Z. (2023). Sosialisasi Pembuatan Biopestisida Alami dari Babadotan Kepada Kelompok Tani Kelurahan Habaring Hurung, Kecamatan Bukit Batu, Palangkaraya. *Jurnal Pengabdian Cendikia*, 2(4), 301–308. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8260334>
- Ainurridho, M., Bahri, A., & Muhiddin, P. M. P. (2021). Project-Based Learning (PJBL) Berbasis Strategi Motivasi, Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction (ARCS) dan Pengaruhnya terhadap Motivasi dan Sikap Ilmiah Biologi pada Materi Perubahan Lingkungan yang telah Dieksperimenkan di Kelas X MIPA SMA Negeri 11 Pinrang. *Biology Teaching and Learning*, 4(2), 138–149. <https://doi.org/10.35580/btl.v4i2.28953>
- Ayilara, M. S., Adeleke, B. S., Akinola, S. A., Fayose, C. A., Adeyemi, U. T., Gbadegesin, L. A., Omole, R. K., Johnson, R. M., Uthman, Q. O., & Babalola, O. O. (2023). Biopesticides as a promising alternative to synthetic pesticides: A case for microbial pesticides, phytopesticides, and nanobiopesticides. *Frontiers in Microbiology*, 14(February), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1040901>
- Damanik, R. A., Siregar, S., Haireen, R., Razali, M., Ahmad, N., & Rusli, R. (2025). Strategi Pengembangan Produk Biopestisida Berbasis Ekstrak Tumbuhan Pada Event MAHA Malaysia 2024 Product Development Strategy For Plant Extract-Based Biopesticides at the MAHA Malaysia 2024 Event. 9(April), 27–38.

- Dasrieny Pratiwi, & Widya Sartika Sulistiani. (2024). Biopestisida: Dari Teori Ke Praktik Melalui Petualangan Pembelajaran Berbasis Projek (Pjbl). *Biolova*, 5(2), 103–110. <https://doi.org/10.24127/biolova.v5i2.6466>
- Gaffar, A. A., Eva Yuliana, Vitta Yaumul Hikmawati, Nurlaela, N. A., Pangjayana, M., Rahmawati, R. A., & Jabar, M. B. A. (2023). Mikro Organisme Lokal (MOL) Sebagai Pestisida Alami Dalam Upaya Pengembangan SDM Kelompok Tani Kedung Makmur. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 1999–2006. <https://doi.org/10.31949/jb.v4i3.5616>
- Lathifah T., T. N., Okarniatif, A. A. M., Bagenda, F., Yuniar, S. S., Nurain, S., Sadarang, R. A. ., & Rusmin, M. (2022). The Use of Citrus Peel Bio-Pesticides Against the Mortality of Fire Ants (Solenopsis) on Rambutan Tree (Nephelium lappaceum). *SINTA Journal (Science, Technology, and Agricultural)*, 3(1), 41–48. <https://doi.org/10.37638/sinta.3.1.41-48>
- Margono, D., & Arip, A. G. (2018). *EDUBIOLOGICA Implementasi Penggunaan Model Project Based*. 6(2), 81–89.
- Pramasari, D. A., & Prianto, A. H. (2019). Kelayakan finansial produksi biopestisida Biji Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dengan Metode Pengepresan Ulir. *J. Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 30(1), 11–26.
- Putri, A., Annisa, A., Hutagalung, P. A. P., Tanjong, I. F., & Hasibuan, F. R. (2023). Uji Efektivitas Kulit Bawang Merah (*Allium Cepa*) sebagai Biopestisida dalam Pengendalian Hama dalam Ekosistem. *Jiip - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(1), 682–686. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i1.1522>
- Putri, O. Y., Agnafia, D. N., & Anfa, Q. (2025). Pengembangan LKPD Eco-enzyme Berbasis Project-based Learning untuk Melatih Sikap Peduli Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13(1), 183–197. <https://doi.org/10.21831/jpms.v13i1.85421>
- Rati, N. W., Kusmaryatni, N., & Rediani, N. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Kreativitas Dan Hasil Belajar Pendidikan Ipa Sd Mahasiswa Pgsd Undiksha Upp Singaraja. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 6(1), 60–71. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v6i1.9059>
- Rispandi, H., Trihapsari, E., Azizah, D. N., Apriliana, H., Ykdc, M. A. S., Pesantren, P., Diniyyah, M., & Bandung, M. A. N. K. (2022). *PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN ABAD 21 Project Based Learning to Improve 21st Century Skills. I*, 1–11.
- Rukmi, I. P., & Perdana, R. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 3(1), 192. <https://doi.org/10.52434/jpif.v3i1.2376>
- Sandy Kurniawan1 , Yeni Suryaningsih2, A. A. G. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Project-Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Seminar Nasional Pendidikan*, 622–629.
- Sianturi, M. F., Simarmata, C. N., Damai, S. A., Situmorang, S. B. J., & Syahrial. (2025). Strategi Pembelajaran Abad 21. *Jinu*, 2(4), 238–253. <https://doi.org/10.61722/jinu.v2i4.5017>
- Silpiawati, I., & Oktaviani, M. (2024). Pembuatan Biopestisida Pada Mahasiswa FKIP Program Studi Pendidikan Biologi Tahun Ajar 2023 / 2024 Universitas Merangin Sebagai Media Ajar Mata Kuliah Bioteknologi INFO ARTIKEL: Grata: Jurnal Inovasi Pendidikan Grata: Jurnal Inovasi Pendidikan. *Grata: Jurnal Inovasi Pendidikan*, 1(2), 70–76.
- Tahtameirosi, R., Hidayah, A. S., & Az-zahra, D. S. (2022). Biopestisida Kulit Nanas ( *Ananas Comosus* ) Sebagai Teknologi Pengendali Organisme Pengganggu Tanaman ( Opt ) Untuk Mendukung. *Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasional*, 229–239.