

Jurnal Biotek

p-ISSN: 2581-1827 (print), e-ISSN: 2354-9106 (online)
Website: <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/biotek/index>

Efektivitas Penerapan Model PjBL Terintegrasi STEAM terhadap Keterampilan Proses Sains, Berpikir kreatif, dan Berpikir kritis pada Bidang Studi Biologi Siswa SMA

Nurhayati B.^{1*}, Adnan¹, Asmawati Aziz¹, Ismail¹, Abdul Hadis¹, Suriyani², Muhammad Isrul¹, Rahmawati Latif¹

¹Universitas Negeri Makassar, Indonesia

²Sekolah Menengah Atas Negeri 9 Makassar, Indonesia

*Correspondence email: nurhayati.b@unm.ac.id

(Submitted: 15-09-2025, Revised: 31-10-2025, Accepted: 25-11-2025)

ABSTRAK

Pemilihan model pembelajaran yang kurang sesuai bisa menghalangi perkembangan kemampuan siswa. Kajian ini bertujuan untuk menyebarkan keefektifan model Project-Based Learning (PjBL) yang dikombinasikan dengan pendekatan STEAM dalam meningkatkan kemampuan proses sains, kreativitas berpikir, dan pemikiran kritis pada siswa SMA saat mempelajari biologi. Menggunakan metode quasi eksperimen dengan pendekatan kuantitatif, penelitian ini melibatkan 65 siswa kelas X di SMA Negeri 9 Makassar, yang terbagi dalam kelompok eksperimen (PjBL-STEAM) dan kelompok kontrol (PjBL). Data diperoleh melalui lembar observasi dan tes tertulis, kemudian dianalisis menggunakan uji N-Gain serta statistik inferensial. Hasilnya menunjukkan bahwa model PjBL yang terintegrasi dengan STEAM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif (N-Gain 0,52) dan berpikir kritis (N-Gain 0,50) pada level sedang, meskipun belum cukup kuat untuk mendorong kemampuan proses sains yang masih dalam kategori baik. Dari penelitian ini, disimpulkan bahwa integrasi STEAM memberikan pengaruh pada kemampuan proses sains dan kreativitas berpikir, tetapi perlu meninjau kembali untuk memperbaiki peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dalam topik biologi.

Kata Kunci: Berpikir kreatif, berpikir kritis, biologi, keterampilan proses sains, project-Based Learning, STEAM.

ABSTRACT

Picking the wrong learning model can obstruct the growth of students' competencies. This research seeks to evaluate the efficacy of the Project-Based Learning (PjBL) model when integrated with the STEAM approach to boost science process skills, creative thinking, and critical thinking among high school students during biology lessons. Employing a quasi experiment with a quantitative method, the study included 65 tenth-grade students from SMA Negeri 9 Makassar, separated into an experimental group (PjBL-STEAM) and a control group (PjBL). Data collection utilized observation forms and written assessments, followed by analysis through N-Gain tests and inferential statistics. Findings indicated that the STEAM-combined PjBL model managed to enhance creative thinking abilities (N-Gain 0.52) and critical thinking (N-Gain 0.50) at a moderate level, although it fell short in sufficiently promoting science process skills, which remained in the good range. The study concludes that incorporating STEAM affects science process skills and creative



thinking, but it needs further review to more effectively strengthen students' critical thinking in biology topics.

Keywords: *Biology, creative thinking, critical thinking, project-Based Learning, STEAM, science process skills*

How to cite: B, N., Adnan, A., Azis, A. A., Ismail, I., Hadis, A., Suriyani, S., ... Latif, R. (2025). Efektivitas Penerapan Model PjBL Terintegrasi STEAM terhadap Keterampilan Proses Sains, Berpikir kreatif, dan Berpikir kritis pada Bidang Studi Biologi Siswa SMA. *Jurnal Biotek*, 13(2), 141–153. <https://doi.org/10.24252/jb.v13i2.61447>.

PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi di jenjang sekolah menengah atas memegang peranan krusial dalam mengasah kompetensi abad ke-21 yang diperlukan siswa (Lubis et al., 2023). Kurikulum saat ini tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga menuntut pengembangan keterampilan proses sains, kemampuan berpikir kreatif, serta kemampuan berpikir kritis (Sanjiartha et al., 2024). Keterampilan proses sains berperan penting untuk mengembangkan kemampuan dasar siswa dalam mengamati, merumuskan masalah, merancang eksperimen, serta menganalisis data secara sistematis dan ilmiah (Kurniahtunnisa et al., 2024). Di sisi lain, berpikir kreatif dan kritis diperlukan agar siswa mampu menawarkan solusi inovatif dan mengambil keputusan secara logis dalam menghadapi berbagai permasalahan biologi yang kompleks (Diki, 2013). Namun, penelitian saat ini menunjukkan bahwa keterampilan ini masih kurang dikembangkan oleh siswa (Wulandari, 2023). Fenomena ini terjadi karena model pembelajaran yang digunakan belum berorientasi pada pemecahan masalah dan kegiatan eksperimen, sehingga keterampilan abad 21 masih sulit untuk dikembangkan (Yunita & Mandasari, 2025).

Pembentukan keterampilan abad 21 ini dapat dicapai dengan pembelajaran yang inovatif dan kreatif misalnya menerapkan model pembelajaran secara aktif yang mampu mendorong siswa dalam meningkatkan keterampilan proses sains, kemampuan berpikir kreatif, dan kemampuan berpikir kritis (Milda et al., 2024). Model pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) adalah pendekatan pembelajaran yang mendorong siswa agar terlibat langsung dalam proses pembelajaran melalui metode ilmiah, sehingga mereka bisa membangun kemampuan dalam proses sains, kreativitas berpikir, serta pemikiran kritis (Kurniahtunnisa et al., 2024).

Model *Project-Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) ini bentuk agar siswa dapat

belajar melalui pengalaman langsung dengan mengerjakan proyek, sehingga mampu menghubungkan berbagai disiplin ilmu, berkolaborasi, dan mengeksplorasi berbagai solusi dari sudut pandang holistik. Integrasi STEAM dalam PjBL dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, memperluas wawasan pengetahuan, serta mengasah kemampuan mereka dalam menerapkan konsep-konsep biologi dalam kehidupan nyata (Desgamalia & Syamsurizal, 2019). Pendekatan multidisiplin dan aplikatif dalam pembelajaran biologi membantu siswa belajar biologi secara menyeluruh yang melibatkan pemahaman teori sekaligus penerapannya dalam konteks kehidupan nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan efektif (Indahwati et al., 2023). Maka dari itu, penting untuk mengevaluasi sejauh mana model pembelajaran ini berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pendidikan biologi di SMA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Kelas eksperimen diberikan pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi pendekatan STEAM, sedangkan kelas kontrol menggunakan model PjBL standar. Penelitian ini menerapkan desain *nonequivalent control group design*. Subjek penelitian mencakup seluruh kelas (rombongan belajar) siswa kelas X di SMA Negeri 9 Makassar pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, dengan total populasi sebanyak 360 siswa dari sepuluh kelas. Proses pengambilan sampel dilakukan secara acak, sehingga diperoleh 32 siswa sebagai kelompok kontrol dan 33 siswa sebagai kelompok eksperimen.

Data dikumpulkan menggunakan lembar observasi keterampilan proses sains yang mencakup 9 indikator, yaitu mengamati, mengklasifikasikan, menginterpretasi, memprediksi, mengajukan pertanyaan, merencanakan percobaan, menggunakan alat/bahan, menerapkan konsep, dan komunikasi. Selain itu, digunakan pula tes keterampilan berpikir kritis dengan 6 aspek (fokus, alasan, kesimpulan, situasi, kecerahan, dan pemeriksaan kembali), serta tes keterampilan berpikir kreatif dengan 4 aspek (berpikir lancar, berpikir luwes, berpikir orisinal, dan berpikir terperinci). Sebelumnya dilakukan validasi instrumen dengan indikator yang dinilai yaitu validitas konstruk, materi dan bahasa sehingga didapatkan skor rata-rata lembar observasi keterampilan proses sains yaitu 4,87 (valid). Skor rata-rata instrumen berpikir kritis yaitu 4,67 (valid). Instrumen berpikir kreatif dengan

skor 4,55 (valid), maka ketiga instrumen valid digunakan sebagai alat ukur dalam penelitian ini.

Analisis data dilakukan menggunakan statistik inferensial. Tahap awal mencakup uji prasyarat, yaitu uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dan uji homogenitas Levene. Setelah itu, dilakukan pengujian hipotesis menggunakan Manova dan uji lanjut Tukey. Hipotesis penelitian meliputi: 1) Tingkat keterampilan proses, berpikir kreatif, dan berpikir kritis siswa SMA yang belajar dengan model PjBL dalam biologi berada dalam kategori sedang; 2) Tingkat keterampilan proses, berpikir kreatif, dan berpikir kritis siswa SMA yang belajar dengan model PjBL terintegrasi STEAM dalam biologi berada di kategori tinggi; 3) Adanya dampak positif dari penerapan model PjBL terintegrasi STEAM terhadap keterampilan proses, berpikir kreatif, dan berpikir kritis siswa SMA dalam pembelajaran biologi. Selain itu, uji N-Gain digunakan untuk menentukan tingkat efektivitas penerapan model pembelajaran PjBL terintegrasi STEAM. Kategori N-Gain dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3. Kategori N-Gain

N-Gain	Kategori
$x > 0.7$	Tinggi
$0.3 \leq x \leq 0.7$	Sedang
$x < 0.3$	Rendah

Kategori N-Gain terbagi menjadi 3 yaitu > 0.7 termasuk kategori tinggi, $0.3 \leq x \leq 0.7$ termasuk kategori sedang, dan < 0.3 termasuk kategori rendah. Sementara, kriteria keterampilan proses sains (KPS) siswa mengacu pada (Nismalasari et al, 2016) disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. Kategori Keterampilan Proses Sains

Nilai	Kategori
$75 < x \leq 100$	Sangat baik
$50 < x \leq 75$	Baik
$25 < x \leq 50$	Kurang baik
$0 < x \leq 25$	Tidak baik

Sumber : (Nismalasari et al, 2016)

sedangkan kategorisasi keterampilan berpikir kritis mengacu pada Riduwan (2011) yang terdiri atas 5 kategori sebagai berikut:

Tabel 5. Kategori Keterampilan Berpikir Kritis

Nilai	Kategori
81 – 100	Sangat tinggi
61 – 80	Tinggi
41 – 60	Cukup
21 – 40	Rendah
0 – 20	Sangat Rendah

Sumber: Riduwan (2011)

kemudian kategorisasi keterampilan berpikir kreatif dimodifikasi dari pengkategorisasian Sumarwati & Jailani (2013) yang terdiri atas 5 kategori sebagai berikut

Tabel 6. Kategori Keterampilan Kreatif

Nilai	Kategori
81 – 100	Sangat kreatif
61 – 80	Kreatif
41 – 60	Cukup kreatif
21 – 40	Kurang kreatif
0 – 20	Tidak kreatif

Sumber : Sumarwati dan Jailani (2013:16)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil analisis deskriptif kelompok kontrol dengan mencari mean, standar deviasi, skor minimal, skor maksimal dan median sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Analisis Deskriptif Kelompok Kontrol

Kategori	Mean	STD	Min	Max	Median
Hasil Belajar	81.67	6.21	65.00	90.00	85.00
Berpikir Kritis	54.87	10.46	31.00	78.00	56.50
Berpikir Kreatif	41.07	9.07	22.00	58.00	42.00
Keterampilan Proses Sains	69.93	7.25	56.00	85.00	70.00

Hasil belajar siswa kelompok kontrol memiliki rata-rata 81,67, menunjukkan pencapaian yang baik. Kemampuan berpikir kritis dengan nilai rata-rata 54,87 menunjukkan pada kategori cukup. Sedangkan kemampuan berpikir kreatif relatif rendah dengan rata-rata 41,07. Kemampuan siswa dalam proses sains tercatat pada level baik, dengan nilai rata-rata sebesar 69,93. Secara umum, meskipun hasil belajar siswa sudah tergolong cukup baik, kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, serta keterampilan proses sains masih memerlukan penguatan yang lebih mendalam. Keterampilan proses sains juga menunjukkan kategori baik faktor yang mempengaruhi yaitu kesiapan awal siswa, durasi pelaksanaan proyek, dan tingkat bimbingan guru selama proses proyek berlangsung. Hasil ini menunjukkan bahwa

siswa mampu mengidentifikasi fenomena biologi dengan indera maupun alat bantu, siswa mampu mengajukan hipotesis sebagai dugaan ilmiah berdasarkan pengetahuan biologi, mendesain eksperimen, kemudian mengolah data berdasarkan pengumpulan data yang dilakukan serta penarikan kesimpulan yang dibuktikan dengan teori relevan (Ali, 2014; Mahali et al., 2023).

Adapun hasil analisis deskriptif kelompok eksperimen sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Deskriptif Kelompok Eksperimen

Kategori	Mean	STD	Min	Max	Median
Hasil Belajar	81.55	6.33	70.00	95.00	80.00
Berpikir Kritis	54.09	9.08	35.00	69.00	54.00
Berpikir Kreatif	53.36	7.89	40.00	68.00	54.00
Keterampilan Proses Sains	77.97	6.05	67.00	88.00	78.00

Secara deskriptif, hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar (81.55) dan kemampuan berpikir kritis (54.09) dengan kategori cukup, dimana pada kedua kelompok jika dilihat berada pada kategori yang sama dengan nilai tidak jauh berbeda. Sedangkan variabel keterampilan berpikir kreatif (53.36) pada kategori cukup dan keterampilan proses sains (77.97) dengan kategori sangat baik, memiliki rata-rata yang lebih tinggi antar kedua kelompok yang mengindikasikan bahwa penerapan model PjBL terintegrasi STEAM berpotensi mendorong peningkatan kemampuan tersebut. Keterampilan proses sains pada kelompok eksperimen juga menunjukkan angka 77.97 yang berada pada kategori sangat baik. Keterampilan proses sains yang termasuk dalam kategori sangat baik menunjukkan perbandingan dengan kelompok kontrol yang termasuk dalam kategori baik mengindikasikan bahwa kemampuan eksperimen, pengamatan, pengukuran serta pengolahan data terstruktur dengan penekanan pada praktik *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics* (Wijayanto, Supriadi, & Nuraini, 2020).

Tingkat keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa SMA yang menggunakan model PjBL dalam pembelajaran biologi

Setiap skor keterampilan yang diuji menggunakan normalitas gain diuraikan pada tabel berikut:

Tabel 5. Skor N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif yang diajar dengan Model PjBL

Keterampilan	Nilai	Kategori
Berpikir kreatif	0.40	Sedang
Berpikir kritis	0.47	Sedang

Berdasarkan uji N-Gain dinyatakan bahwa kategori keterampilan berpikir kritis siswa dengan kategori sedang. Hal ini dipengaruhi oleh faktor kesiapan awal siswa, durasi pembelajaran, dan tingkat pendampingan guru selama pelaksanaan PjBL. Dengan perbaikan dalam aspek-aspek tersebut, efektivitas PjBL dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis bisa lebih optimal (Kause et al., 2024). Hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan model pembelajaran PjBL mampu membantu siswa dalam menganalisis informasi dan memecahkan masalah (Desgamalia & Syamsurizal, 2019). Penerapan model PjBL ini berorientasi terhadap kemampuan siswa dalam menganalisis dan mengevaluasi informasi sehingga tercipta pemikiran kritis untuk pemecahan masalah (Fadilah & Alberida, 2023).

Selain itu, tingkat kemampuan berpikir kreatif siswa setelah mengikuti pembelajaran dengan model PjBL berada pada kategori sedang. Pendekatan pembelajaran PjBL yang mengharuskan siswa aktif dalam proyek nyata dapat meningkatkan kreativitas dengan melatih mereka untuk menemukan, mengeksplorasi, dan menyelesaikan masalah secara inovatif. Namun efektivitasnya bisa terbatas pada kesiapan awal siswa dalam berpikir kreatif, tingkat motivasi, serta waktu pembelajaran yang tersedia untuk mendalami ide-ide kreatif. Selain itu, tantangan dalam kelompok kolaborasi dan keterbatasan fasilitas pendukung juga mempengaruhi hasil kreativitas siswa (Husain et al., 2025). Hasil ini menunjukkan bahwa siswa mampu menghasilkan ide-ide kreatif dalam menyelesaikan proyek serta mengembangkan kreativitas melalui eksplorasi berbagai solusi untuk permasalahan yang diberikan melalui proyek yang diciptakan (Azzahra et al., 2023). Pembelajaran berbasis proyek pada siswa meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan pemahaman terhadap inovasi dan kreativitas (Yu, 2024).

Tingkat, berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa SMA yang menggunakan model PjBL terintegrasi STEAM dalam pembelajaran biologi

Berdasarkan hasil pengambilan data siswa yang menggunakan model PjBL terintegrasi STEAM dalam pembelajaran biologi, kategori N-Gain dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Skor N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif yang diajar dengan Model PjBL terintegrasi STEAM

Keterampilan	Nilai	Kategori
Berpikir kreatif	0.52	Sedang
Berpikir kritis	0.50	Sedang

Berdasarkan uji N-Gain tingkat keterampilan berpikir kritis siswa yang menggunakan model PjBL terintegrasi STEAM termasuk dalam kategori sedang. Hal ini sama dengan kelompok kontrol yang diberikan pengajaran menggunakan model PjBL berada pada kategori sedang walaupun hanya berbeda pada nilai, tetapi model PjBL terintegrasi STEAM ini menekankan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics* penerapan konsep-konsep rumpun ilmu untuk memecahkan masalah (Dewi et al., 2023). Tingkat keterampilan berpikir kritis ini menunjukkan bahwa model PjBL terintegrasi STEAM mampu membimbing siswa secara aktif dalam mengevaluasi masalah, mengembangkan argumen, hingga merancang solusi dengan memperkaya konteks pembelajaran biologi dengan teknologi serta seni (Hamdani et al., 2023).

Kemampuan berpikir kreatif termasuk ke dalam kategori sedang Hal ini sama dengan kelompok kontrol yang diberikan pengajaran menggunakan model PjBL berada pada kategori sedang walaupun hanya berbeda pada nilai, tetapi dengan penekanan STEAM sehingga siswa dapat menciptakan solusi yang kreatif dengan mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics* sehingga kreativitas diaplikasikan secara nyata dalam pembelajaran untuk menciptakan solusi melalui proyek (Afifah et al., 2020). STEAM memperluas kreativitas siswa dengan desain proyek yang diciptakan melibatkan aspek artistik dan prinsip ilmiah (Ajir et al., 2025).

Sebelum melakukan analisis statistik inferensial, dilakukan uji normalitas dan homogenitas terlebih dahulu. Data dinyatakan terdistribusi normal jika $\text{sig.} > 0,05$, sedangkan data dinyatakan tidak terdistribusi normal jika $\text{sig.} < 0,05$. Hasil uji normalitas dan homogenitas didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas

Kategori	Kontrol	Eksperimen	Kategori
Hasil Belajar	0.153	0.056	Normal
Berpikir Kritis	0.815	0.787	Normal
Berpikir Kreatif	0.916	0.814	Normal
Keterampilan Proses Sains	0.999	0.913	Normal

Jika p (signifikansi) $> 0,05$, maka data dinyatakan homogen (variannya sama). Sebaliknya, jika $p < 0,05$, data dinyatakan tidak homogen (variannya berbeda).

Tabel 8. Hasil Uji Homogenitas

Kategori	Sig.	Kategori
Hasil Belajar	0.870	Homogen
Berpikir Kritis	0.589	Homogen
Berpikir Kreatif	0.377	Homogen
Keterampilan Proses Sains	0.346	Homogen

Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas, semua data terbukti bersifat normal dan homogen, sehingga analisis selanjutnya adalah melakukan Uji-T.

Tabel 9. Hasil Uji-T

Kategori	Sig.
Hasil Belajar	0.93
Berpikir Kritis	0.75
Berpikir Kreatif	<0.001
Keterampilan Proses Sains	<0.001

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen pada variabel hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis. Sedangkan, pada variabel berpikir kritis dan keterampilan proses sains ditemukan perbedaan yang signifikan dengan rata-rata skor kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

Langkah selanjutnya adalah melaksanakan Uji MANOVA untuk menilai dampak model pembelajaran pada kombinasi variabel hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, serta keterampilan proses sains.

Tabel 10. Hasil Uji MANOVA

Kategori	Sig.
Hasil Belajar	<0.001
Berpikir Kritis	<0.001
Berpikir Kreatif	<0.001
Keterampilan Proses Sains	<0.001

Secara keseluruhan model pembelajaran PjBL terintegrasi STEAM berpengaruh signifikan terhadap gabungan keempat variabel. Keberhasilan PjBL-STEAM sangat bergantung pada kompetensi pedagogik guru. Jika guru tidak terlatih dengan baik dalam strategi memancing pertanyaan terbuka (*open-ended questions*), memberikan umpan balik yang membangun, dan menciptakan lingkungan kondusif, dampaknya terhadap kreativitas bisa jadi berpengaruh (Martín-Páez et al., 2019). Namun penggunaan PjBL dalam pembelajaran terbukti mempengaruhi hasil belajar siswa dibandingkan model pembelajaran lainnya, dengan pendekatan PjBL siswa dilatih untuk memecahkan masalah yang

terintegrasi dengan kehidupan (Lestari et al., 2022). Faktor-faktor tersebut kemungkinan menjadi penyebab mengapa hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis tidak menunjukkan dampak yang signifikan pada penerapan model pembelajaran PjBL yang terintegrasi dengan STEAM.

Sedangkan untuk kelompok berpikir kreatif dan keterampilan proses sains adalah $0.001 < 0.05$ maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perubahan secara signifikan pembelajaran PjBL berbasis STEAM pada keterampilan berpikir kreatif dan keterampilan proses sains. Terbukti bahwa model pembelajaran ini meningkatkan kemampuan siswa dalam aspek eksperimen, observasi, pengukuran, dan pengolahan data secara terstruktur dan sistematis (Pramashela et al., 2023). Kemungkinan hal ini disebabkan oleh kompleksitas proses sains yang memerlukan latihan berulang dan bimbingan intensif agar keterampilan proses dapat berkembang optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penerapan model PjBL terintegrasi STEAM terhadap keterampilan berpikir kreatif (Rahma, 2024). Melalui penerapan model ini, siswa dilatih untuk mengkaji, menilai informasi, serta membuat keputusan secara kritis dalam konteks penyelesaian proyek Biologi, sehingga kemampuan berpikir kreatif mereka meningkat (Rusmansyah et al., 2023).

Hasil uji Manova menunjukkan bahwa model pembelajaran secara multivariat berpengaruh signifikan terhadap keempat variabel tersebut. Hal ini berarti bahwa secara keseluruhan, model eksperimen lebih efektif dalam meningkatkan keempat indikator dibandingkan model kontrol. Walaupun peningkatan yang signifikan terutama terjadi pada aspek kreativitas dan keterampilan proses sains, model ini secara komprehensif dapat lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan hasil penelitian, model pembelajaran PjBL terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif (N-Gain 0,40) dan kemampuan berpikir kritis (N-Gain 0,47) yang berada pada kategori moderat, sementara keterampilan proses sains tetap konsisten dalam kategori baik.
2. Model *Project Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi STEAM menunjukkan peningkatan yang lebih unggul pada kemampuan berpikir kreatif dengan nilai N-Gain 0,52 dan kemampuan berpikir kritis dengan N-Gain 0.50, keduanya

dalam kategori sedang, sedangkan kemampuan proses sains berada pada tingkat sangat baik.

3. Hasil analisis, nilai signifikansi terhadap kemampuan proses sains serta kemampuan berpikir kreatif di bawah 0.001, yang menunjukkan adanya dampak dari model pembelajaran PjBL terintegrasi STEAM. Sebaliknya, nilai signifikansi terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar di atas 0.001, yang berarti tidak ada pengaruh yang berarti dari penerapan model tersebut. Namun uji MANOVA menyatakan bahwa model PjBL terintegrasi STEAM secara keseluruhan memberikan pengaruh signifikan terhadap keempat variabel yang diamati.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A. N., Ilmiyati, N., & Toto, T. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning (Pjbl) Dengan Pendekatan Stem Terhadap Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan)*, 1(2). <https://doi.org/10.25157/j-kip.v1i2.4400>
- Ajir, B., Salmawati, S., & Ishak, S. (2025). Literature Review: Inovasi Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Pada Mata Pelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Matematika (JIMAT)*, 6(1), 219–226. <https://doi.org/10.63976/jimat.v6i1.778>
- Ali, A. Pengembangan Perangkat Asesmen Praktikum Anatomi Fisiologi Manusia Berbasis Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi UIN Alauddin Makassar. *Jurnal Biotek*, 1(1), 21–30. <https://doi.org/10.24252/jb.v1i1.1686>.
- Azzahra, U., Arsih, F., & Alberida, H. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi: Literature review. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 3(1), 49–60. <https://doi.org/10.52562/biochephy.v3i1.550>
- 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>
- Diki, D. (2013). Creativity for Learning Biology in Higher Education. *LUX*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.5642/lux.201303.03>
- Fadilah, M., & Alberida, H. (2023). Literatur Review: Pengaruh Model Pembelajaran PjBL (Project-based Learning) terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 3(1), 10–20.
- Hamdani, A., Anggara, A., Amanda, B., Naibaho, S., & Fitri, R. (2023). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis (Project-Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Di SMAN 1 Lengayang. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 3, No. 2, pp. 1342–1348).
- Indahwati, S. D., Rachmadiarti, F., & Hariyono, E. (2023). Integration of PJBL, STEAM, and Learning Tool Development in Improving Students' Critical Thinking

- Skills. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 4(6), 808–818. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i6.434>
- Kause, M. C., Paut, L. E., & Sunbanu, H. F. (2024). Implementasi Model Project Based Learning dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 8(5). <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i5.8873>
- Kurniahtunnisa, Wola, B. R., Harahap, F., Tumewu, W. A., & Warouw, Z. W. M. (2024). Research trends of science process skills in Indonesian science education journals. *Journal of Turkish Science Education*, 21(4), 668–687. <https://doi.org/10.36681/tused.2024.036>
- Lubis, M. U., Siagian, F. A., Zega, Z., Nuhdin, N., & Nasution, A. F. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan Abad 21 Dalam Pendidikan. *ANTHOR: Education and Learning Journal*, 2(5), 691–695. <https://doi.org/10.31004/anthor.v1i5.222>
- Mahali, J., Kashardi, K., Irwandi, I., & Hartati, M. S. (2023). Perbedaan Keterampilan Proses Sains Menggunakan Model Pembelajaran PJB dan PBL pada Pembelajaran IPA di SMP Negeri 02 Seberang Musi. *Indonesian Journal of Innovation Multidisipliner Research*, 1(3), 271–282. <https://doi.org/10.31004/ijim.v1i3.24>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Milda, D., Anggreiny, L. P., Simanjuntak, A., & Lubis, R. H. (2024). Literature Study of The Application of The Inquiry Learning Model Towards 21st Century Skills in Physics Subjects in High School. *EDUCTUM: Journal Research*, 3(3), 92–99. <https://doi.org/10.56495/ejr.v3i3.605>
- Nismalasari. Santiani. Rohmadi. M. (2016). Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa pada pokok pembahasan getaran harmonis. *edusains*, 4(2). <https://doi.org/10.23971/eds.v4i2.511>
- Pramashela, A. D., Suwono, H., Sulisetijono, S., & Wulanningsih, U. A. (2023). The Influence of Project-based learning integrated STEAM on the creative thinking skills. *Bioedukasi*, 21(2), 138–143. <https://doi.org/10.19184/bioedu.v21i2.39737>
- Rahma, T. T. (2024, February). Kajian Teori: Peran Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEAM Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* (pp. 309–316).
- Rusmansyah, R., Rahmah, S. A., Syahmani, S., Hamid, A., Isnawati, I., & Kusuma, A. E. (2023). Implementasi Model PjBL-STEAM konteks lahan basah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan self-efficacy peserta didik. *JINoP Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 9(1). <https://doi.org/10.22219/jinop.v9i1.23493>
- Sanjiartha, I. G. D., Suwindia, I. G., & Winangun, I. M. A. (2024). Peran literasi sains dalam membentuk generasi berfikir kritis dan inovatif: Kajian literature

- review. *Education and Social Sciences Review*, 5(2), 120–128. <https://doi.org/10.29210/07essr499900>
- Lestari, S., Tambunan, E. P. S., & Syahputra, I. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran PJB L Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan Terintegrasi Keislaman. *Jurnal Biotek*, 10(2), 178–188. <https://doi.org/10.24252/jb.v10i2.33028>
- Wijayanto, T., Supriadi, B., & Nuraini, L. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dengan Pendekatan STEM terhadap Hasil Belajar Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 113–120. <https://doi.org/10.19184/jpf.v9i3.18561>
- Wulandari, S. (2023). Kesulitan Belajar Siswa Dalam Berpikir Tingkat Tinggi Berdasarkan Teori Newman. *Jurnal Tunas Bangsa*, 10(1), 48–59. <https://doi.org/10.46244/tunasbangsa.v10i1.2020>
- Yu. (2024). RETRACTED: Enhancing Creative Cognition Through Project-Based Learning: An in-depth Scholarly Exploration. *Heliyon*, 10(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27706>
- Husain, Y., Bumulo, T., Bahsoan, A., Hasiru, R., & Damiti, F. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa pada Mata Pelajaran IPS di SMP Negeri 8 Gorontalo. *Jurnal Nakula : Pusat Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Ilmu Sosial*, 3(3), 18–30. <https://doi.org/10.61132/nakula.v3i3.1709>
- Yunita, L., & Mandasari, N. (2025). Pendidikan Sains Berorientasi Keterampilan Abad 21 dalam Konteks Pendidikan Tinggi: Review. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(1), 40–49. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i1.334>