PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* BERBANTUAN *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA

L.D.A. Wanda[1], E.J. Wicaksana[2], Saparuddin[3]

[123]Program Studi Pendidikan Biologi
Universitas Jambi
Jambi, Indonesia

e-mail: leylidianayu@gmail.com[1], ervan_jw@unja.ac.id[2], saparuddin89@undiksha.ac.id[3]

Abstrak

Dalam pembelajaran Biologi, peserta didik perlu memiliki kemampuan berpikir kritis agar mampu menganalisis berbagai fenomena kehidupan, mengevaluasi informasi yang diperoleh, serta mengambil keputusan berdasarkan alasan yang logis. Di sisi lain, perkembangan teknologi AI memberikan kemudahan dalam memperoleh informasi, tetapi pemanfaatannya yang kurang terkontrol berpotensi membuat peserta didik bergantung pada jawaban instan sehingga keterlibatan mereka dalam proses penalaran menjadi berkurang. Maka dari itu, dibutuhkan suatu model pembelajaran yang mampu mengintegrasikan AI secara efektif sehingga teknologi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sarana pendukung untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan model PBL yang dipadukan dengan AI terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA Negeri 11 Kota Jambi. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan desain kuasi eksperimen. Rancangan penelitian yang diterapkan berupa *pretest-posttest control group* sehingga kemampuan awal dan kemampuan akhir peserta didik dapat dibandingkan secara sistematis. Penelitian melibatkan 72 siswa yang terbagi ke kelas eksperimen dan kelas kontrol. Model pembelajaran PBL yang terintegrasi dengan teknologi AI diterapkan pada kelompok eksperimen. Pengumpulan data dilakukan menggunakan tes esai kemampuan berpikir kritis yang dikembangkan berdasarkan indikator FRISCO, yaitu *Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity, dan Overview*. Instrumen tersebut telah melalui proses validasi sebelum digunakan dalam penelitian. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan uji *One-Way Analysis of Covariance* (ANCOVA) dengan taraf signifikansi 0,05. Analisis data menunjukkan adanya perkembangan kemampuan berpikir kritis setelah proses pembelajaran berlangsung dengan kedua kelompok yang diteliti. Namun demikian, peningkatan yang dicapai oleh kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Hasil analisis *One-Way Analysis of Covariance* (ANCOVA) membuktikan bahwa hasil yang dicapai oleh kedua kelompok tersebut berbeda secara nyata setelah diberikan perlakuan, pengaruh kemampuan awal peserta didik dikendalikan ($p < 0,05$). Selain itu, analisis *effect size* menghasilkan nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,305 yang tergolong dalam kategori besar. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa pengintegrasian *Artificial Intelligence* ke dalam pembelajaran berbasis masalah dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran yang efektif untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Kata kunci: *Artificial Intelligence;* Kemampuan Berpikir Kritis; Pembelajaran Biologi; *Problem Based Learning*

Abstract

In biological education, cultivating critical thinking skills is imperative for students to dissect diverse life phenomena, appraise acquired data, and formulate logically sound decisions. Concurrently, while the evolution of Artificial Intelligence (AI) offers seamless access to information, its unregulated utilization risks fostering a reliance on instantaneous solutions, thereby diminishing student engagement in active reasoning. Consequently, there is an urgent need for an instructional framework that productively assimilates AI, transforming it into a supportive instrument to foster students' higher-order cognitive abilities. This study aimed to evaluate the impact of integrating a Problem-Based Learning (PBL) model with AI on the critical thinking competence of eleventh-grade

students at SMA Negeri 11 Kota Jambi. Employing a quantitative approach with a quasi-experimental design, this research adopted a pretest-posttest control group framework to systematically compare students' baseline and post-intervention capabilities. The sample comprised 72 students distributed into experimental and control classes, with the former experiencing the AI-enhanced PBL model. Data collection utilized a critical thinking essay test structured around the FRISCO parameters (Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity, and Overview), which underwent prior validation. The gathered data were scrutinized using descriptive statistics and a One-Way Analysis of Covariance (ANCOVA) at a 0.05 significance level. The empirical evidence revealed a post-intervention advancement in critical thinking skills across both monitored cohorts. Nonetheless, the experimental group registered a more pronounced improvement than the control group. The One-Way ANCOVA results confirmed a statistically significant disparity between the achievements of the two groups post-treatment, even after controlling for the students' initial abilities ($p < 0.05$). Furthermore, the effect size analysis yielded a Partial Eta Squared value of 0.305, which falls into the large category. These findings indicate that embedding Artificial Intelligence into problem-based learning serves as an effective alternative instructional strategy to foster the development of students' critical thinking skills.

Keywords: *Artificial Intelligence; Critical Thinking Skills; Biology Learning; Problem-Based Learning*

PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir kritis termasuk keterampilan penting yang harus dikuasai oleh peserta didik pada abad ke-21. Keterampilan ini merupakan proses berpikir yang dilakukan secara sadar dan sistematis untuk menilai suatu informasi atau permasalahan melalui kegiatan menginterpretasikan, menganalisis, mengevaluasi, menarik kesimpulan, memberikan penjelasan, serta mengendalikan proses berpikir dalam pengambilan keputusan berdasarkan bukti yang dapat dipertanggungjawabkan (Reni et al., 2025). Dengan kemampuan berpikir kritis, siswa mampu mengolah informasi secara lebih rinci dan mempertimbangkan beragam alternatif pemecahan masalah, dan menentukan solusi yang logis serta terstruktur. Dalam konteks pembelajaran Biologi, kemampuan ini memiliki peran yang sangat penting karena peserta didik dituntut untuk memahami berbagai fenomena kehidupan melalui pendekatan ilmiah, pengolahan dan interpretasi data, serta penyelesaian permasalahan yang berhubungan dengan situasi nyata dan pengalaman sehari-hari (Hadarmawandi, 2025).

Data yang diperoleh melalui observasi di SMA Negeri 11 Kota Jambi menunjukkan bahwa penggunaan AI oleh siswa dalam pembelajaran belum diarahkan secara optimal. Sebagian siswa memanfaatkan AI untuk mendapatkan jawaban dalam waktu singkat tanpa melakukan pengolahan informasi secara mendalam. Kondisi ini berpotensi mengurangi keterlibatan siswa dalam proses berpikir dan dapat berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis. Menurut Miftahul Huda, (2024), Meskipun AI berpotensi menjadi sarana yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, penggunaannya yang tidak tepat dapat menyebabkan siswa menjadi terlalu bergantung pada teknologi sehingga peluang peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi menjadi berkurang.

Namun demikian, kehadiran kecerdasan buatan tidak melulu membawa konsekuensi merugikan bagi kemampuan berpikir kritis. Penggunaan AI yang dirancang dan diarahkan secara tepat dalam pembelajaran dapat membantu siswa mengeksplorasi informasi, mengevaluasi berbagai alternatif solusi, serta mendukung proses pemecahan masalah. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang mampu mengintegrasikan AI secara terarah agar siswa tetap terlibat aktif dalam proses berpikir (Putri M & Panduwinata., L, 2025). Berdasarkan temuan ini, AI diimplementasikan dalam *setting* PBL sehingga penggunaannya berfungsi sebagai alat bantu untuk mendukung proses analisis dan pemecahan masalah, bukan sebagai pengganti proses berpikir siswa.

Kemampuan berpikir kritis merupakan kompetensi penting yang harus dikembangkan pada peserta didik. Namun, kemampuan tersebut masih menunjukkan tingkat perkembangan yang rendah. Salah satu faktor penyebabnya adalah penerapan

pembelajaran yang masih didominasi oleh guru, sehingga siswa kurang memperoleh kesempatan untuk berpartisipasi aktif dalam proses penyelidikan, penemuan konsep, dan pemecahan masalah secara mandiri. Akibatnya, siswa kurang terlatih untuk menganalisis informasi, mengevaluasi berbagai alternatif solusi, dan menarik kesimpulan secara logis. Rendahnya keterampilan berpikir kritis ini menjadi tantangan dalam pembelajaran Biologi, mengingat materi Biologi banyak berkaitan dengan fenomena kehidupan yang memerlukan kemampuan analisis dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar sehingga mereka dapat membangun pemahaman, menemukan solusi secara mandiri, dan mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya (Dewi et al., 2023).

Problem-Based Learning (PBL) adalah model pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik dengan menjadikan masalah nyata sebagai pemicu utama dalam kegiatan belajar. Dalam penerapannya, siswa secara aktif terlibat dalam proses mengidentifikasi permasalahan, mencari dan mengolah informasi, menganalisis berbagai alternatif solusi, serta menyimpulkan dan mempresentasikan hasil pemecahan masalah berdasarkan bukti yang valid. PBL tidak hanya berorientasi pada penguasaan pengetahuan, tetapi juga memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, terutama dalam aspek berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan kolaborasi (Hardianti, Sukarso, 2025).

Penerapan PBL juga menghadapi berbagai tantangan. Proses penyelidikan dalam PBL sering kali membutuhkan waktu yang cukup lama, sementara siswa terkadang mengalami kesulitan dalam mencari, memilih, dan mengevaluasi informasi yang relevan untuk menyelesaikan masalah (Paramitha et al., 2025). Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) memberikan peluang untuk mengatasi tantangan tersebut. AI dapat membantu siswa memperoleh informasi secara cepat, mengorganisasi pengetahuan, serta memberikan umpan balik selama proses pemecahan masalah. Namun, penggunaan AI dalam pembelajaran juga menimbulkan kekhawatiran karena siswa berpotensi menjadi terlalu bergantung pada teknologi sehingga proses berpikir mandiri dapat berkurang apabila penggunaannya tidak diarahkan dengan tepat (Hadarmawandi, 2025).

Penerapan AI dalam PBL perlu ditempatkan sebagai alat bantu penalaran, bukan sebagai pengganti proses berpikir siswa. Dalam penelitian ini, AI diintegrasikan secara terarah pada tahap penyelidikan, pengembangan hasil pemecahan masalah, dan evaluasi proses pemecahan masalah (Syahputra. et al., 2025). Pada tahap penyelidikan, AI digunakan untuk membantu pencarian dan eksplorasi informasi, pada tahap pengembangan solusi, AI digunakan untuk membandingkan alternatif jawaban, dan pada tahap evaluasi, AI digunakan sebagai sumber umpan balik untuk menilai kekuatan dan kelemahan solusi. Siswa tetap diarahkan untuk mendiskusikan, menyeleksi, memverifikasi, dan menyusun kesimpulan berdasarkan hasil penyelidikan (Janah, 2025).

Posisi kebaruan penelitian terletak pada pola integrasi AI yang ditempatkan secara spesifik pada tiga tahapan PBL tersebut dalam pembelajaran Biologi materi gangguan sistem reproduksi manusia, dengan kemampuan berpikir kritis diukur menggunakan indikator FRISCO. Dengan demikian, AI tidak diperlakukan sebagai media pemberi jawaban semata, tetapi sebagai sumber informasi dan umpan balik yang harus diolah serta dievaluasi oleh siswa. Pola ini menjadi pembeda praktis penelitian dibandingkan penggunaan AI yang hanya berfungsi sebagai sumber jawaban.

Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan *Artificial Intelligence* dalam *setting* pembelajaran berbasis masalah yang dirancang secara terstruktur untuk mendukung proses berpikir siswa, bukan menggantikan proses berpikir tersebut. Pada penelitian ini, AI digunakan sebagai alat bantu dalam mengeksplorasi informasi, menganalisis permasalahan, dan mengevaluasi solusi pada setiap tahapan PBL (Janah, 2025). Dengan desain pembelajaran yang demikian, siswa tetap berperan aktif dalam proses pemecahan masalah, sementara AI berfungsi sebagai pendukung pembelajaran. Penerapan AI dalam model PBL diharapkan dapat mengoptimalkan proses penyelidikan dan pada akhirnya meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Meskipun penelitian mengenai PBL maupun AI dalam pembelajaran telah banyak dilakukan, penelitian yang mengintegrasikan

AI ke dalam sintaks PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya pada pembelajaran Biologi di tingkat SMA, masih terbatas sehingga perlu untuk diteliti lebih lanjut (Cholvistaria et al., 2025).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian, (Apakah terdapat pengaruh model *Problem-Based Learning* berbantuan *Artificial Intelligence* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA Negeri 11 Kota Jambi?), Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA Negeri 11 Kota Jambi.

METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi eksperimen. Desain yang digunakan adalah *pretest-posttest control group design*, yang memungkinkan perbandingan kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol.

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 11 Kota Jambi pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas XI Fase F yang berjumlah 179 orang. Sampel terdiri atas 72 siswa yang berasal dari dua kelas, yaitu kelas XI F5 sebagai kelompok kontrol dan XI F6 sebagai kelompok eksperimen.

Pemilihan sampel dilakukan secara bertahap *Purposive sampling* digunakan untuk menyaring kelas yang memiliki karakteristik akademik yang sebanding berdasarkan nilai ulangan harian. Kesetaraan kandidat kelas diperiksa melalui uji normalitas *Shapiro–Wilk* dan uji homogenitas *Levene*. Kelas yang memenuhi kriteria normalitas ($p > 0,05$) dan homogenitas ($p > 0,05$) menjadi kandidat sampel, yaitu XI F2, XI F3, XI F5, dan XI F6. Selanjutnya, dua kelas dipilih secara acak dari kandidat tersebut dengan mempertimbangkan kesesuaian kondisi penelitian, sehingga diperoleh XI F5 sebagai kelompok kontrol dan XI F6 sebagai kelompok eksperimen. Data penelitian dikumpulkan melalui tes kemampuan berpikir kritis berbentuk esai yang dikembangkan dengan mengacu pada indikator FRISCO, meliputi *Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity, dan Overview.* Instrumen penelitian telah melalui tahap validasi sebelum digunakan dalam proses pengambilan data.

Pengukuran kemampuan berpikir kritis dilakukan melalui pemberian *pretest* dan *posttest*. *Pretest* diterapkan untuk memperoleh informasi mengenai kompetensi awal peserta didik sebelum perlakuan diberikan, sedangkan *posttest* bertujuan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan.

Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran PBL berbantuan AI, sedangkan kelompok kontrol memperoleh PBL tanpa AI. Pada kelompok eksperimen, ChatGPT dan Google Gemini digunakan pada tahap penyelidikan, pengembangan solusi, dan evaluasi untuk mencari informasi, mengeksplorasi konsep, membandingkan alternatif jawaban, serta memperoleh umpan balik. Penggunaan AI dilakukan secara terbimbing di bawah arahan dan pengawasan guru, dan murid tidak diarahkan untuk menyalin jawaban AI secara langsung.

Perlakuan dilaksanakan dalam 4 pertemuan dengan total 10 JP (450 menit) pada kedua kelompok. Materi berfokus pada gangguan sistem reproduksi manusia. LKM memuat masalah kontekstual, salah satunya “Mengapa seseorang dapat mengalami gangguan pada sistem reproduksi dan apa saja faktor yang memengaruhinya?”. Pada kelompok eksperimen, informasi dari AI dibandingkan dengan sumber belajar lain dan hasil akhir ditentukan melalui diskusi kelompok serta arahan guru. Kelompok kontrol mengikuti tahapan PBL yang sama dengan menggunakan sumber belajar dari buku paket sekolah tanpa AI.

Penilaian jawaban siswa dilakukan menggunakan rubrik analitik yang mengacu pada indikator FRISCO dengan rentang skor 0–4 pada setiap indikator. Skor dari seluruh indikator kemudian diakumulasikan untuk memperoleh nilai total kemampuan berpikir kritis. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan

karakteristik data penelitian. Pengujian prasyarat yang meliputi uji normalitas dan homogenitas dilakukan terlebih dahulu sebelum tahap pengujian hipotesis dilaksanakan. Pengaruh perlakuan terhadap kemampuan berpikir kritis dianalisis menggunakan *One-Way Analysis of Covariance* (ANCOVA) pengujian statistik dilakukan dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 0,05. Selanjutnya, nilai *effect size* dihitung untuk memberikan gambaran mengenai kekuatan pengaruh perlakuan terhadap perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Analisis Deskriptif Statistik

Kelas	N	Rata-rata *Pretest*	Rata-rata *Posttest*
Eksperimen	36	39,44	59,72
Kontrol	36	30,44	43,19

Data deskriptif menunjukkan bahwa rerata kemampuan berpikir kritis meningkat pada kedua kelompok. Rerata *posttest* kelompok eksperimen mencapai 59,72, sedangkan kelompok kontrol 43,19. Perbedaan deskriptif tersebut selanjutnya diuji dengan ANCOVA karena rerata *pretest* kedua kelompok juga berbeda (Putri, et al., 2024).

Karakteristik pembagian peserta didik ke dalam kelompok eksperimen dan kelompok kontrol didasarkan pada kemampuan akademik awal yang relatif setara. Kesetaraan tersebut ditinjau melalui hasil uji normalitas dan homogenitas terhadap nilai ulangan harian siswa. Hasil pengujian normalitas menunjukkan bahwa seluruh data pada setiap kelompok penelitian memiliki distribusi yang normal. Sementara itu, hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa varians antar kelompok memiliki kesamaan atau bersifat homogen. Meskipun terdapat perbedaan nilai rata-rata antar kelompok, hasil uji homogenitas mengindikasikan bahwa sebaran kemampuan siswa pada kedua kelompok relatif sama. Dengan demikian, kedua kelompok dapat dianggap memiliki karakteristik awal yang setara dan layak digunakan sebagai kelompok pembanding dalam penelitian (Purba, et al, 2026).

Rerata *pretest* kelas eksperimen sebesar 39,44, sedangkan kelas kontrol sebesar 30,44, sehingga terdapat selisih rerata sebesar 9 poin. Oleh karena itu, kedua kelompok tidak dinyatakan memiliki kemampuan awal yang sama hanya berdasarkan uji normalitas dan homogenitas. Uji tersebut memberikan informasi mengenai bentuk distribusi dan kesamaan varians, bukan kesamaan rerata. Perbedaan kemampuan awal tersebut kemudian dipertimbangkan dalam analisis melalui penggunaan *pretest* sebagai kovariat pada ANCOVA (Ardianti et al., 2022).

Secara lebih spesifik, pemanfaatan AI pada kelas eksperimen dilakukan pada sintaks ketiga, keempat, dan kelima model PBL. Pada sintaks berupa kegiatan membimbing peserta didik dalam melakukan penyelidikan secara individu maupun kelompok, siswa menggunakan AI untuk membantu mencari informasi yang relevan dengan permasalahan yang terdapat pada lembar kerja murid (LKM). Informasi yang diperoleh kemudian didiskusikan bersama anggota kelompok untuk dianalisis dan diseleksi berdasarkan kebutuhan pemecahan masalah. Pada sintaks keempat berupa kegiatan mengembangkan hasil pemecahan masalah dan mempresentasikannya. AI dimanfaatkan untuk membandingkan hasil diskusi kelompok dengan berbagai alternatif jawaban sehingga siswa dapat menyusun solusi yang lebih logis dan didukung oleh bukti yang relevan. Selanjutnya, pada sintaks kelima, yaitu menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, AI digunakan sebagai alat refleksi untuk mengevaluasi kelebihan dan kekurangan solusi yang telah disusun. Kegiatan tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan proses analisis, evaluasi, dan penarikan kesimpulan secara lebih mendalam sehingga kemampuan berpikir kritis dapat berkembang secara optimal.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kelompok eksperimen diduga terjadi karena pemanfaatan AI yang terintegrasi secara terarah pada tahapan penyelidikan, pengembangan hasil karya, serta evaluasi proses pemecahan masalah. Melalui pemanfaatan tersebut, siswa memperoleh dukungan dalam mengeksplorasi informasi yang relevan, menganalisis berbagai alternatif solusi, dan mengevaluasi hasil pemecahan masalah secara lebih mendalam (Mandayani & Haifaturrahmah, 2025). Sementara itu, kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran PBL tanpa bantuan AI juga menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis. Hal ini menunjukkan bahwa PBL pada dasarnya telah mampu mendorong siswa untuk terlibat dalam proses pemecahan masalah dan penyelidikan. Akan tetapi, peningkatan yang diperoleh belum seoptimal kelompok eksperimen karena siswa hanya mengandalkan sumber belajar yang tersedia tanpa dukungan AI yang dirancang untuk membantu proses eksplorasi dan evaluasi informasi (Habibah et al., 2025).

Analisis deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran mengenai kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan skor setelah pembelajaran dilaksanakan. Meskipun demikian, peningkatan yang terjadi pada kelas eksperimen terlihat lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa penerapan *Artificial Intelligence* yang dipadukan dengan model PBL mampu mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik secara lebih optimal. (Purba, F, J. Tarigan, P, S. Aritonang, A, 2026).

Data hasil uji hipotesis kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan analisis *One-Way Analysis of Covariance* (ANCOVA) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Hipotesis

Test of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:	*Posttest*				
Source	*Type III Sum of Squares*	*Df*	*Mean Square*	*F*	*Sig.*
Corrected Model	9.383,616[a]	2	4691.808	88.981	.000
Intercept	3636.148	1	3636.148	68.960	.000
Pre-test	4466.602	1	4466.602	84.710	.000
Kelas	1592.916	1	1592.916	30.210	.000
Error	3.638,259	69	52.728		
Total	203675.000	72			
Corrected Total	13.021,875	71			

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *One-Way Analysis of Covariance* (ANCOVA) dengan mengontrol pengaruh kemampuan awal peserta didik. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah perlakuan diberikan. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa variasi hasil yang diperoleh tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan awal peserta didik, tetapi juga berkaitan dengan perbedaan strategi proses pembelajaran yang berlangsung pada setiap kelompok (Safitri & Murtadlo, 2026). Selain itu, adanya pengaruh yang signifikan antara nilai *pretest* terhadap *posttest* menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa turut berperan dalam menentukan hasil belajar akhir. Dengan demikian, penerapan analisis ANCOVA dalam penelitian ini berfungsi untuk mengendalikan variabel kovariat berupa kemampuan awal, sehingga pengaruh perlakuan terhadap kemampuan berpikir kritis dapat diketahui secara lebih tepat dan objektif (Silaban et al., 2025).

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *One-Way Analysis of Covariance* (ANCOVA) dengan *pretest* sebagai kovariat dan *posttest* sebagai variabel dependen. Hasil analisis menunjukkan bahwa setelah kemampuan awal dikendalikan, terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (F = 30,210;

p < 0,001). Nilai *pretest* juga berhubungan signifikan dengan *posttest* (F = 84,710; p < 0,001), sehingga penggunaan kemampuan awal sebagai kovariat relevan dalam model analisis. Hasil ini mendukung adanya perbedaan hasil akhir antara kedua kelompok, tetapi tidak menghilangkan seluruh kemungkinan bias seleksi karena penugasan kelas tidak dilakukan secara acak pada tingkat individu (Cholvistaria et al., 2025).

Hasil analisis *effect size* untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji *One-Way Analysis of Covariance (*ANCOVA)

Tests of Between-Subjects Effects							
Deskripsi	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Square	Keterangan
Kelas	1592.916	1	1592.916	30.210	0.000	0.305	Besar
Error	3638.259	69	52.728				

Besarnya pengaruh perlakuan dianalisis melalui nilai *Partial Eta Squared*. Hasil perhitungan menunjukkan nilai sebesar 0,305 yang mengindikasikan bahwa perlakuan memberikan dampak yang cukup besar terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penerapan PBL yang dipadukan dengan AI memiliki dampak yang bermakna dalam mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis selama proses pembelajaran (Hadarmawandi, 2025). Temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa penerapan teknologi AI dalam model pembelajaran berbasis masalah mampu memberikan pengaruh positif terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal ini memperlihatkan bahwa AI tidak sekadar berfungsi sebagai sumber informasi, tetapi mampu mendukung proses belajar siswa ketika digunakan secara terarah dalam kegiatan pembelajaran (Silaban et al., 2025).

Penelitian ini memberikan bukti bahwa efektivitas penerapan model pembelajaran tidak hanya ditunjukkan oleh adanya perbedaan hasil belajar, tetapi juga oleh besarnya kontribusi model tersebut terhadap peningkatan kemampuan yang diukur. Dalam penelitian ini, nilai *effect size* yang berada pada kategori besar menunjukkan bahwa integrasi AI dalam PBL memiliki potensi yang tinggi untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran Biologi (Janah, 2025). Perkembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik turut dipengaruhi oleh karakteristik PBL yang mendorong siswa memperoleh pemahaman melalui proses penyelesaian masalah yang berkaitan dengan situasi nyata. Ketika AI diintegrasikan ke dalam pembelajaran secara terarah, siswa memperoleh dukungan tambahan untuk memperluas pencarian informasi dan menguji ketepatan solusi yang dikembangkan (Nujum et al., 2025). Dengan demikian, siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi terlibat dalam proses mengolah, mengevaluasi, dan menggunakan informasi untuk menyelesaikan masalah. Aktivitas tersebut menjadi salah satu faktor yang menyebabkan kemampuan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan.

Tingginya kemampuan berpikir kritis siswa pada kelompok eksperimen diduga berkaitan dengan karakteristik materi gangguan sistem reproduksi pada manusia yang memuat berbagai permasalahan nyata yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, seperti infeksi menular seksual, gangguan pada organ reproduksi, serta upaya pencegahannya. Materi tersebut menuntut siswa untuk memahami hubungan sebab-akibat, menganalisis faktor risiko, mengevaluasi informasi kesehatan, dan menentukan solusi yang tepat terhadap suatu permasalahan. Pada kelompok eksperimen, pemanfaatan AI membantu siswa memperoleh informasi yang lebih beragam sehingga proses analisis terhadap permasalahan menjadi lebih mendalam. Siswa dapat membandingkan berbagai sumber informasi, mengidentifikasi penyebab gangguan reproduksi, serta mengevaluasi dampak dan cara pencegahannya sebelum menarik kesimpulan (Habibah et al., 2025).

Sementara itu, kelompok kontrol yang dibelajarkan menggunakan PBL tanpa bantuan AI juga mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis karena siswa tetap terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah. Namun, peningkatan yang diperoleh tidak setinggi kelompok eksperimen. Hal ini diduga karena proses pencarian dan pengolahan informasi pada kelompok kontrol hanya bergantung pada sumber belajar yang tersedia, seperti buku ajar dan materi yang diberikan guru. Keterbatasan akses terhadap informasi menuntut siswa untuk meluangkan waktu lebih banyak dalam mengeksplorasi permasalahan dan mengevaluasi berbagai alternatif solusi. Akibatnya, kedalaman analisis yang dilakukan siswa menjadi tidak seoptimal kelompok eksperimen yang memperoleh dukungan AI dalam proses pembelajaran (Puspitawati, R et al., 2024).

Besarnya pengaruh yang diperoleh menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dapat mendukung lingkungan belajar yang lebih adaptif terhadap kebutuhan siswa. AI membantu siswa memperoleh informasi dan umpan balik dengan lebih cepat ketika mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan memecahkan masalah, sehingga mereka dapat lebih fokus pada proses analisis, evaluasi, dan penyusunan solusi. Ketersediaan informasi yang beragam juga memungkinkan siswa membandingkan berbagai sudut pandang sebelum menentukan kesimpulan. Dengan demikian, integrasi AI yang digunakan secara terarah dalam pembelajaran berbasis masalah dapat mendukung efisiensi pembelajaran sekaligus memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, khususnya berpikir kritis. Pada materi gangguan sistem reproduksi manusia, dukungan informasi yang relevan dan beragam membantu siswa menganalisis permasalahan, mengevaluasi solusi, dan menarik kesimpulan (Mandayani & Haifaturrahmah, 2025).

Pemanfaatan AI juga memiliki risiko yang perlu diperhatikan. Keluaran AI dapat mengandung informasi yang keliru, bias, atau penjelasan yang terlalu sederhana. Selain itu, ketergantungan pada jawaban instan, kemampuan siswa dalam menyusun *prompt* yang tidak merata, serta perbedaan akses dan keterampilan teknologi dapat memengaruhi pengalaman belajar. Karena itu, penggunaan AI dalam PBL perlu disertai aturan verifikasi informasi, penekanan pada argumentasi siswa, dan pengawasan guru. Temuan penelitian ini tidak dapat digunakan untuk mengabaikan risiko tersebut, melainkan menunjukkan bahwa manfaat AI bergantung pada cara teknologi tersebut diintegrasikan ke dalam aktivitas berpikir siswa.

Nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,305 menunjukkan ukuran efek yang besar dalam model ANCOVA yang digunakan. Hasil ini menunjukkan bahwa faktor kelompok memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap variasi *posttest* setelah kovariat diperhitungkan. Meskipun demikian, interpretasi ukuran efek tetap perlu mempertimbangkan keterbatasan desain kuasi-eksperimen dan perbedaan kemampuan awal yang ditemukan pada *pretest*.

PENUTUP

Temuan penelitian mengindikasikan bahwa penerapan model PBL yang terintegrasi dengan AI mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik secara bermakna. Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *One-Way Analysis of Covariance* (ANCOVA), terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah dilakukan pengendalian terhadap kemampuan awal siswa. Temuan penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan model PBL yang didukung oleh AI dapat menjadi strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI SMA Negeri 11 Kota Jambi. Integrasi kegiatan pemecahan masalah dengan dukungan teknologi AI mendorong siswa untuk berperan secara aktif selama proses belajar melalui tahapan mengidentifikasi permasalahan, memperoleh dan mengolah informasi, menilai berbagai alternatif solusi, hingga menyusun kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang logis. Proses tersebut memberikan kontribusi terhadap perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa secara lebih optimal.

Guru Biologi dapat mempertimbangkan penerapan model PBL berbantuan AI sebagai salah satu alternatif pembelajaran yang dapat meningkatkan partisipasi aktif peserta didik

selama proses pemecahan masalah. Agar pemanfaatan AI memberikan manfaat yang optimal, penggunaannya perlu disertai dengan arahan yang jelas sehingga peserta didik tidak hanya memperoleh jawaban secara instan, tetapi juga terlibat dalam proses analisis, evaluasi, dan penarikan kesimpulan. Selain itu, sekolah dapat mempertimbangkan untuk mendukung implementasi teknologi AI dalam pembelajaran melalui penyediaan fasilitas serta pelatihan yang relevan bagi pendidik. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada materi, jenjang pendidikan, atau karakteristik peserta didik yang berbeda serta mengkaji pengaruh penggunaan AI terhadap kompetensi penting abad ke-21 lainnya, yang meliputi kreativitas, kemampuan kolaboratif, keterampilan komunikasi, serta kemampuan pemecahan masalah secara efektif.

Pada dua kelas yang diteliti di SMA Negeri 11 Kota Jambi, terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang mengikuti PBL berbantuan AI dan siswa yang mengikuti PBL tanpa AI setelah kemampuan awal dikendalikan menggunakan ANCOVA ($F = 30{,}210$; $p < 0{,}001$; *partial eta squared* = 0,305). Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi AI pada tahapan penyelidikan, pengembangan solusi, dan evaluasi dalam PBL berpotensi mendukung kemampuan berpikir kritis pada konteks penelitian ini. Kesimpulan tersebut dibatasi pada karakteristik sampel dan perlakuan yang digunakan dalam penelitian.

Dalam konteks pembelajaran yang diteliti, guru dapat mempertimbangkan penggunaan AI sebagai sumber pendukung dalam PBL dengan aturan penggunaan dan verifikasi informasi yang jelas. Implementasi pada konteks sekolah atau karakteristik siswa lain perlu diuji lebih lanjut sebelum hasil penelitian ini digeneralisasikan.

DAFTAR RUJUKAN

Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2022). *Problem-based learning*: Apa dan bagaimana. Diffraction, 3(1), 27–35. https://doi.org/10.37058/diffraction.v3i1.4416

Cholvistaria, M., & Gunawan, A. (2025). Pengaruh *artificial intelligence* (AI) terhadap berpikir kritis mahasiswa. POACE: Jurnal Program Studi Administrasi Pendidikan, 5(1), 1–8. https://doi.org/10.24127/poace.v5i1.8155

Dewi, N. N. S. K., Arnyana, I. B.P., & Margunayasa, I. G. (2023). *Project-based learning* berbasis STEM: Meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa. Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru, 6(1), 133–143. https://doi.org/10.23887/jippg.v6i1.59857

Habibah, L. B., Ibrohim, I., & Susilo, H. (2025). The effect of AI-assisted problem-oriented project-based learning on students' critical thinking and communication skills. JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia), 11(2), 656–668. https://doi.org/10.22219/jpbi.v11i2.40667

Hadarmawandi. (2025). Pengaruh penerapan ChatGPT terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi. Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences, 4(3), 131–138. https://doi.org/10.53696/venn.v4i3.279

Hardianti, & Sukarso, Y. (2025). Pengaruh penggunaan model *problem-based learning* untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas X dalam pembelajaran biologi. Journal of Authentic Research, 4(2), 1527–1541. https://doi.org/10.36312/jar.v4i2.3609

Herzegovani, N. H., & Pramana, D.(2026). Pengaruh pembelajaran *problem-based learning* berbasis ChatGPT terhadap hasil belajar melalui minat belajar di SMKS Budi Agung Medan T.A. 2025/2026. Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 10(3), 290–299.

Janah, A. (2025). Efektivitas model PBL berbasis AI dan TI dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar. Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, 15(3), 217–225.

Mandayani, N., & Haifaturrahmah. (2025). Peran *artificial intelligence* (AI) terhadap

peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Jurnal Basicedu, 9(5), 1642–1651. https://doi.org/10.31004/basicedu.v9i5.10777

Miftahul Huda, I. S. (2024). Peran AI dalam pembelajaran PAI. REFERENSI ISLAMIKA: Jurnal Studi Islam, 2(2), 53–61.

Nujum, N., & Hadi, M. S. (2025). Pengaruh pembelajaran berbasis masalah berbantuan media AI terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa di sekolah dasar. JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, 8(2), 1333–1341. https://doi.org/10.54371/jiip.v8i2.6870

Paramitha, A., Khamdun, & Pratiwi, I. A. (2025). Keefektifan model *problem-based learning* terhadap peningkatan hasil belajar Pendidikan Pancasila siswa kelas IV SDN 6 Panggang. Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 10(1), 221–230. https://doi.org/10.23969/jp.v10i01.22647

Purba, F. J., Tarigan, P. S., & Aritonang, A. Y. (2026). Efektivitas *problem-based learning* berbasis AI dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi digital siswa SMA: Studi kuasi-eksperimen. Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI), 6(1), 239–250. https://doi.org/10.53299/jppi.v6i1.3553

Puspitawati, R. P., Afnan, M. Z., Abrizal, H. P., Anjani, G. A. D. K., & Adisatria, B. (2024). *Artificial intelligence* dalam artikel pendidikan biologi pada rentang tahun 2003–2024. Prosiding Seminar Nasional Biologi IP2B VIII, 44–60. https://proceeding.unesa.ac.id/index.php/ip2b/article/view/2825

Putri, M. A. R. S., Heriyanto, E., Alqadri, B., & Sumardi, L. (2024). Pengaruh model pembelajaran PBL berbasis *artificial intelligence* terhadap hasil belajar siswa. SOCIAL: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS, 4(3), 145–154. https://doi.org/10.51878/social.v4i3.3256

Putri, M. A., & Panduwinata, L. F. (2025). Pengaruh penggunaan *artificial intelligence* terhadap berpikir kritis mahasiswa. Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP), 6(2), 605–616. https://doi.org/10.55583/jkip.v6i2.1413

Reni, A., Eka, C., Ani, H. M., & Herlindawati, D. (2025). Analisis keterampilan berpikir kritis siswa dengan model pembelajaran *problem-based learning*. Jurnal Pendidikan Ekonomi Undiksha, 17(1), 40–49. https://doi.org/10.23887/jjpe.v17i1.83513

Safitri, F. D., & Murtadlo, M. N. (2026). Pengaruh *problem-based learning*, penggunaan AI, dan kecerdasan emosional terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas X MPLB SMK Negeri 9 Semarang. Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI), 6(1), 770–784.

Silaban, H. B., Kemala, P., & Lubis, D. (2025). Pengaruh model pembelajaran *problem-based learning* (PBL) berbantuan ChatGPT terhadap hasil belajar ekonomi siswa kelas X SMA Negeri 6 Medan. *Future Academia : The Journal of Multidisciplinary Research on Scientific and Advanced*, 3(3), 1125–1141. https://doi.org/10.61579/future.v3i3.538

Syahputra, F., Sabrina, E., Silitonga, A. A., Shafira, A., Hutauruk, K. R., Nababan, L. T. O., Permata, S. N., & Zulfa, Z. Z. (2025). Penggunaan kecerdasan buatan terhadap prestasi akademik mahasiswa: Kajian literatur. Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran, 8, 3835–3842.