

## **Pengaruh Model *Project Based Learning*/PjBL Berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Bioteknologi**

Indra Dodo Saputra<sup>1</sup>, Radiansyah Febrian<sup>2</sup>, Asep Rohayat<sup>3</sup>

Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Terapan dan Sains, Institut Pendidikan Indonesia Garut  
Jl. Terusan Pahlawan No.32 Sukagalih, Kec. Tarogong Kidul, Kabupaten Garut

*e-mail:* [Indradodosaputra@gmail.com](mailto:Indradodosaputra@gmail.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini dilatarbelakangi rendahnya mutu pendidikan dan efektivitas pembelajaran di Indonesia, khususnya pada mata pelajaran Biologi, menuntut inovasi dalam model pembelajaran. Salah satu alternatif adalah penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) yang didukung oleh teknologi *Artificial Intelligence* (AI). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model PjBL berbantuan AI terhadap hasil belajar siswa pada materi bioteknologi serta menguji efektivitas integrasi AI pada tahapan model PjBL sebagai bentuk inovasi pembelajaran biologi. Metode yang digunakan adalah quasi eksperimen dengan desain pretest-posttest control group. Sampel terdiri dari dua kelas X di SMAN 18 Garut, yakni kelas eksperimen yang menggunakan model PjBL berbantuan AI yang di gunakan adalah Canva untuk membuat PPT, Chat gpt, Chatbot generatif, dan google schooler dan kelas kontrol dengan metode pembelajaran konvensional. Instrumen penelitian berupa tes objektif mencakup ranah kognitif C2 (memahami), C3 (mengaplikasikan), dan C4 (menganalisis). Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan signifikan hasil belajar antara kedua kelas. Kelas eksperimen mengalami peningkatan dengan nilai N-Gain sebesar 0,712 (kategori tinggi), sedangkan kelas kontrol sebesar 0,655 (kategori sedang). Uji-t menunjukkan nilai signifikansi 0,025 (< 0,05), yang berarti model PjBL berbantuan AI memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar siswa. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa integrasi PjBL dengan teknologi AI dapat menjadi solusi pembelajaran yang lebih efektif dan kontekstual dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi kompleks seperti bioteknologi. Sehingga dapat di simpulkan bahwa model *Project Based Learning* berbantuan *Artificial Intelligence* memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar siswa.

**Kata Kunci:** *Artificial Intelligence*, Bioteknologi, Hasil Belajar, Pembelajaran Inovatif, *Project Based Learning*

### **Abstract**

This research is motivated by the low quality of education and learning effectiveness in Indonesia, particularly in Biology, which demands innovation in learning models. One alternative is the implementation of the *Project-Based Learning* (PjBL) model supported by *Artificial Intelligence* (AI) technology. This study aims to analyze the effect of the AI-assisted PjBL model on student learning outcomes in biotechnology testing the effectiveness of AI integration at the PjBL model stage as a form of biology learning innovation. The method used was a quasi-experimental design with a pretest-posttest control group. The sample consisted of two 10th grade classes at SMAN 18 Garut: an experimental class using the AI-assisted PjBL model The tools used are Canva to create PPT, GPT Chat, Generative Chatbot, and Google Schooler and a control class using conventional learning methods. The research instrument, an objective test, covered cognitive domains C2 (understanding), C3 (applying), and C4 (analyzing). The results showed a significant difference in learning outcomes between the two classes. The experimental class experienced an increase with an N-Gain value of 0.712 (high category), while the control class experienced an increase of 0.655 (medium category). The t-test showed a significance value of 0.025 (<0.05), indicating that the AI-assisted PjBL model had a positive impact on student learning outcomes. This improvement indicates that integrating PjBL with AI technology can be a more effective and contextual learning solution in enhancing students' understanding of complex topics such as biotechnology. Therefore, it can be concluded that the *Project-Based Learning* model assisted by *Artificial Intelligence* has a positive impact on student learning outcomes.

**Keywords:** *Artificial Intelligence*, *Biotechnology*, *Innovative Learning*, *Learning Outcomes*, *Project Based Learning*,

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan, teknologi, dan informasi pada abad ke-21 telah membawa perubahan mendasar dalam dunia pendidikan, termasuk pada pembelajaran biologi. Pembelajaran biologi saat ini tidak lagi hanya menekankan penguasaan konsep dan kemampuan menghafal materi, tetapi juga diarahkan pada pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, kolaborasi, serta literasi digital. Penguasaan berbagai keterampilan tersebut menjadi penting agar peserta didik mampu menghadapi beragam tantangan global, seperti perubahan iklim, permasalahan kesehatan, serta pesatnya perkembangan bioteknologi dan sains modern. Priyanti *et al.*, (2023)

Meskipun demikian, implementasi pembelajaran biologi yang sesuai dengan tuntutan abad ke-21 masih menghadapi berbagai hambatan. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi digital dan menerapkan strategi pembelajaran inovatif. Selain itu, kesenjangan akses teknologi, keterbatasan sarana dan prasarana, serta rendahnya tingkat literasi digital di beberapa daerah turut memengaruhi efektivitas proses pembelajaran. Kondisi tersebut menyebabkan upaya pengembangan kompetensi abad ke-21 peserta didik belum dapat terlaksana secara optimal. Priyanti *et al.*, (2023)

Tantangan tersebut semakin kompleks karena materi biologi banyak memuat konsep-konsep abstrak, proses yang rumit, serta fenomena yang sulit diamati secara langsung, seperti pada materi bioteknologi. Oleh sebab itu, diperlukan pemanfaatan teknologi digital yang mampu membantu visualisasi dan pemahaman konsep secara lebih efektif. Salah satu teknologi yang memiliki potensi besar adalah Artificial Intelligence (AI). Namun, keberhasilan implementasi teknologi ini tetap memerlukan kesiapan guru, dukungan infrastruktur yang memadai, serta perencanaan pembelajaran yang tepat agar mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir tingkat peserta didik. Zebua, N. (2025).

Biologi adalah tempat untuk meningkatkan ilmu pengetahuan, keterampilan, serta sikap, terutama tanggung jawab terhadap lingkungan. Biologi berkaitan dengan ilmu kehidupan mengenai alam maupun makhluk hidup dengan proses perkembangan tumbuhnya yang sistematis, sehingga pembelajaran biologi bukan hanya penguasaan sekumpulan fakta, melainkan juga proses penemuan. Masalah-masalah dalam pembelajaran sains antara lain adalah hanya menekankan pada ilmu pengetahuan tetapi tidak adanya praktik dalam proses pembelajaran. Hasil belajar yang optimal adalah salah satu tujuan dari pembelajaran dan pendidikan. Guru yang memiliki kompetensi tinggi, pembelajaran yang efektif, dan peran orang tua sangat diperlukan untuk meningkatkan hasil belajar (Somayana, 2020).

Berdasarkan masalah tersebut, diperlukan usaha untuk meningkatkan hasil belajar siswa dengan menerapkan suatu model pembelajaran yang tepat. Model PjBL dapat membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan belajar siswa karena memiliki banyak keunggulan. Salah satunya menurut Ariyani *et al.*, (2019) bahwa model PjBL tidak hanya membuat siswa menghafal saja, tetapi juga menghubungkan dan berpikir bagaimana cara untuk menerapkan ilmu yang diperoleh dalam kehidupan sehari-hari, meningkatkan hasil belajar, dan memberikan siswa kesempatan untuk berkolaborasi dalam membangun pengetahuan, serta meningkatkan kemampuan siswa dalam memanfaatkan teknologi untuk belajar. Dengan banyaknya siswa yang menggunakan teknologi digital seperti ponsel dan laptop. Maka, model pembelajaran sangat tepat digunakan dengan dukungan teknologi digital seperti menggunakan *Artificial Intelligence*.

Dalam menghadapi berbagai tantangan tersebut, pembelajaran biologi perlu dirancang secara lebih kontekstual melalui pendekatan inkuiri, pemecahan masalah, dan pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan teknologi digital. Pendekatan tersebut diyakini dapat meningkatkan literasi sains, keterampilan proses sains, serta kompetensi abad ke-21 yang dibutuhkan peserta didik untuk beradaptasi dengan perkembangan masyarakat berbasis pengetahuan dan teknologi. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang inovatif

dan relevan untuk menjawab kebutuhan pendidikan masa kini dan masa depan. Priyanti *et al.*,(2023)

Salah satu model pembelajaran yang dinilai mampu memenuhi kebutuhan tersebut adalah Project Based Learning (PjBL). Model ini menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran melalui kegiatan investigasi, perencanaan, pelaksanaan proyek, dan penyusunan produk yang berkaitan dengan permasalahan nyata. Dalam konteks pembelajaran biologi, PjBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat langsung dalam berbagai aktivitas ilmiah, seperti observasi lingkungan, eksperimen, pengembangan produk bioteknologi sederhana, maupun proyek konservasi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan PjBL dapat meningkatkan keterampilan proses sains, kreativitas, literasi sains, keaktifan belajar, serta hasil belajar peserta didik. Melina *et al.*,(2023)

Urgensi penerapan PjBL semakin meningkat seiring dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berpusat pada peserta didik dan penguatan kompetensi melalui kegiatan proyek. Melalui pembelajaran berbasis proyek, peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual, tetapi juga memiliki kesempatan untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 melalui pengalaman belajar yang autentik dan bermakna. Dengan demikian, penerapan PjBL dalam pembelajaran biologi menjadi kebutuhan yang penting untuk menghasilkan peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi, literasi sains, dan kesiapan menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi. Kusumaningrum, S., & Djukri. (2016)

Era digital saat ini penggunaan AI sangat populer terutama dikalangan anak muda. Penerapan AI tidak hanya untuk meningkatkan kualitas pendidikan namun juga efisiensi dan efektivitas dalam proses belajar mengajar. Hasil penelitian Arly *et al.*, (2023) menyatakan bahwa *Artificial Intelligence* (AI) memiliki kemampuan

dalam mengambil suatu keputusan dengan waktu yang cenderung cepat dan efisien serta akurat berdasarkan data yang telah ada.

Di sisi lain, perkembangan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) menghadirkan peluang baru dalam meningkatkan kualitas pembelajaran biologi. AI memungkinkan proses pembelajaran berlangsung secara lebih interaktif, adaptif, dan sesuai dengan karakteristik serta kebutuhan individu peserta didik. Teknologi ini dapat dimanfaatkan sebagai tutor virtual, penyedia umpan balik otomatis, media visualisasi konsep abstrak, serta alat bantu analisis data yang mendukung pembelajaran berbasis inkuiri dan proyek. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa integrasi AI dalam pendidikan sains berkontribusi terhadap peningkatan keterlibatan peserta didik, efektivitas pembelajaran, dan pemahaman konsep yang lebih mendalam. Almasri, F. (2024).

Pemanfaatan AI dalam pembelajaran biologi memiliki potensi yang sangat besar, terutama dalam membantu peserta didik memahami materi yang kompleks, seperti genetika, bioteknologi, ekologi, dan fisiologi. Selain mendukung proses belajar peserta didik, AI juga dapat membantu guru dalam menyusun bahan ajar, mengembangkan instrumen asesmen, menganalisis capaian pembelajaran, serta memberikan layanan pembelajaran yang lebih efisien. Oleh karena itu, integrasi Project Based Learning (PjBL) dengan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) berpotensi menjadi inovasi pembelajaran yang mampu meningkatkan literasi sains, keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta kesiapan peserta didik menghadapi tantangan abad ke-21. Aripin, I.,et al.,(2024)

Dengan kemampuan tersebut AI sangat cocok untuk diterapkan dengan model PjBL. Hal ini dikarenakan berdasarkan hasil wawancara guru biologi bahwasanya model PjBL memiliki beberapa kesulitan, salah satunya adalah dalam penerapannya karena model PjBL membutuhkan lebih banyak waktu.

Menurut Mambu *et al.*, (2023) AI juga memiliki keuntungan lain yaitu mempermudah pendidik dalam mengelola data siswa dengan cara yang lebih efisien, memperbaiki kualitas pengajaran secara menyeluruh, memberikan umpan balik yang efektif, dan menyediakan

pembelajaran secara personalisasi. Selain itu, kecerdasan buatan (AI) bisa memfasilitasi dialog yang berkesinambungan dan membantu siswa dalam meningkatkan keterampilan berkomunikasi, karena mendorong pembelajaran yang kolaboratif dan interaktif Diantama (2023). Untuk itu, penerapan model PjBL yang didukung oleh AI diharapkan dapat membantu meningkatkan hasil belajar siswa.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang peneliti lakukan dengan guru pelajaran biologi di SMAN 18 Garut, di peroleh informasi bahwa SMAN 18 Garut telah menerapkan kurikulum merdeka dengan model pembelajaran yang rata rata di gunakan adalah Problem Based Learning dan *Direct Instruction*, namun dalam hal itu di kemukakan bahwa metode pembelajaran tersebut belum mampu efektif berdampak pada hasil belajar. Dalam penelitian ini peneliti melakukan penelitian pada kelas X dengan materi bioteknologi. Materi bioteknologi di ambil karena relevansi dengan judul yang mana peneliti menggunakan model PJBL sehingga model pembelajaran PJBL ini berfokus pada siswa dengan membuat sebuah project. Dalam perkembangan zaman yang mana dengan kemajuan teknologi kita memiliki kemudahan mengakses apapun sehingga dengan berbantuan AI membuat siswa lebih mudah dalam membuat project dan dapat membantu siswa untuk mendapatkan hasil belajar yang memuaskan. Pengambilan materi bioteknologi karena bioteknologi merupakan bidang yang kompleks ( Ilmu biologi dengan teknologi ) sehingga relevan di ajarkan dengan model PJBL yang mendorong pembelajaran yang aktif dengan membuat project dengan berbantuan AI.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Maret hingga Juni 2025 di SMAN 18 Garut pada Tahun Ajaran 2025/2026. Penelitian ini merupakan penelitian Quasi-eksperimen dengan memberikan penerapan pembelajaran model Project Based Learning (PjBL) pada kelas

ekspreimen, sedangkan sebagai kelas kontrol diberikan pembelajaran dengan pembelajaran konvensional. Pada penelitian ini desain penelitian yang di gunakan adalah *Pretest-Posttest Control Group Design*. Dalam desain ini terdapat dua kelompok yang dipilih secara acak/random, Randomisasi dilakukan pada penentuan kelas eksperimen dan kontrol (*cluster random assignment*) kemudian diberi pretest untuk mengetahui keadaan awal adakah perbedaan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Populasi pada penelitian ini adalah kelas X SMAN 18 Garut tahun ajaran 2025/2026 sebanyak dua kelas yang terdiri dari 37 peserta didik kelas eksperimen dan 37 peserta didik kelas kontrol. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah *purposive sumpling* yang merupakan teknik pengambilan sampel yang mana setiap kelompok memiliki karakteristik yang sama atau nilai yang mendekati sama.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes berupa soal pilihan ganda jenjang kognitif level c2 sampai c4 sebanyak 20 soal. Instrumen penelitian yang digunakan adalah penilaian ranah kognitif yaitu tes tertulis, berupa soal objektif dengan lima option yang diberikan kepada kelas eksperimen dan kontrol. Agar didapatkan tes yang benar-benar valid, reliabilitas serta memperhatikan indeks kesukaran dan daya beda, maka terlebih dahulu dilakukan uji coba tes dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut: 1) Uji validitas, 2) Uji reliabilitas, 3) Uji indeks kesukaran, 4) Uji daya pembeda. Data yang sudah valid dilakukan tes akhir sehingga diperoleh soal yang valid untuk diujikan kepada kedua kelas sampel.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik pengolahan data dengan uji normalitas yaitu untuk mengetahui apakah data pada keseluruhan sampel berdistribusi normal, uji homogenitas yaitu untuk melihat kedua kelas sampel memiliki versisama/berbeda, dan uji hipotesis berfungsi untuk mengetahui dugaan sementara sesuai/ tidaknya pengaruh terhadap kedua kelas sampel Uji t.

Selanjutnya Uji N-Gain, uji ini digunakan untuk mengetahui gambaran umum bagaimana peningkatan hasil belajar antara sebelum dan sesudah pembelajaran.

$$\text{Gain Ternormalisasi} = \frac{\text{Skor postes} - \text{skor pretes}}{\text{Skor ideal} - \text{skor pretes}}$$

yang kemudian penulis modifikasi sebagai berikut:

Tabel 1  
Interpretasi Gain Ternormalisasi yang dimodifikasi

Nilai Gain Ternormalisasi	Interpretasi
$-1,00 \leq g < 0,00$	Terjadi penurunan
$g = 0,00$	Tetap
$0,00 \leq g < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq g \leq 1,00$	Tinggi

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

Pada bagian ini dipaparkan deskripsi nilai pretest untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol guna mengetahui kesetaraan kemampuan awal siswa sebelum penerapan model *Project Based Learning* berbantuan *Artificial Intelligence*. Pretest tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum diberikan pembelajaran. Adapun hasil dari pretest antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.  
Hasil Pretest kelas kontrol dan eksperimen

Deskripsi	Kelas kontrol	Kelas eksperimen
Skor maksimum	72	80
Skor minimum	24	22
Rata-rata	52	53
Standar deviasi	10.28	10.71
Jumlah siswa	37	37

Hasil pengolahan data menggunakan Microsoft Excel diperoleh hasil *pretest* pada kelas kontrol yaitu dengan nilai tertinggi 72 dan nilai terendah 24, dengan nilai rata-rata 52 dan standar deviasi 10.28 sedangkan pada kelas eksperimen diperoleh nilai tertinggi 80 dan nilai terendah 22, dengan nilai rata-rata 53 dan standar deviasi 10.71.

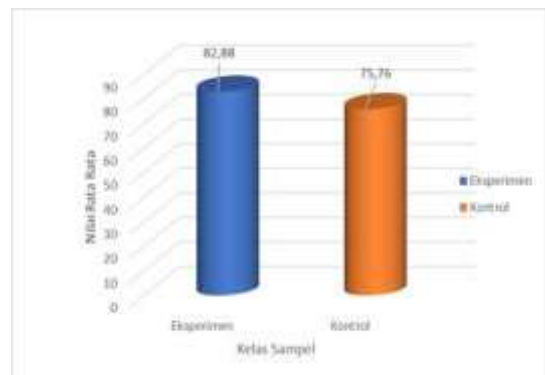
Adapun *Posttest* bertujuan untuk mengetahui kemampuan akhir siswa sesudah diberikan pembelajaran. Adapun hasil dari *posttest* antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.  
Hasil Posttest kelas kontrol dan eksperimen

Deskripsi	Kelas kontrol	Kelas eksperimen
Skor maksimum	96	100
Skor minimum	72	76
Rata-rata	84	87
Standar deviasi	6.36	5.82
Jumlah siswa	37	37

Hasil pengolahan data menggunakan Microsoft Excel diperoleh hasil *posttest* pada kelas kontrol yaitu dengan nilai tertinggi 96 dan nilai terendah 72, dengan nilai rata-rata 84 dan standar deviasi 6.36 sedangkan pada kelas eksperimen diperoleh nilai tertinggi 100 dan nilai terendah 87, dengan nilai rata-rata 87 dan standar deviasi 5.82.

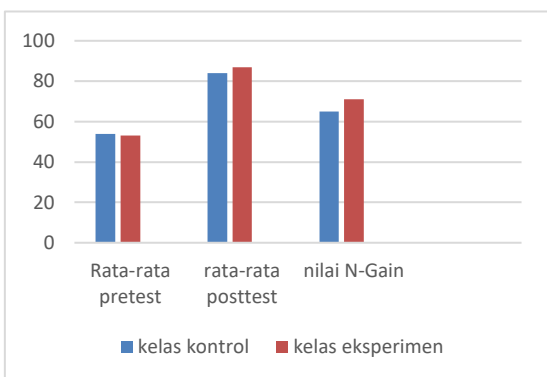
Adapun data rata-rata hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat dari gambar 1 dan 2.



Gambar.1. Rata rata hasil belajar ranah kognitif kelas sampel

Berdasarkan Gambar 1. diketahui bahwa rata-rata hasil belajar siswa pada penilaian kognitif di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Pada penilaian kognitif hasil uji hipotesis  $H_1$  diterima dengan nilai rata-rata kelas eksperimen 87 dan kelas kontrol 84. Jadi, adanya perbedaan hasil belajar ranah kognitif yang signifikan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Berarti pembelajaran model PjBL berbantuan AI yang diterapkan di kelas eksperimen mampu meningkatkan pemahaman siswa tentang materi Bioteknologi.

Berikut gambar rata pretest, posttest pada kelas eksperimen dan kelas kontrol



Gambar. 2. Rata rata nilai pretest, posttest dan N-Gain kelas sampel

Dari gambar di atas diketahui kelas kontrol yaitu kelas yang mendapatkan perlakuan pembelajaran menggunakan model pembelajaran konvensional mempunyai rata-rata N Gain sebesar 0,655 dan termasuk ke dalam kategori sedang. Sedangkan kelas eksperimen yaitu kelas yang mendapatkan perlakuan pembelajaran menggunakan model pembelajaran PjBL berbantuan AI mempunyai rata-rata N Gain sebesar 0,712 dan termasuk ke dalam kategori tinggi.

Tabel 4  
Uji t posttes kelas kontrol dan eksperimen  
Independent Samples Test

Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				95% Confidence Interval of the Difference		
F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
.074	.787	2.288	72	.025	3.24324	1.41737	.41777	6.06871
		2.288	71.448	.025	3.24324	1.41737	.41740	6.06908

Berdasarkan hasil uji t dua sampel independen, diperoleh nilai sig. (2-tailed) = 0,025 < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Artinya, perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh terhadap hasil belajar siswa.

**B. PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil posttest, kelas kontrol yang mendapatkan pembelajaran dengan model Direct Instruction memperoleh rata-rata nilai 84, dengan skor maksimum 96 dan skor minimum 72. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa di kelas kontrol berhasil mencapai tingkat penguasaan materi Bioteknologi yang cukup baik melalui pembelajaran yang terstruktur dan berpusat pada guru. Direct Instruction memberikan penjelasan yang sistematis dan langkah-langkah terarah sehingga membantu siswa memahami konsep-konsep dasar dengan lebih jelas. Faktor yang mempengaruhi kemampuan belajar siswa di antaranya:

- 1) Minat dan motivasi belajar : Minat dan motivasi belajar siswa sangat menentukan hasil belajar siswa minat yang di ada di diri siswa dan motivasi yang tinggi akan menunjukkan hasil belajar siswa sejauh mana.
- 2) Kondisi kelas atau strategi guru: kondisi kelas dan strategi guru juga menentukan hasil belajar siswa, kondisi kelas siswa Ketika belajar dan strategi guru ketika pembelajaran mempengaruhi

keinguninan siswa Ketika belajar dan strategi guru akan menumbuhkan rasa ingin tahu dan keinginan belajar yang tinggi seperti memperhatikan Ketika pembelajaran berlangsung dan aktif di saat belajar.

Sementara itu, kelas eksperimen yang menerapkan model *Project Based Learning* (PjBL) berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) menunjukkan hasil yang lebih tinggi dengan rata-rata nilai 87, skor maksimum mencapai 100, dan skor minimum 76. Data ini menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang lebih signifikan dibandingkan kelas kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan model PjBL berbantuan AI memberikan kontribusi yang lebih efektif dalam membantu siswa memahami materi Bioteknologi secara mendalam dan aplikatif.

Beberapa faktor mendukung keberhasilan pembelajaran di kelas eksperimen. Pertama, model PjBL mendorong keterlibatan aktif siswa dalam menyelesaikan proyek yang menuntut pemecahan masalah nyata, sehingga siswa lebih memahami konsep secara kontekstual. Menurut Afriana *et al.*, (2016) Model PjBL adalah pendekatan yang menempatkan kegiatan proyek sebagai pusat proses belajar. Penerapan *Project Based Learning* telah terbukti mampu mengembangkan kreativitas siswa, mereka tidak hanya mendengar penjelasan tetapi juga terlibat dalam proses menemukan, menganalisis, dan menyajikan solusi terhadap permasalahan Bioteknologi.

Sejalan dengan pendapat Sunita *et al.*, (2019) yang menyatakan dengan adanya tugas proyek akan mendorong semangat belajar dan membangkitkan minat belajar peserta didik, selain itu hasil belajar peserta didik juga menjadi lebih optimal. Dengan adanya tugas proyek, peserta didik terdorong untuk lebih bersemangat dan meningkatkan minat belajar. Selain itu, hasil belajar menjadi lebih optimal karena siswa terlibat aktif dalam merencanakan dan menyelesaikan tugas secara mandiri maupun kelompok. Model *Project Based Learning* membantu peserta didik memahami materi secara lebih mendalam melalui pengalaman langsung dan pembelajaran kontekstual.

Selain itu, bantuan AI dalam pembelajaran memungkinkan personalisasi materi dan penyajian konten yang interaktif

dan visual. Siswa dapat mengakses simulasi, gambar 3D, penjelasan adaptif, atau sumber belajar tambahan yang membantu memahami materi yang kompleks. Berdasarkan hasil penelitian Rahayu, Hartinah, Suriswo (2024) mengenai pengembangan modul ajar berbantuan AI dengan model *Project Based Learning* (PjBL), dapat disimpulkan bahwa modul ajar yang dikembangkan menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Modul tersebut dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran berbasis proyek yang lebih terstruktur, interaktif, dan menarik, sehingga mampu membantu peserta didik memahami materi secara lebih mendalam dan meningkatkan pencapaian akademik mereka secara signifikan.

Pembelajaran berbasis proyek adalah suatu model yang memanfaatkan masalah sebagai titik awal untuk mendorong peserta didik mengumpulkan serta mengintegrasikan pengetahuan baru melalui pengalaman langsung dalam kegiatan nyata *Relmasira et al.*, (2019). Faktor lain yang berkontribusi adalah adanya kolaborasi dalam kegiatan proyek. PjBL mengharuskan siswa bekerja dalam kelompok, mendiskusikan ide, membagi tugas, dan memecahkan masalah bersama. Aktivitas ini tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif tetapi juga mengembangkan keterampilan sosial dan komunikasi. Proses ini mendukung pembelajaran bermakna, di mana siswa tidak hanya menghafal materi tetapi benar-benar memahami dan mampu menerapkannya dalam konteks kehidupan nyata.

Dengan demikian, perbedaan signifikan antara hasil posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dijelaskan oleh penerapan model pembelajaran yang berbeda. Penerapan *Project Based Learning* berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) terbukti lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi Bioteknologi. Model ini tidak hanya meningkatkan capaian nilai akademik tetapi juga membekali siswa dengan keterampilan abad 21 seperti pemecahan masalah, kolaborasi, penggunaan teknologi, serta berpikir kritis dan kreatif. Temuan ini mendukung pentingnya inovasi dalam pembelajaran sains untuk meningkatkan kualitas pendidikan di era digital.

Hasil analisis pretest menunjukkan bahwa nilai rata-rata kelas eksperimen adalah 53, sedangkan kelas kontrol 52. Skor maksimum dan minimum pada kedua kelas eksperimen yaitu 80 dan 28 sedangkan nilai maksimum dan minimum pada kelas kontrol yaitu 72 dan 24. Hasil uji Independent Samples T-Test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,531 ( $p > 0,05$ ). Ini menandakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kemampuan awal kedua kelas sebelum perlakuan.

Namun demikian, fakta bahwa nilai rata-rata kelas eksperimen sedikit lebih tinggi dari kelas kontrol, meski tidak signifikan, tetap penting untuk dibahas. Perbedaan kecil ini disebabkan oleh beberapa faktor:

- 1) Pengaruh motivasi awal: Siswa kelas eksperimen mungkin menunjukkan minat dan rasa ingin tahu lebih tinggi terhadap materi bioteknologi karena pendekatan awal pembelajaran yang mulai melibatkan visualisasi atau penjelasan kontekstual dari guru.
- 2) Kondisi kelas atau strategi guru: Guru mungkin memberikan penjelasan atau arahan awal yang lebih jelas atau menarik di kelas eksperimen, sehingga menumbuhkan kesiapan mental siswa sebelum pretest.
- 3) Akses informasi sebelumnya: Siswa di kelas eksperimen mungkin memiliki akses lebih awal terhadap sumber belajar atau informasi tentang bioteknologi melalui media atau diskusi informal.

Setelah perlakuan, terjadi peningkatan pada hasil posttest. Kelas eksperimen mencapai rata-rata 87, sedangkan kelas kontrol yaitu 84. Perbedaan ini berdasarkan uji Independent Samples T-Test dengan nilai signifikansi 0,025 ( $p < 0,05$ ), yang menunjukkan bahwa model pembelajaran PjBL berbantuan Artificial Intelligence (AI) berdampak terhadap hasil belajar siswa.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada hasil belajar siswa antara kelas yang menggunakan model Project Based Learning (PjBL) berbantuan Artificial Intelligence (AI) dan

kelas yang menggunakan model Direct Instruction pada materi Bioteknologi. Kelas eksperimen yang menerapkan PjBL berbantuan AI memperlihatkan nilai posttest yang lebih tinggi dan distribusi nilai yang lebih terkonsentrasi pada kategori tinggi. Pendekatan PjBL berbantuan AI memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif, kolaboratif, dan multimodal, memfasilitasi peserta didik untuk terlibat langsung dalam pemecahan masalah berbasis proyek dengan bantuan teknologi interaktif. Sejalan dengan penelitian Aini *et al.*, (2015) menyatakan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek memiliki pengaruh terhadap peningkatan hasil belajar. Model Project Based Learning (PjBL) mampu meningkatkan ketertarikan siswa serta menumbuhkan rasa percaya diri dalam mempresentasikan produk atau hasil proyek yang telah mereka kerjakan.

Sunita *et al.*, (2019) yang menyatakan dengan adanya tugas proyek akan mendorong semangat belajar dan membangkitkan minat belajar peserta didik, selain itu hasil belajar peserta didik juga menjadi lebih optimal. Ini menunjukkan bahwa kelas dengan menggunakan model PjBL mampu menciptakan suasana belajar yang lebih interaktif dan menumbuhkan rasa tanggung jawab siswa terhadap tugas yang diberikan. Melalui pengerjaan proyek, peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoretis tetapi juga mengaplikasikannya dalam konteks nyata, sehingga pemahaman menjadi lebih mendalam dan bertahan lama.

Melalui penerapan PjBL berbantuan AI, siswa dapat mengakses materi pembelajaran secara lebih menarik dan adaptif, melakukan eksplorasi informasi secara mandiri maupun kelompok, serta mengintegrasikan berbagai sumber pengetahuan yang relevan. Hal ini mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Selain itu, AI mendukung penyajian materi yang lebih personal dan interaktif, sehingga memudahkan pemahaman konsep Bioteknologi secara mendalam. Menurut Sharma *et al.*, (2019) kemajuan teknologi, khususnya dalam pengembangan kecerdasan buatan, memungkinkan prediksi yang membantu menyelesaikan masalah dan mendukung pengambilan keputusan, sehingga

AI berpotensi diterapkan dalam bidang pendidikan.

Kelas eksperimen menunjukkan N-Gain sebesar 0,712 (kategori tinggi), sedangkan kelas kontrol sebesar 0,655 (kategori sedang). Hal ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran PjBL berbantuan AI memberikan dampak terhadap hasil belajar siswa. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa penerapan model PjBL berbantuan AI memberikan dampak positif yang lebih besar terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada materi bioteknologi. Faktor utama yang menyebabkan perbedaan ini adalah pendekatan pembelajaran yang lebih aktif dan berpusat pada siswa dalam PjBL.

Dalam data di atas kelas kontrol mengalami kenaikan yang besar dari pada kelas eksperimen di karenakan data awal atau posttest kelas control relatif kecil di bandingkan dengan data kelas eksperimen yang cenderung besar. Sehingga dalam uji N-Gain rata rata nilai kelas eksperimen cenderung kecil untuk kenaikannya. Tetapi untuk melihat pengaruh model PjBL berbantuan AI mengalami pengaruh di kelas eksperimen karena di lihat dari nilai akhir atau posttest yang rata rata nya kelas eksperimen lebih tinggi. Sehingga dapat di simpulkan bahwa terdapat pengaruh terhadap hasil belajar siswa yang menggunakan model PjBL berbantuan AI yang di laksanakan di kelas X SMAN 18 Garut pada materi Bioteknologi.

Siswa di kelas eksperimen terlibat langsung dalam merancang dan menyelesaikan proyek-proyek bioteknologi yang menuntut penerapan konsep secara nyata, seperti merancang fermentasi sederhana atau melakukan studi literatur tentang kultur jaringan. Selain itu bantuan AI mendukung siswa untuk memperoleh informasi lebih luas, mendapatkan umpan balik instan, serta melakukan simulasi atau prediksi hasil secara lebih interaktif. Sesuai dengan pendapat Apriliani & Panggayuh, (2018) pembelajaran yang menggunakan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) juga dapat membuat siswa saling bekerja sama dengan anggota kelompoknya, sehingga siswa lebih mudah dalam

memecahkan masalah untuk merancang dan menyelesaikan sebuah proyek yang telah ditugaskan.

Model PjBL juga mendorong pembelajaran kolaboratif. Siswa belajar bekerja sama dalam kelompok, membagi tugas, mendiskusikan ide, dan memecahkan masalah bersama. AI dapat membantu koordinasi proyek, menyimpan hasil kerja, atau menyediakan referensi daring yang terkurasi. Aktivitas ini melatih keterampilan sosial dan komunikasi yang penting untuk memahami topik-topik bioteknologi yang bersifat multidisipliner. Fitri dkk., (2018) mengungkapkan bahwa penggunaan model Project Based Learning (PjBL) mampu meningkatkan minat siswa untuk belajar secara lebih aktif dan mandiri. Selain itu, melalui aktivitas proyek, siswa juga berkesempatan untuk melatih keterampilan mereka dengan menghasilkan produk yang dibuat selama proses pembelajaran. Di sisi lain, model Direct Instruction cenderung menitikberatkan pada hafalan konsep, latihan soal tertutup, dan evaluasi hasil belajar melalui tes yang fokus pada jawaban benar-salah. Pendekatan ini tidak banyak melatih kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah terbuka, maupun kreativitas siswa dalam menerapkan konsep bioteknologi.

#### IV. KESIMPULAN

Kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dinyatakan setara berdasarkan hasil pretest yang telah dilakukan. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan awal siswa kedua kelas sebelum perlakuan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kemampuan awal kedua kelompok relatif homogen dan sebanding.

Hasil belajar siswa setelah proses pembelajaran menunjukkan peningkatan pada kedua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. disimpulkan bahwa model pembelajaran PjBL berbantuan AI yang di gunakan adalah Canva untuk membuat PPT, Chat gpt, Chatbot generatif, dan google schooler memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik dibandingkan dengan model

pembelajaran konvensional. Dengan demikian, model PjBL berbantuan AI memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

Disarankan bagi guru untuk menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan *Artificial Intelligence* sebagai salah satu alternatif strategi pembelajaran aktif yang dapat meningkatkan pemahaman dan hasil belajar siswa, terutama pada materi yang membutuhkan tentang pemahaman teknologi yang berbasis pada project. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk meneliti lebih lanjut penggunaan model ini pada materi atau jenjang yang berbeda, serta mempertimbangkan variabel lain seperti pengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis, kerja sama kelompok, atau minat belajar siswa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender*. 2(2), 202–212.
- Almasri, F. (2024). *Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Teaching and Learning of Science: A Systematic Review of Empirical Research*. *Research in Science Education*, 54, 977–997. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>
- Aini, Q., Lesmono, A. D., & Wahyuni, S. (2015). *Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Project Based Learning Dengan Memanfaatkan*. 1–7.
- Apriliani, D. N., & Panggayuh, V. (2018). *Pengaruh penggunaan model pembelajaran berbasis project based learning (pjbl) terhadap minat belajar dan hasil belajar siswa kelas x rpl di smk negeri 1 boyolangu*. 2(20), 19–26.
- Aripin, I., Gaffar, A. A., Jabar, M. B. A., & Yulianti, D. (2024). *Artificial Intelligence in Biology and Learning Biology: A Literature Review*. *Jurnal Mangifera Edu*, 8(2), 41–48. <https://doi.org/10.31943/mangiferaedu.v8i2.185>
- Ariyani, E., Jalmo, T., & Yolida, B. (2019). *Pengaruh Model PjBL terhadap Kemampuan Komunikasi Sains dan Berpikir Kreatif Peserta Didik*. 7(3), 1–12.
- Arly, A., Dwi, N., & Andini, R. (2023). *Implementasi Penggunaan Artificial Intelligence Dalam Proses Pembelajaran Mahasiswa Ilmu Komunikasi di Kelas A*. 362–374.
- Diantama, S. (2023). *Pemanfaatan Artificial Inteligent ( Ai ) Dalam Dunia*. 1(1), 8–14.
- Fitri, H., Dasna, I. W., & Suharjo. (2018). *Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Ditinjau dari Motivasi Berprestasi Siswa Kelas IV Sekolah Dasar*.
- Hudha, M. N., Fajriyah, M. I., Rosyidah, F. U. N., & Ayu, H. D. (2023). *Project-based learning in improving scientific literacy: Systematic literature review*. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, 5(2), 159–170. <https://doi.org/10.33292/petier.v5i2.15>
- Kusumaningrum, S., & Djukri. (2016). *Pengembangan perangkat pembelajaran model Project Based Learning (PjBL) untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan kreativitas*. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 241–251. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.5557>
- Mambu, J. G., Pitra, D. H., Ilmi, A. R. M., Nugroho, W., Leuwol, N. V., & Saputra, A. M. A. (2023). *Pemanfaatan teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam menghadapi tantangan mengajar guru di era digital*. *Journal on Education*, 6(1), 2689–2698
- Melina, M. M., Zuhro, M. V., Siregar, N., Ristanto, R., & Isfaeni, H. (2023). *Project Base Learning (PjBL) Model in Biology Learning Concept: A Meta-Analysis*. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1). <https://doi.org/10.31849/bl.v10i1.12605>
- Priyanti, N. A., Habiburrahman, N., Andrian, R. D., Amaral, L. M., Selan, S., & Azis, R. (2023). *Perspektif inovasi dan strategi pembelajaran biologi di era revolusi pendidikan abad 21*. *Jurnal Pembelajaran dan Riset Pendidikan*, 3(4). <https://doi.org/10.28926/jrpp.v3i4.1716>
- Rahayu, B. S., Hartinah, S., & Suriswo, S. (2024). *Pengembangan Modul Ajar IPAS dengan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantu AI Canva pada Siswa Sekolah Dasar*. *Journal of Education Research*, 5(3), 3883–3887.
- Relmasira, S. C., Tyas, A., & Hardini, A. (2019).

- Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar IPA dengan Menggunakan Model Pembelajaran Project Based Learning ( PjBL ).* 3(3), 285–291.
- Sharma, R. C., Kawachi, P., & Bozkurt, A. (2019). *Asian Journal of Distance Education The Landscape of Artificial Intelligence in Open , Online and Distance Education : Promises and Concerns.* 14(2), 1–2.
- Somayana, W. (2020). *Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0).* 1(3), 283–294.
- Sunita, N. W., Mahendra, E., & Lesdyantari, E. (2019). *Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Minat Belajar Dan Hasil.* 20(1), 127–145.
- Zebua, N. (2025). *Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran biologi: Analisis kualitatif terhadap pemahaman konseptual dan keterampilan abad 21.* *Edukasi Elita: Jurnal Inovasi Pendidikan,* 2(2), 52–64. <https://doi.org/10.62383/edukasi.v2i2.1306>