



Pengaruh Model *Project Based Learning* Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Motivasi Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Biologi di SMAN 4 Palu

¹Julmita Palangi, ^{2*}Mohammad Jamhari, ³Raya Agni, ⁴Abd Hakim Laenggeng, ⁵Rizka Fardha, ⁶Aan Febriawan

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia.

*Corresponding Author e-mail: jamharibio@gmail.com

Received: July 2025; Revised: August 2025; Accepted: September 2025; Published: September 2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *project based learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berfikir kreatif dan motivasi belajar peserta didik pada mata pelajaran biologi di SMA Negeri 4 Palu. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *quasi-eksperimental*, populasi pada penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas X SMA Negeri 4 Palu tahun ajaran 2024/2025 yang terdiri dari 12 rombongan belajar dengan jumlah keseluruhan 400 siswa. Sampel ditentukan melalui *purposive sampling*, terdiri atas kelas eksperimen ($n=33$) yang menerima pembelajaran PjBL-STEM dan kelas kontrol ($n=33$) dengan pembelajaran konvensional. Data dikumpulkan melalui tes keterampilan berfikir kreatif dan lembar observasi motivasi belajar, kemudian dianalisis menggunakan uji normalitas, homogenitas, serta *independent samples t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PjBL-STEM berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan berfikir kreatif ($\text{Sig.} = 0,023 < 0,05$) dan motivasi belajar ($\text{Sig.} = 0,000 < 0,05$). Temuan ini menegaskan bahwa integrasi pendekatan STEM dalam PjBL tidak hanya memperkuat aspek kognitif tetapi juga afektif, sehingga dapat dijadikan alternatif strategis dalam pengembangan kurikulum biologi untuk menumbuhkan kompetensi abad ke-21.

Kata Kunci: *Project-Based Learning*; STEM; keterampilan berfikir kreatif; motivasi belajar

Abstract: This study aims to determine the effect of the STEM-based project-based learning (PjBL) model on students' creative thinking skills and learning motivation in biology at SMA Negeri 4 Palu. The study used a quantitative approach with a quasi-experimental design, the population in this study were all grade X students of SMA Negeri 4 Palu in the 2024/2025 academic year consisting of 12 study groups with a total of 400 students. The sample was determined through purposive sampling, consisting of an experimental class ($n=33$) receiving PjBL-STEM learning and a control class ($n=33$) with conventional learning. Data were collected through creative thinking skills tests and learning motivation observation sheets, then analyzed using normality tests, homogeneity tests, and independent samples t-tests. The results showed that the PjBL-STEM model had a significant effect on improving creative thinking skills ($\text{Sig.} = 0.023 < 0.05$) and learning motivation ($\text{Sig.} = 0.000 < 0.05$). This finding confirms that the integration of the STEM approach in PjBL not only strengthens the cognitive but also the affective aspects, so that it can be used as a strategic alternative in developing a biology curriculum to foster 21st-century competencies.

Keywords: *Project-Based Learning*; STEM; creative thinking skills; learning motivation

How to Cite: Palangi, J., Jamhari, M., Agni, R., Laenggeng, A. H., Fardha, R., & Febriawan, A. (2025). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Motivasi Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Biologi di SMAN 4 Palu. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(3), 1950–1960. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17434>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17434>

Copyright© 2025, Palangi et al

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Pembelajaran pada hakikatnya merupakan suatu sistem yang dirancang untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pendidikan. Dalam konteks abad ke-21, proses pembelajaran tidak lagi hanya berfokus pada penguasaan aspek kognitif semata, tetapi juga menekankan pengembangan keterampilan berfikir kreatif, kemampuan kolaborasi, komunikasi efektif, serta motivasi belajar yang berkelanjutan. Peran guru bergeser menjadi fasilitator yang mendorong siswa untuk mengeksplorasi gagasan, memecahkan masalah, dan menghasilkan karya inovatif melalui interaksi pembelajaran yang menarik dan tidak membosankan (Afifah & Ilmiyati, 2020).

Pendekatan pembelajaran yang tepat diperlukan untuk mencetak generasi yang mampu memenuhi tuntutan kompetensi abad ke-21.

Salah satu pendekatan yang relevan adalah penerapan *Project Based Learning* (PjBL) yang dikombinasikan dengan paradigma STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Model PjBL dikenal sebagai inovasi pembelajaran yang memberi ruang luas bagi siswa untuk mengembangkan kreativitas, meningkatkan motivasi, melatih keterampilan pemecahan masalah, serta menumbuhkan kemampuan berpikir kritis (Azzahra *et al.*, 2023; Desi *et al.*, 2023). Pembelajaran berbasis proyek dengan integrasi STEM menempatkan siswa dalam kelompok untuk menyelesaikan sebuah proyek yang memadukan berbagai disiplin ilmu. Erlinawati & Bektiarso (2019) menjelaskan bahwa PjBL-STEM dilaksanakan melalui lima langkah utama, yaitu *reflection, research, discovery, application, dan communication*, yang dirancang untuk mencapai tujuan pembelajaran secara komprehensif.

Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran biologi di sekolah menengah masih didominasi oleh metode konvensional yang berpusat pada guru. Kondisi ini berdampak pada rendahnya keterampilan berpikir kreatif dan motivasi belajar siswa. Hasil observasi awal di SMA Negeri 4 Palu mengungkapkan bahwa pelaksanaan pembelajaran biologi belum sepenuhnya sesuai dengan semangat Kurikulum Merdeka yang menuntut pengembangan kreativitas dan motivasi. Siswa cenderung hanya mampu memenuhi satu indikator berpikir kreatif, yaitu kelancaran mengemukakan ide (*fluency*), tetapi masih lemah dalam fleksibilitas (*flexibility*), elaborasi (*elaboration*), dan orisinalitas (*originality*). Selain itu, motivasi belajar juga rendah, tercermin dari sikap siswa yang kurang memperhatikan penjelasan guru, pasif, serta kurang bersemangat dalam mengikuti pembelajaran.

Sejumlah penelitian terdahulu menegaskan bahwa implementasi model pembelajaran yang inovatif sangat penting untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21. Indrawijaya & Siregar (2022) menekankan bahwa praktik langsung melalui proyek atau eksperimen dapat merangsang kreativitas siswa. Syamra (2023) menambahkan bahwa penilaian berbasis eksperimen atau proyek mampu mengevaluasi keterampilan abad ke-21 siswa, khususnya pada mata pelajaran berbasis sains. Penelitian Kristanti *et al.* (2017) menunjukkan bahwa penerapan STEM-PjBL berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kreativitas siswa. Hal serupa juga diungkapkan oleh Jauhariyyah *et al.* (2017) serta Sari (2018), yang menemukan bahwa STEM-PjBL mampu meningkatkan motivasi, pemahaman materi, serta kemampuan berpikir kreatif secara signifikan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan motivasi belajar peserta didik pada mata pelajaran biologi di SMA Negeri 4 Palu.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menggunakan metode *quasi experimental* atau eksperimen semu. Desain ini mempunyai kelompok kontrol, tetapi tidak dapat berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen (Sugiyono, 2017). Desain penelitian ini Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *quasi experiment dengan pretest-posttest control group design (pretest-posttest dua kelompok)* merupakan desain penelitian yang dilaksanakan pada dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (Sugiyono, 2017).

Tabel 1. Desain penelitian *pretest-posttes control group design*.

| Kelas | Pretest | Perlakuan | Posstest |
|-----------------------|----------------|-----------|----------------|
| Kelas Eksperimen (KE) | O ₁ | X | O ₂ |
| Kelas Kontrol (KK) | O ₁ | Y | O ₂ |

Keterangan:

O₁ : Test awal (*pretest*) untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol

O₂ : Test akhir (*posttest*) untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol

X : Perlakuan model *project based learning* berbasis STEM

Y : Pembelajaran konvensional

Subjek penelitian adalah 66 siswa kelas X SMA Negeri 4 Palu tahun ajaran 2024/2025, terdiri atas kelas eksperimen (n=33) yang diajar menggunakan PjBL-STEM, dan kelas kontrol (n=33) dengan metode konvensional. Pemilihan sampel dilakukan melalui teknik *purposive sampling*. Instrumen penelitian meliputi tes esai untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif serta lembar observasi untuk menilai motivasi belajar. Validitas instrumen ditentukan melalui uji pakar dan telah dinyatakan valid. Analisis data dilakukan dengan uji prasyarat (normalitas dan homogenitas), kemudian uji hipotesis menggunakan *independent samples t-test* dengan bantuan perangkat lunak SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada uji deskriptif statistik, uji prasyarat, dan uji hipotesis.

Analisis Deskriptif

Uji statistik deskriptif digunakan untuk melihat gambaran umum mengenai data yang diperoleh dari lapangan. Data yang dideskripsikan adalah data *pretest* dan *posttest* baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Data tersebut menggambarkan tentang keterampilan berpikir kreatif peserta didik sebelum dan sesudah diterapkan model *Project Based Learning* berbasis STEM pada kelas eksperimen dan model konvensional (ceramah) pada kelas kontrol.

Tabel 2. Hasil analisis deskriptif data keterampilan berpikir kreatif kelas eksperimen

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|-----------------|----|---------|---------|-------|----------------|
| <i>Pretest</i> | 33 | 40 | 70 | 55.61 | 9.24 |
| <i>Posttest</i> | 33 | 52 | 95 | 79.55 | 11.6 |

Deskripsi data di Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah peserta didik kelas eksperimen pada *pretest* dan *posttest* adalah 33. Hasil nilai minimum berdasarkan deskriptif statistik untuk *pretest* 40 dan *posttest* 52, sedangkan untuk nilai maksimum *pretest* sebesar 70 dan *posttest* 95. Nilai rata-rata dari *pretest* adalah 55.61, sedangkan untuk nilai rata-rata *posttest* adalah 79.55. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest*. Standar deviasi untuk *pretest* adalah 9.24, sedangkan pada *posttest* sebesar 11.6

Tabel 3. Hasil analisis deskriptif data keterampilan berpikir kreatif kelas kontrol

| | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|-----------------|----|---------|---------|-------|----------------|
| <i>Pretest</i> | 33 | 33 | 70 | 52.73 | 9.69 |
| <i>Posttest</i> | 33 | 55 | 85 | 73.48 | 9.30 |

Deskripsi data di Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah peserta didik kelas kontrol pada *pretest* dan *posttest* adalah 33. Hasil nilai minimum berdasarkan deskriptif statistik untuk *pretest* 33 dan *posttest* 55, sedangkan untuk nilai maksimum *pretest*

sebesar 70 dan posttest 85. Nilai rata-rata dari pretest adalah 52.73 sedangkan untuk nilai rata-rata *posttest* adalah 73.48. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest*. Standar deviasi untuk *pretest* adalah 9.69, sedangkan pada *posttest* sebesar 9.30.

Uji Prasyarat

Uji prasyarat adalah uji yang dilakukan sebelum melakukan pengujian hipotesis. Pengujian ini meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji normalitas dan uji homogenitas keterampilan berfikir kreatif peserta didik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol dapat di lihat pada tabel tabel di bawah ini.

a) Uji normalitas

Data berdistribusi normal jika probabilitas $>0,05$, sebaliknya data tidak berdistribusi normal jika probabilitas $\leq 0,05$.

Tabel 4. Hasil uji normalitas keterampilan berpikir kreatif kelas eksperimen

| | | Pretest | Posttest |
|-------------------------------------|----------------|---------|-------------------|
| N | | 33 | 33 |
| Normal parameters ^{a,b} | Mean | 55.61 | 79.55 |
| | Std. Deviation | 9.24 | 11.611 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .137 | .122 |
| | Positive | .095 | .092 |
| | Negative | -.137 | -.122 |
| Test statistic | | .137 | .122 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) ^c | | .117 | .200 ^e |

Berdasarkan data di Tabel 4 diketahui bahwa hasil uji normalitas keterampilan berfikir kreatif peserta didik pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen memiliki nilai sig. $> 0,05$. Hal ini terbukti dari hasil *pretest*, dimana didapatkan nilai sig. yaitu: $0.117 > 0,05$ dan juga nilai sig. *Posttest* yaitu: $0.200 > 0,05$ yang artinya kedua data tersebut berdistribusi normal sehingga untuk uji hipotesis menggunakan uji parametrik.

Tabel 5. Hasil uji normalitas keterampilan berpikir kreatif kelas kontrol

| | | Pretest | Posttest |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|----------|
| N | | 33 | 33 |
| Normal parameters ^{a,b} | Mean | 52.73 | 73.48 |
| | Std. Deviation | 9.69 | 9.30 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .107 | .135 |
| | Positive | .105 | .108 |
| | Negative | -.107 | -.135 |
| Test statistic | | .107 | .135 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) ^c | | .200 ^d | .136 |

Berdasarkan data di Tabel 5 diketahui bahwa hasil uji normalitas keterampilan berfikir kreatif peserta didik pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen memiliki nilai sig. $> 0,05$. Hal ini terbukti dari hasil *pretest*, dimana didapatkan nilai sig. yaitu: $0,200 > 0,05$ dan juga nilai sig. *Posttest* yaitu: $0,136 > 0,05$ yang artinya kedua data tersebut berdistribusi normal sehingga untuk uji hipotesis menggunakan uji parametrik.

b) Uji homogenitas

Pengujian *homogenitas* dihitung dengan bantuan program SPSS 29 menggunakan analisis *Levene Statistic*. Dengan kriteria pengujian bahwa jika nilai sig.

> 0,05 menunjukkan kelompok data berasal dari populasi yang memiliki varians yang sama (homogen) dan jika nilai sig. < 0,05 menunjukkan kelompok data berasal dari populasi yang memiliki varians yang berbeda (tidak homogen).

Tabel 6. Hasil uji homogenitas *pretest* keterampilan berpikir kreatif

| | | Lavene Statistic | df1 | df2 | Sig . |
|------------------|--------------------------------------|------------------|-----|--------|-------|
| Berpikir kreatif | Based on Mean | .106 | 1 | 64 | .745 |
| | Based on Median | .133 | 1 | 64 | .716 |
| | Based on Median and with adjusted df | .133 | 1 | 63.987 | .716 |
| | Based on trimmed mean | .107 | 1 | 64 | .745 |

Berdasarkan data di Tabel 6 diketahui bahwa hasil uji homogenitas *pretest* keterampilan berfikir kreatif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki nilai sig. sebesar 0,745. Uji homogenitas *pretest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh menunjukkan bahwa hasil nilai sig. > 0,05. Hal ini terbukti dari hasil data *pretest* keterampilan berfikir kreatif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai sig. yaitu 0,745 > 0,05 yang artinya data tersebut homogen dan dapat dilanjutkan keuji hipotesis.

Tabel 7. Hasil uji homogenitas *posttest* keterampilan berpikir kreatif

| | | Lavene statistic | df1 | df2 | Sig . |
|------------------|--------------------------------------|------------------|-----|--------|-------|
| Berfikir kreatif | Based on Mean | .617 | 1 | 64 | .435 |
| | Based on Median | .568 | 1 | 64 | .454 |
| | Based on Median and with adjusted df | .568 | 1 | 59.057 | .454 |
| | Based on trimmed mean | .536 | 1 | 64 | .467 |

Berdasarkan data di Tabel 7 diketahui bahwa hasil uji homogenitas *posttest* keterampilan berfikir kreatif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki nilai sig. Sebesar 0,467. Uji homogenitas *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh menunjukkan bahwa hasil nilai sig. > 0,05. Hal ini terbukti dari hasil data *posttest* keterampilan berfikir kreatif peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai sig. yaitu 0,467 > 0,05 yang artinya data tersebut homogen dan dapat dilanjutkan keuji hipotesis.

Uji Hipotesis

Berdasarkan hasil uji prasyarat, data yang diperoleh merupakan data yang berdistribusi normal dan homogen sehingga dilakukan uji t.

Tabel 8. Hasil *independent t-test* data *pretest* keterampilan berpikir kreatif

| | | Significance | | | | | |
|-------|-----------------------------|--------------|------|-------|--------|-------------|-------------|
| | | F | Sig. | t | df | One-sided p | Two-sided p |
| Nilai | Equal variances assumed | .106 | .745 | 1.235 | 64 | .111 | .221 |
| | Equal variances not assumed | | | 1.235 | 63.854 | .111 | .221 |

Berdasarkan data di Tabel 8 diketahui bahwa hasil uji *independent t-test* data *pretest* untuk keterampilan berfikir kreatif pada kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan bahwa nilai sig. (*2-tailed*) adalah 0.221. Hasil *pretest* keterampilan berfikir kreatif menunjukkan bahwa nilai sig. > 0,05. Hal ini terbukti dari nilai sig. yang diperoleh yaitu 0.221 > 0,05 yang artinya hasil uji *independent* tes keterampilan berfikir

kreatif peserta didik sebelum penggunaan model *project based learning* berbasis STEM tidak terdapat perbedaan rata-rata nilai *pretest* kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 9. Hasil *independent t-test* data *posttest* keterampilan berpikir kreatif

| Nilai | | F | Sig. | t | df | Significance | |
|-------------------------|-----------------------------|------|------|-------|--------|--------------|-------------|
| | | | | | | One-sided p | Two-sided p |
| Equal variances assumed | Equal variances assumed | .617 | .435 | 2.340 | 64 | .011 | .022 |
| | Equal variances not assumed | | | 2.340 | 61.089 | .011 | .023 |

Berdasarkan data di Tabel 9 diketahui bahwa hasil uji *independent t-test* data *posttest* untuk keterampilan berfikir kreatif pada kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan bahwa nilai *sig. (2-tailed)* adalah 0.023. Hasil *posttest* keterampilan berfikir kreatif menunjukkan bahwa nilai *sig. < 0,05*. Hal ini terbukti dari nilai *sig.* Yang diperoleh yaitu $0.023 < 0,05$ yang artinya hasil uji *independent tes* keterampilan berfikir kreatif peserta didik sesudah penggunaan model *project based learning* berbasis STEM terdapat perbedaan rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Hasil data motivasi belajar peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat uji normalitas, uji homogenitas dan uji hipotesis.

Uji Normalitas

Uji Normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diuji berdistribusi normal atau tidak. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji normalitas data motivasi belajar

| | | Kelas eksperimen | Kelas kontrol |
|---|----------------|-------------------|-------------------|
| N | | 33 | 33 |
| Normal parameters^{a,b} | Mean | 88.67 | 78.64 |
| | Std. Deviation | 2.769 | 2.690 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .090 | 0.92 |
| | Positive | .090 | .092 |
| | Negative | -.079 | -.088 |
| Test statistic | | .090 | 0.92 |
| Asymp. Sig. (2-tailed)^c | | .200 ^d | .200 ^d |

Berdasarkan data di Tabel 10 diketahui bahwa hasil uji normalitas motivasi belajar peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan bahwa hasil kelas eksperimen dan dan kelas kontrol memiliki nilai *sig. > 0,05*. Hal ini terbukti dari hasil kelas eksperimen, dimana didapatkan nilai *sig.* yaitu: $0,200 > 0,05$ dan juga nilai *sig.* Kelas kontrol yaitu: $0,200 > 0,05$ yang artinya kedua data tersebut berdistribusi normal sehingga untuk uji hipotesis menggunakan uji parametrik.

Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah data sampel yang diambil berasal dari populasi yang mempunyai varians yang sama (homogen) atau tidak. Hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji homogenitas data motivasi belajar

| | | Levene statistic | df1 | df2 | Sig. |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------|-----|--------|------|
| Motivasi belajar | Based on mean | .007 | 1 | 64 | .935 |
| | Based on median | .007 | 1 | 64 | .936 |
| | Based on Median and with adjusted df | .007 | 1 | 63.792 | .936 |
| | Based on trimmed mean | .007 | 1 | 64 | .936 |

Berdasarkan data di Tabel 11 diketahui bahwa hasil uji homogenitas motivasi belajar peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki nilai *sig.* sebesar 0,936. Uji homogenitas motivasi belajar pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh menunjukkan bahwa hasil nilai *sig.* > 0,05. Hal ini terbukti dari hasil data *posttest* motivasi belajar peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai *sig.* yaitu 0,936 > 0,05 yang artinya data tersebut homogen dan dapat dilanjutkan keuji hipotesis.

Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis bisa dilakukan apabila pra-syarat pengujian hipotesis sudah dipenuhi. Uji hipotesis untuk data yang terdistribusi normal dan homogen adalah dengan uji statistik parametrik berupa uji t. Berdasarkan hasil uji prasyarat, data yang diperoleh merupakan data yang berdistribusi normal dan homogen sehingga dilakukan uji t. Adapun hasil uji hipotesis dapat di lihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji *independent t-test* data motivasi belajar

| | | significance | | | | | |
|-------|-----------------------------|--------------|------|--------|--------|-------------|-------------|
| | | F | Sig | t | df | One-sided p | Two-Sided p |
| Nilai | Equal variances assumed | .007 | .935 | 14.925 | 64 | .000 | .000 |
| | Equal variances not assumed | | | 14.925 | 63.947 | .000 | .000 |

Berdasarkan data di Tabel 12 diketahui bahwa hasil uji *independent t-test* data motivasi belajar pada kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan bahwa nilai *sig.* (*2-tailed*) adalah 0,000. Hasil kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan bahwa nilai *sig.* < 0,05. Hal ini terbukti dari nilai *sig.* yang diperoleh yaitu .000 < 0,05 yang artinya hasil uji *independent tes* motivasi belajar peserta didik sesudah penggunaan *model project based learning* berbasis STEM terdapat perbedaan rata-rata motivasi belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan demikian, Hipotesis Ho ditolak. Sehingga hipotesis Ha diterima yang artinya terdapat pengaruh model pembelajaran *project based learning* berbasis STEM terhadap motivasi belajar peserta didik di kelas eksperimen dan kontrol.

Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa analisis deskriptif memperlihatkan adanya peningkatan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen (55,61 → 79,55) yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (52,73 → 73,48). Uji normalitas dan homogenitas menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen. Hasil *independent samples t-test* pada *posttest* mengonfirmasi adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol (Sig. = 0,023 < 0,05), yang menegaskan bahwa penerapan PjBL-STEM berdampak positif terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa. Nilai rata-rata motivasi belajar siswa kelas eksperimen (M = 88,67) lebih tinggi daripada kelas kontrol (M = 78,64). Uji normalitas dan homogenitas memenuhi syarat, sedangkan hasil *independent t-test* menunjukkan perbedaan signifikan pada kedua

kelas (Sig. = 0,000 < 0,05). Dengan demikian, PjBL-STEM terbukti meningkatkan motivasi belajar siswa secara lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa penerapan *Project-Based Learning* berbasis STEM (PjBL-STEM) memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif dan motivasi belajar siswa SMA. Temuan ini konsisten dengan kerangka pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pentingnya penguasaan kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan keterampilan pemecahan masalah sebagai kompetensi utama (Tendrita *et al.*, 2016; Azzahra *et al.*, 2023). Melalui PjBL-STEM, siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih mendalam, integratif, dan aplikatif, sehingga pemahaman mereka terhadap materi biologi menjadi lebih bermakna dan relevan dengan konteks kehidupan nyata. Selain itu, siswa juga mengembangkan kemandirian belajar dan keterampilan abad ke-21, terutama dalam aspek berpikir kreatif, yang berimplikasi langsung pada meningkatnya motivasi belajar mereka. Meskipun demikian, implementasi model ini membutuhkan persiapan, waktu, dan sumber daya yang lebih besar dibandingkan pembelajaran konvensional.

Berbeda dengan PjBL-STEM, praktik pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru cenderung menghasilkan suasana belajar yang pasif. Guru lebih mendominasi kegiatan melalui ceramah, tanya jawab, dan penugasan, sehingga interaksi bersifat satu arah. Akibatnya, siswa kurang mendapatkan kesempatan untuk bereksplorasi secara mandiri, yang berimplikasi pada rendahnya keterlibatan, kreativitas, dan motivasi belajar. Hal ini sejalan dengan pandangan Astawa & Tegeh (2019) bahwa pembelajaran konvensional yang monoton membuat siswa cenderung bosan, tidak tertantang, dan kurang bersemangat. Padahal, motivasi merupakan faktor penting yang menentukan intensitas usaha belajar dan capaian prestasi siswa (Uno, 2019). Oleh karena itu, guru perlu terus mengupayakan strategi pembelajaran yang mampu menjaga motivasi siswa sepanjang proses pembelajaran berlangsung.

Secara lebih spesifik, penelitian ini menemukan adanya peningkatan signifikan keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen. Hasil posttest menunjukkan perbedaan yang nyata antara kelas eksperimen dan kontrol (Sig. = 0,023 < 0,05). Temuan ini membuktikan bahwa keterlibatan siswa dalam proyek STEM mendorong mereka untuk menghasilkan ide-ide baru, merancang solusi inovatif, serta mengomunikasikan hasil kerja secara sistematis. Aspek kreativitas yang berkembang mencakup kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), dan elaborasi (*elaboration*). Proses refleksi, penelitian, hingga presentasi proyek yang terdapat dalam PjBL-STEM memungkinkan siswa melatih keterampilan metakognitif, yakni kemampuan menilai dan mengelola proses berpikirnya sendiri. Hal ini mendukung temuan Kristanti *et al.* (2017), Karlina *et al.* (2023), serta Sari (2018) yang menegaskan efektivitas PjBL-STEM dalam meningkatkan kreativitas siswa.

Selain kreativitas, motivasi belajar siswa pada kelas eksperimen juga mengalami peningkatan signifikan. Rata-rata skor motivasi sebesar 88,67 lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang hanya mencapai 78,64. Hasil uji-t (Sig. = 0,000 < 0,05) memperkuat kesimpulan bahwa pembelajaran berbasis proyek meningkatkan keterlibatan emosional dan rasa tanggung jawab siswa. Hal ini selaras dengan penelitian Jauhariyyah *et al.* (2017) dan Wati *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa PjBL-STEM mampu menumbuhkan motivasi intrinsik melalui pengalaman belajar yang relevan dengan kehidupan nyata. Keterlibatan aktif siswa dalam merancang dan mengeksekusi proyek memberikan rasa kepemilikan (*ownership*) terhadap proses belajar, sehingga menumbuhkan antusiasme dan minat belajar yang lebih tinggi.

Secara teoretis, temuan ini memperkuat pandangan bahwa integrasi PjBL dengan STEM dapat menjadi model pembelajaran sains yang efektif, karena tidak hanya mengembangkan ranah kognitif, tetapi juga ranah afektif dan psikomotor yang selama ini kurang mendapat perhatian dalam pembelajaran konvensional (Bell, 2010; Capraro, Capraro, & Morgan, 2013). Secara praktis, hasil penelitian ini merekomendasikan kepada guru biologi untuk mengintegrasikan PjBL-STEM dalam proses pembelajaran sebagai strategi inovatif guna meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan motivasi belajar siswa (Holubova, 2008; Han, Rosli, Capraro, & Capraro, 2016). Untuk mendukung keberhasilan penerapannya, sekolah diharapkan dapat menyediakan sarana yang memadai, seperti laboratorium dan fasilitas teknologi yang relevan, karena dukungan infrastruktur terbukti menjadi faktor penting dalam efektivitas implementasi PjBL-STEM (Bybee, 2013; English, 2016).

Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan. Pertama, penelitian hanya dilaksanakan pada satu sekolah dengan jumlah sampel terbatas ($n = 66$), sehingga generalisasi hasil masih perlu diuji pada konteks yang lebih luas. Kedua, pengukuran motivasi belajar yang menggunakan lembar observasi berpotensi dipengaruhi oleh subjektivitas penilai. Ketiga, implementasi PjBL-STEM membutuhkan waktu dan sumber daya yang lebih besar dibandingkan metode konvensional, sehingga memerlukan dukungan kelembagaan yang memadai. Dengan memperhatikan keterbatasan tersebut, penelitian lanjutan dianjurkan untuk memperluas cakupan sekolah, meningkatkan jumlah sampel, serta memanfaatkan instrumen pengukuran motivasi yang lebih objektif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa: Model PjBL berbasis STEM berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa SMA Negeri 4 Palu ($\text{Sig.} = 0,023 < 0,05$). Serta Model PjBL berbasis STEM berpengaruh signifikan terhadap motivasi belajar siswa, dengan peningkatan rata-rata lebih tinggi dibandingkan metode konvensional ($\text{Sig.} = 0,000 < 0,05$). Dengan demikian, PjBL-STEM layak diintegrasikan ke dalam kurikulum biologi untuk mengembangkan kompetensi kognitif dan afektif siswa.

REKOMENDASI

Penelitian ini merekomendasikan agar peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian dengan jumlah sampel yang lebih luas dan beragam sehingga hasil penelitian dapat lebih representatif dan memiliki daya generalisasi yang tinggi terhadap populasi yang lebih besar. Selain itu, penelitian lanjutan sebaiknya menggunakan instrumen pengumpulan data yang lebih bervariasi, termasuk wawancara atau observasi mendalam, sehingga mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pengaruh model pembelajaran PjBL-STEM. Penelitian berikutnya juga dapat mengintegrasikan teknologi digital atau membandingkan PjBL-STEM dengan model pembelajaran inovatif lainnya, agar diperoleh pemahaman yang lebih luas mengenai efektivitas penerapan model pembelajaran tersebut dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif, motivasi belajar, serta aspek kognitif dan afektif peserta didik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat,

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan. Penghargaan juga ditujukan kepada Kepala SMA Negeri 4 Palu, guru biologi, siswa, orang tua, serta dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan partisipasi dalam penelitian ini..

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A.N, & Ilmiyati, N. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Dengan Pendekatan Stem Terhadap Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *In Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan* (Vol. 1, Issue 2).
- Anindayati, A. T., & Wahyudi, W. (2020). Kajian Pendekatan Pembelajaran Stem Dengan Model Pjbl Dalam Mengasah Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. *EKSAKTA : Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA*, 5(2), 217.
- Astawa, P. A., & Tegeh, I. M. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Make A Match Berbantuan Media Powerpoint Terhadap Hasil Belajar IPA. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 3(1), 98-106.
- 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. In *BIOCHEPHY: Journal of Science Education* (Vol. 03, Issue 1).
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Desi, C. R., Hariyadi, S., Wahono, B., Keguruan, F., Pendidikan, I., & Jember, U. (2023). Pengaruh Model PjBL Berbasis Stem Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA: Vol. VI (Issue 2).
- English, L. D. (2016). STEM Education K-12: Perspectives on Integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–8.
- Erlinawati, C., & Bektiarso, S. (2019). "Integrasi Pendidikan, Sains dan Teknologi dalam Mengembangkan Budaya Ilmiah di Era Revolusi Industri 4.0 Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Stem Pada Pembelajaran FISIKA (Vol. 4, Issue 1).
- Han, S., Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning on Students' Achievement in Four Mathematics Content Areas. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–16.
- Holubova, R. (2008). Effective Teaching Methods — Project-based Learning in Physics. *US-China Education Review*, 5(12), 27–36.
- Indrawijaya, S., & Siregar, A. P. (2022). Peningkatan kreativitas melalui penerapan pembelajaran team based project pada mata kuliah desain komunikasi visual. *Jurnal Ilmiah Dikdaya*, 12(1), 268-273.
- Jauhariyyah, F. R. A., Suwono, H., & Ibrohim, I. (2017). Science, technology, engineering and mathematics project based learning (STEM-PjBL) pada pembelajaran sains. *In Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017* (Vol. 2).
- Jumarniati, J. (2022). Pentingnya Motivasi Belajar Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *ALFIHRIS : Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 2(3), 61–68.

- Karlina, C. M., Susilowati, E., & Fakhruddin, I. A. (2023). Pengaruh model pembelajaran STEM-PjBL terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa smp negeri 1 slogohimo wonogiri di era pandemi pada materi hidrosfer. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 3(1), 33-41.
- Kristanti, Y. D., Subiki, S., & Handayani, R. A. D. (2017). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning Model) pada Pembelajaran Fisika Disma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2), 122-128.
- Sari, D. M., Ikhsan, M., & Abidin, Z. (2018, September). The development of learning instruments using the creative problem-solving learning model to improve students' creative thinking skills in mathematics. *In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1088, No. 1, p. 012018)*. IOP Publishing.
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta
- Syamra, F. M. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran PjBL-STEM terhadap Keterampilan Kreativitas Ilmiah Siswa pada Materi Energi Alternatif (*Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*).
- Tendrita, M., Mahanal, S., & Zubaidah, S. (2016). Pemberdayaan Keterampilan Berpikir Kreatif melalui Model Remap Think Pair Share The Empowerment of Creative Thinking Skills through Remap Think Pair Share. *In Proceeding Biology Education Conference (Vol. 13, No. 1, pp. 285-291)*.
- Uno, H. B. (2019). TEORI MOTIVASI DAN PENGUKURANNYA (Analisis di bidang pendidikan). Bumi Aksara.
- Wati, P., Nusantara, T., & Utama, C. (2024). Efektivitas PjBL-STEM terhadap keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa sekolah dasar. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(2), 126-143.