



Terbit online pada laman web jurnal: <https://edubio.ftk.uinjambi.ac.id>

EDU-BIO Jurnal Pendidikan Biologi

ISSN: E-ISSN: 2598-4284

Peningkatan Keterampilan Kreativitas Siswa melalui Inovasi *Project-Based Learning* (PjBL) Berbasis *Bioentrepreneurship* pada Pembelajaran Biologi Materi Kingdom Animalia

Ade Muhamad Farhanudin¹, Fina Nurul Arifah^{2*}

¹ Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Siber Syekh Nurjati Cirebon, 45131, Indonesia

² Department of Science Education, Faculty of Mathematics and Science Education, Universitas Pendidikan Indonesia, 40154, Indonesia

Diterima: 9 Oktober 2025, Disetujui: 5 November 2025, Dipublikasikan: 31 Januari 2026

Email : finaarifah13@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas siswa, perbedaan peningkatan hasil belajar keterampilan kreativitas, serta respons siswa terhadap penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *bioentrepreneurship* pada materi Kingdom Animalia. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi-eksperimen* dengan desain *pretest-posttest non-equivalent control group design*. Sampel penelitian terdiri atas 70 siswa kelas X MIPA MAN 1 Kota Cirebon, yang terbagi menjadi kelas eksperimen (X MIPA 1, menggunakan PjBL berbasis *bioentrepreneurship*) dan kelas kontrol (X MIPA 3, menggunakan PjBL konvensional). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, tes uraian, dan angket, kemudian dianalisis menggunakan uji *N-Gain* dan uji hipotesis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas belajar siswa di kelas eksperimen lebih tinggi (rata-rata 78,41%) dibandingkan kelas kontrol (68,2%). Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan kreativitas yang signifikan, ditunjukkan oleh nilai *N-Gain* kelas eksperimen sebesar 67,8% dan kelas kontrol sebesar 48,25%. Uji *independent sample t-test* (Sig. 0,001 < 0,05) memperkuat bahwa terdapat perbedaan hasil belajar yang bermakna antara kedua kelas. Selain itu, respons siswa terhadap pembelajaran sangat positif, dengan rata-rata persentase 73,86% dalam kategori baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* berbasis *bioentrepreneurship* efektif dan berpengaruh signifikan dalam meningkatkan keterampilan kreativitas siswa pada pembelajaran Biologi, khususnya materi Kingdom Animalia.

Kata Kunci: *Bioentrepreneurship*, Hasil Pembelajaran, Keterampilan Kreativitas Siswa, PjBL.

ABSTRACT

This study aims to analyze student activities, the difference in the improvement of creative skills learning outcomes, and student responses to the application of the bioentrepreneurship-based Project-Based Learning (PjBL) model on the Kingdom Animalia topic. The research method used was a quasi-experiment with a pretest-posttest non-equivalent control group design. The research sample consisted of 70 tenth-grade students from the Natural Sciences program (MIPA) at MAN 1 Cirebon, divided into an experimental group (X MIPA 1, using bioentrepreneurship-based PjBL) and a control group (X MIPA 3, using conventional PjBL). Data was collected through observation, essay tests, and questionnaires, and then analyzed using the N-Gain test and hypothesis testing. The results showed that student learning activities in the experimental group were higher (average of 78.41%) compared to the control group (68.2%). There was a significant difference in the improvement of creative skills, indicated by the N-Gain score of 67.8% for the experimental group and 48.25% for the control group. The independent sample t-test (Sig. $0.001 < 0.05$) confirmed a meaningful difference in learning outcomes between the two groups. Furthermore, student responses to the learning model were very positive, with an average percentage of 73.86% in the "good" category. Therefore, it can be concluded that the application of the bioentrepreneurship-based Project-Based Learning model is effective and has a significant influence on improving students' creative skills in Biology, particularly on the Kingdom Animalia topic.

Keywords: Project Based Learning, Bioentrepreneurship, Learning Outcomes, Student Creativity Skills.

1. PENDAHULUAN

Kurikulum yang berlaku saat ini seperti Kurikulum 2013, atau yang sejalan dengan semangat Kurikulum Merdeka menghendaki evaluasi hasil belajar menggunakan penilaian otentik dan menekankan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered*) (Rohmah *et al.*, 2024; Pudjiati & Madani, 2024). Pembelajaran harus berfokus pada masalah dan isu nyata yang autentik (authentic learning), sehingga memberikan perasaan realistis kepada siswa terhadap proyek yang mereka kerjakan (Guo *et al.*, 2020; Watson Todd *et al.*, 2025; Zachrich *et al.*, 2024). Penerapan model pembelajaran yang efektif dalam mengembangkan ide kreatif dan memenuhi tuntutan kurikulum ini adalah model *Project Based Learning* (PJBL) (Zuhri & Afriani, 2025; Basri *et al.*, 2025). Model PJBL memungkinkan siswa terlibat aktif dalam merancang tujuan pembelajaran untuk menghasilkan produk atau proyek nyata, dan telah terbukti efektif meningkatkan kreativitas siswa (Guo *et al.*, 2020; Sari *et al.*, 2025).

Biologi sebagai bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan kajian ilmu yang membahas tentang kehidupan dan seisinya, memiliki potensi yang besar untuk melatih kreativitas dan keterampilan berwirausaha siswa (Wardani *et al.*, 2025). Dalam materi pelajaran Biologi, terdapat kegiatan yang dapat memunculkan ide kreativitas siswa, seperti melakukan kegiatan eksperimen, praktikum, menganalisis permasalahan, dan membuat suatu inovasi yang bisa dijadikan sebagai kegiatan wirausaha (Weng *et al.*, 2022). Pendekatan bioentrepreneurship yang mengintegrasikan kewirausahaan ke dalam pembelajaran Biologi dapat memaksimalkan tercapainya keterampilan berwirausaha bagi peserta didik dan telah terbukti dapat meningkatkan prestasi, aktivitas belajar, dan kreativitas siswa (Artayasa *et al.*, 2024; Wardana *et al.*, 2020). Materi seperti Kingdom Animalia dan bioteknologi cocok untuk diintegrasikan dengan PJBL berbasis bioentrepreneurship (Shiyamsyah *et*

al., 2024). Namun, dalam praktik di sekolah, pembelajaran Biologi masih banyak berfokus pada penyampaian materi secara teoritis dan ceramah, sehingga kreativitas dan keterampilan berpikir siswa belum berkembang secara optimal.

Model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dikenal efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk kreativitas dan kolaborasi siswa. Namun, penerapan PjBL pada pembelajaran Biologi sering kali masih bersifat umum, belum menekankan pada pengembangan produk atau proyek yang bernilai aplikatif dan kontekstual. Penelitian terkini dari Artayasa *et al.*, (2024) menyoroti bahwa mengintegrasikan bio kewirausahaan ke dalam modul PjBL membantu menjembatani kesenjangan antara biologi teoretis dan penerapan kewirausahaan praktis. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan PjBL dengan konteks kewirausahaan biologi (*bioentrepreneurship*) agar pembelajaran Biologi tidak hanya mengasah konsep ilmiah, tetapi juga melatih kreativitas dan semangat berinovasi siswa. Studi Tassya *et al* (2025) menunjukkan bahwa pendekatan ini secara efektif mengembangkan kompetensi ilmiah dan kreativitas kewirausahaan, menjadikan pendidikan biologi lebih terapan, kreatif, dan bermakna secara kontekstual bagi siswa.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan model Project Based Learning berbasis *bioentrepreneurship* pada materi Kingdom Animalia di tingkat Madrasah Aliyah. Secara khusus, penelitian ini akan mendeskripsikan aktivitas belajar siswa selama penerapan model pembelajaran tersebut, menganalisis peningkatan keterampilan kreativitas siswa yang mengikuti pembelajaran dengan model ini dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, serta mengetahui respons siswa terhadap penerapan pembelajaran berbasis proyek dan kewirausahaan biologi dalam konteks materi Kingdom Animalia. Hasil analisis dari ketiga fokus tersebut diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan strategi pembelajaran Biologi yang berorientasi pada kreativitas, kewirausahaan, dan keberlanjutan lingkungan. Selain itu, penerapan *Project Based Learning* berbasis *bioentrepreneurship* diharapkan menjadi alternatif inovatif dalam mendukung tujuan pendidikan abad ke-21 yang menuntut peserta didik berpikir kreatif, solutif, dan produktif dalam menghadapi tantangan global.

Penelitian ini beranjak dari kebutuhan mendasar untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia di Indonesia, sejalan dengan tujuan Kurikulum 2013 dan tuntutan pendidikan abad ke-21. Tuntutan ini menggarisbawahi pentingnya pengembangan potensi siswa agar menjadi manusia yang cakap, mandiri, dan kreatif, yang merupakan bagian penting dari life skill dan keterampilan berwirausaha. Materi Biologi, khususnya pada subbab Kingdom Animalia, dipandang memiliki potensi besar untuk melatih kreativitas siswa melalui kegiatan eksperimen, praktikum, dan pembuatan inovasi yang dapat dijadikan *bioentrepreneurship*. Meskipun demikian, penelitian ini secara tersirat dilandasi oleh masalah bahwa praktik pembelajaran Biologi di sekolah (khususnya di MAN 1 Kota Cirebon) masih didominasi oleh metode konvensional seperti ceramah dan diskusi. Kondisi ini menyebabkan kurangnya semangat dan respon negatif dari siswa, serta menghambat optimalisasi pengembangan keterampilan kreativitas dan berpikir siswa. Oleh karena itu, penelitian ini diajukan untuk menguji penerapan model *Project Based Learning* (PJBL) yang terintegrasi dengan pendekatan *bioentrepreneurship* sebagai inovasi untuk mengatasi kelemahan pembelajaran konvensional.

Untuk memverifikasi efektivitas model inovatif tersebut, penelitian ini merumuskan tiga pertanyaan utama. Pertanyaan pertama bertujuan untuk menganalisis proses implementasi perlakuan: “Bagaimanakah aktifitas siswa terhadap pemberian model Pembelajaran *Project Based Learning* (PJBL) berbasis bioentrepreneurship pada materi kingdom Animalia?”. Analisis ini penting untuk mengukur keaktifan dan keterlibatan siswa selama kegiatan pembelajaran yang menuntut diskusi, presentasi, dan kerja sama tim. Pertanyaan kedua bersifat komparatif dan menjadi inti pengujian hipotesis, yaitu: “Bagaimanakah perbedaan peningkatan hasil belajar keterampilan kreativitas siswa materi kingdom animalia dikelas yang diterapkan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis bioentrepreneurship dengan kelas yang diterapkan model pembelajaran *Project Based Learning*?”. Pertanyaan ini secara spesifik bertujuan untuk membandingkan peningkatan keterampilan kreativitas (seperti *Fluency*, *Flexibility*, *Originality*, dan *Elaboration*) antara kelas eksperimen yang mendapat unsur bioentrepreneurship dan kelas kontrol yang hanya mendapat PJBL biasa. Terakhir, penelitian ini menganalisis “Bagaimanakah respon siswa setelah melakukan kegiatan pembelajaran dengan model *Project Based Learning* (PJBL) berbasis bioentrepreneurship pada materi kingdom Animalia?”. Respon yang diukur melalui angket ini akan menunjukkan sejauh mana model tersebut berhasil menumbuhkan minat belajar, motivasi, dan ketertarikan siswa terhadap kegiatan proyek yang berorientasi wirausaha.

Model *Project Based Learning* (PjBL) berlandaskan pada teori konstruktivisme, di mana siswa membangun pengetahuan melalui pengalaman nyata dalam mengerjakan proyek yang terstruktur (mulai dari perencanaan hingga publikasi hasil) (Novalia *et al.*, 2025; Sudjimat *et al.*, 2020). Ketika diintegrasikan dengan pendekatan *bioentrepreneurship*, model ini mengarahkan siswa untuk menerapkan ilmu biologi dalam inovasi kewirausahaan berbasis sumber daya hayati, sehingga mendorong pemikiran yang aplikatif dan berorientasi pada solusi. Proses pembelajaran ini secara langsung menstimulasi keterampilan kreativitas siswa yang didefinisikan sebagai kemampuan menghasilkan ide atau produk orisinal dan bermanfaat melalui kegiatan pengamatan, eksperimen, dan perancangan produk biologis yang unik (Aliyah & Martuti, 2024; Sudjimat *et al.*, 2020). Berdasarkan landasan tersebut, penelitian ini mengkaji Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis *Bioentrepreneurship* terhadap Peningkatan Keterampilan Kreativitas Siswa pada Materi Kingdom Animalia. Kajian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan model pembelajaran Biologi yang lebih kontekstual, inovatif, dan berorientasi pada penguatan kreativitas serta jiwa kewirausahaan peserta didik, sejalan dengan semangat pendidikan abad ke-21 dan implementasi Kurikulum Merdeka.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan jenis *quasi-eksperimen*, menggunakan desain *non-equivalent control group design*. Desain ini dipilih karena kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tidak diambil secara acak (*random*). Tujuan utamanya adalah untuk menguji dan membandingkan perbedaan hasil belajar antara dua kelompok yang memperoleh perlakuan berbeda, khususnya terhadap keterampilan kreativitas siswa. Penelitian dilaksanakan di MAN 1 Kota Cirebon pada peserta didik kelas X Tahun Ajaran 2024/2025, selama periode Februari hingga Maret 2025. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas X sebanyak 178 siswa,

sedangkan sampel ditentukan dengan teknik purposive sampling, yaitu kelas X MIPA 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas X MIPA 3 sebagai kelas kontrol. Jumlah total sampel sebanyak 70 siswa, terdiri atas 35 siswa di masing-masing kelas. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran *Project Based Learning* (PJBL) berbasis bioentrepreneurship, sedangkan variabel terikatnya adalah kreativitas siswa dalam menghasilkan produk berbahan dasar hewan.

Perlakuan pembelajaran pada materi Kingdom Animalia dilaksanakan selama empat kali pertemuan. Kelas eksperimen mendapatkan pembelajaran PJBL berbasis bioentrepreneurship yang terdiri atas delapan tahapan, termasuk kegiatan memantau proses penjualan produk berorientasi nilai ekonomis (*bioentrepreneurship*) secara online maupun offline. Adapun kelas kontrol hanya mendapatkan pembelajaran dengan model PJBL tanpa integrasi bioentrepreneurship (tujuh tahapan). Teknik pengumpulan data meliputi tes uraian (*extended response test*), observasi aktivitas siswa, dan angket respons siswa. Tes uraian digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa melalui pretest dan posttest. Indikator keterampilan kreatif yang diukur mencakup empat aspek, yaitu kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), dan merinci (*elaboration*). Instrumen tes telah melalui uji validitas empiris menggunakan korelasi *product moment* dan uji reliabilitas dengan rumus *Cronbach's Alpha*, yang diolah menggunakan program SPSS. Analisis data dilakukan secara kuantitatif. Tahapan analisis diawali dengan uji prasyarat yang meliputi uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas menggunakan *Levene's Test*. Selanjutnya, efektivitas peningkatan hasil belajar dianalisis melalui perhitungan *N-Gain Score*. Uji hipotesis utama dilakukan dengan menggunakan uji *Independent Sample t-Test* untuk mengetahui perbedaan hasil belajar antar kelompok, dan uji *Paired Sample t-Test* untuk melihat perbedaan *pretest* dan *posttest* dalam satu kelompok. Kriteria pengujian menyatakan bahwa H_a diterima jika nilai signifikansi (*Sig.*) < 0,05. Data hasil angket respons siswa dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan perhitungan persentase.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Aktivitas Siswa terhadap Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Berbasis Bioentrepreneurship

Hasil observasi aktivitas siswa per pertemuan dilakukan menggunakan lembar observasi selama empat kali pertemuan untuk dua kelompok sampel yakni pertama, kelas eksperimen (diterapkan model pembelajaran Project Based Learning yang berbasis Bioentrepreneurship) dan kedua, kelas kontrol (diberikan model pembelajaran Project Based Learning saja). Penilaian observasi aktivitas siswa ini didasarkan pada aktivitas yang diperbuat oleh siswa selama proses pembelajaran berlangsung, yang mencakup persiapan siswa dalam belajar, respons siswa terhadap guru dan teman kelasnya, serta kegiatan diskusi yang dilakukan atas kerja sama kelompok dalam menyelesaikan setiap permasalahan yang terjadi di kelas. Berikut pada Tabel 1. adalah rekap hasil persentase rata-rata lembar observasi keaktifan siswa per pertemuan:

Tabel 1. Rekap Hasil Lembar Observasi Keaktifan Siswa

Sampel	Pert. I (%)	Pert. II (%)	Pert. III (%)	Pert. IV (%)	Rata-Rata	Kategori
Kelas Eksperimen	69,3	74	81,34	89	78,41	Aktif

Kelas Kontrol	61,11	65,43	71,14	75,1	68,2	Cukup Aktif
---------------	-------	-------	-------	------	------	-------------

Berdasarkan tabel 1. di atas, diketahui bahwa rata-rata keaktifan siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki tingkat keaktifan yang berbeda di setiap pertemuannya. Berdasarkan hasil observasi, rata-rata keaktifan siswa pada kelas eksperimen yang menerapkan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Bioentrepreneurship* secara keseluruhan mencapai 78,41%, yang termasuk dalam kategori aktif. Aktivitas belajar siswa pada kelas ini menunjukkan peningkatan dari 69,3% pada pertemuan pertama menjadi 89% pada pertemuan keempat. Peningkatan ini terjadi karena penerapan model PjBL berbasis *Bioentrepreneurship* mampu mengarahkan cara belajar siswa sesuai dengan minat dan keinginan mereka, disertai bimbingan guru yang lugas sehingga siswa merasa diperhatikan saat menghadapi permasalahan di kelas. Selama proses pembelajaran, siswa dituntut untuk mengenal materi Kingdom Animalia, mengungkapkan kembali pengetahuan awal baik secara individu maupun kelompok, serta aktif dalam kegiatan diskusi dan presentasi. Sementara itu, pada kelas kontrol yang menggunakan model PjBL tanpa integrasi *Bioentrepreneurship*, rata-rata keaktifan siswa secara keseluruhan sebesar 68,2%, yang termasuk dalam kategori cukup aktif. Sama halnya dengan kelas eksperimen, aktivitas belajar siswa pada kelas kontrol juga mengalami peningkatan dari 61,11% pada pertemuan pertama menjadi 75,1% pada pertemuan keempat.

Secara umum, hasil observasi menunjukkan adanya peningkatan aktivitas belajar siswa pada kedua kelas, namun tingkat keaktifan pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model PjBL berbasis *Bioentrepreneurship* pada materi Kingdom Animalia mampu mendorong keterlibatan siswa secara lebih optimal. Keaktifan dan partisipasi siswa dalam proses pembelajaran menjadi faktor penting yang mendukung keberhasilan belajar, di mana menurut Bhardwaj *et al* (2025) integrasi unsur *bioentrepreneurship* membantu siswa berpikir lebih kreatif, bekerja secara kolaboratif, serta berani mengemukakan ide dalam kegiatan diskusi, presentasi, maupun saat menjawab pertanyaan dari guru. Penerapan PjBL yang dikaitkan dengan pendekatan *Bioentrepreneurship* menjadikan siswa dapat berpikir secara kreatif dan bekerja secara aktif di kelas (Artayasa *et al.*, 2024).

3.2. Perbedaan Peningkatan Hasil Belajar dan Kreativitas Siswa antara Model PjBL Berbasis Bioentrepreneurship dan Model PjBL

Penelitian ini membandingkan Kelas Eksperimen (diterapkan model pembelajaran Project Based Learning (PJBL) berbasis *Bioentrepreneurship*) dan Kelas Kontrol (diterapkan model pembelajaran PJBL saja). Hal tersebut sesuai dengan yang di kemukakan oleh (Lawson, 1995), bahwa terdapat 4 indikator yang diukur untuk mengukur keterampilan kreativitas siswa, yakni Kelancaran (*fluency*), Keluwesan (*Flexibility*), Keaslian (*Originality*), dan Merinci (*Elaboration*). Tes dilakukan dua kali, yakni pertama, sebelum proses pembelajaran (Pretest) dan kedua, sesudah proses pembelajaran (Posttest). Nilai ini mengukur perbedaan peningkatan hasil belajar siswa (keterampilan kreativitas). Sehingga hasil rata – rata pretest-posttest antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat disajikan dalam tabel 2. berikut.

Tabel 2. Pretest, Posttest dan N-Gain

Kelas	Pretest	Posttest	Selisih	N-Gain	Kategori
Eksperimen	31,14	79	47,86	67,8	Sedang
Kontrol	34,43	65,6	31,17	48,25	Sedang

Berdasarkan Tabel 2. diperoleh perbandingan hasil belajar antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada nilai awal (*pretest*), rata-rata kelas kontrol sebesar 34,43 sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kelas eksperimen yang memiliki rata-rata 31,14. Namun, setelah penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis Bioentrepreneurship, terjadi peningkatan yang signifikan pada nilai akhir (*posttest*). Rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen mencapai 79, sedangkan kelas kontrol hanya 65,6. Nilai peningkatan yang dihitung menggunakan N-Gain menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh rata-rata 67,8, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 48,25. Meskipun kedua kelas termasuk dalam kategori peningkatan sedang, selisih peningkatan hasil belajar rata-rata menunjukkan perbedaan yang cukup mencolok, yaitu 47,86 pada kelas eksperimen dan 31,17 pada kelas kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan model PjBL berbasis Bioentrepreneurship berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan kreativitas siswa secara lebih optimal dibandingkan pembelajaran konvensional, selaras dengan penelitian (Artayasa et al., 2024; Weng et al., 2022) bahwa model PjBL berbasis *Bioentrepreneurship* secara optimal meningkatkan keterampilan kreativitas siswa dibandingkan dengan pendekatan konvensional.

Uji prasyarat (Normalitas dan Homogenitas) dilakukan sebelum uji hipotesis untuk memastikan kelayakan data ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Uji Prasyarat

Sampel	Uji Prasyarat	Asym. Sig. (2-tailed)	Keterangan
Hasil Belajar	Uji Normalitas	0,878	Normal
Keterampilan Kreativitas Siswa	Uji Homogenis	0,094	Homogen

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,878. Karena nilai tersebut lebih besar dari 0,05, maka data *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas berdistribusi normal dan layak digunakan dalam analisis lebih lanjut. Selanjutnya, berdasarkan hasil uji homogenitas diperoleh nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,094. Nilai ini juga lebih besar dari 0,05, yang berarti bahwa data *posttest* pada kedua kelas bersifat homogen atau memiliki variansi yang sejenis.

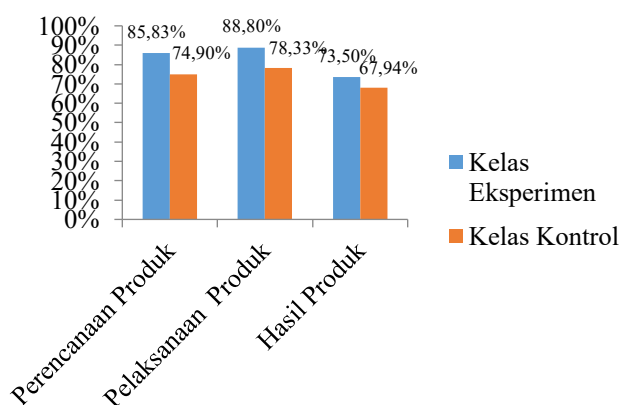
Karena data berdistribusi normal dan homogen, analisis dilanjutkan dengan menggunakan uji parametrik. Uji yang digunakan adalah *Independent Sample t-Test* untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan. Hasil perhitungan menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,001. Karena nilai tersebut lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan terhadap hasil *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Selanjutnya, dilakukan

Paired Sample t-Test untuk mengetahui perbedaan antara kemampuan awal (pretest) dan kemampuan akhir (posttest) dalam masing-masing kelompok. Pada kelompok eksperimen, nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 ($< 0,05$) menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara pretest dan posttest. Begitu pula pada kelompok kontrol, nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 ($< 0,05$) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara pretest dan posttest. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kedua model pembelajaran, yaitu PjBL berbasis Bioentrepreneurship dan PjBL saja, sama-sama berpengaruh terhadap peningkatan kreativitas siswa dalam membuat produk. Namun, hasil uji *Independent t-Test* menguatkan bahwa peningkatan pada kelas eksperimen jauh lebih signifikan.

Berdasarkan hasil penilaian produk siswa yang disesuaikan dengan rubrik penilaian pada tiga tahapan, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan hasil produk **Tabel 4**.

Tabel 4. Angket Kreativitas Siswa		
Kelas	Rata-Rata	Kategori
Kelas Eksperimen	80	Kreatif
Kelas Kontrol	71,8	Kreatif

Diperoleh bahwa nilai rata-rata hasil produk siswa pada kelas eksperimen mencapai 80, sedangkan kelas kontrol hanya 71,8. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* berbasis Bioentrepreneurship mampu memberikan dampak yang lebih baik terhadap kualitas produk yang dihasilkan siswa. Langkah-langkah ini terbukti secara langsung meningkatkan kualitas produk dan kompetensi mahasiswa dalam berwirausaha (Rosyidi *et al.*, 2023).Selanjutnya, berdasarkan penilaian kreativitas produk pada setiap tahapan proyek disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Kreativitas Produk Siswa Tahapan Pembuatan Proyek

Disajikan pada Gambar 1. diketahui bahwa kelas eksperimen menunjukkan persentase yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol pada seluruh tahapan. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan bioentrepreneurship dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kemandirian dalam mengembangkan ide produk. Peningkatan ini diperkuat oleh penelitian Wardani *et al* (2025)

menunjukkan bahwa keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan bio kewirausahaan secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan kemandirian dalam pengembangan ide produk.

Adapun contoh hasil produk siswa pada kelas eksperimen berupa olahan makanan berbahan dasar hewan yang memiliki nilai jual dan inovasi, seperti cireng isi ayam suwir (cireng meledaks), sotong udang, chicken katsu, kebab millenial, dan corndog sausage and cheese. Produk-produk tersebut berorientasi pada nilai ekonomis sesuai karakteristik bioentrepreneurship. Sementara itu, pada kelas kontrol yang hanya menerapkan model PjBL tanpa pendekatan bioentrepreneurship, produk yang dihasilkan berupa olahan makanan dan kerajinan seperti udang crispy, cumi sambal ijo, crispy crab stick, kerajinan cangkang kerang, dan steak ayam. Produk tersebut hanya dipresentasikan dan didiskusikan di kelas tanpa diarahkan untuk memiliki nilai jual, dokumentasi hasil dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Olahan Makanan Cireng Meledaks dan Kerajinan Cangkang Kerang

Temuan ini memperkuat bahwa integrasi konsep *bioentrepreneurship* dalam PjBL mendorong siswa tidak hanya kreatif dalam proses pembuatan produk, tetapi juga mampu berpikir aplikatif dan ekonomis terhadap hasil karyanya. PjBL yang dikombinasikan dengan ekopreneurship menunjukkan bahwa modul pembelajaran interaktif dan praktis membantu siswa mengembangkan keterampilan bisnis berkelanjutan di samping inovasi teknologi, menumbuhkan kreativitas sekaligus memelihara pemikiran ekonomi dan aplikatif (Azizah *et al.*, 2025).

Berdasarkan hasil analisis perbandingan nilai N-Gain untuk setiap indikator keterampilan kreativitas, diperoleh bahwa kelas eksperimen menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol pada hampir seluruh aspek yang diukur. Seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Keterampilan Kreativitas per Indikator

Indikator Kreativitas	Kelas Eksperimen (N-Gain)	Kategori	Kelas Kontrol (N-Gain)	Kategori
Keluwesasan (<i>Flexibility</i>)	0,84	Tinggi	0,61	Sedang
Merinci (<i>Elaboration</i>)	0,76	Tinggi	0,61	Sedang
Keaslian (<i>Originality</i>)	0,81	Tinggi	0,46	Sedang
Kelancaran (<i>Fluency</i>)	0,014	Rendah	-0,12	Rendah

Indikator Keluwesan (*Flexibility*) pada kelas eksperimen mencapai nilai N-Gain sebesar 0,84 dengan kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol hanya 0,61 dengan kategori sedang. Indikator Keaslian (*Originality*) juga menunjukkan perbedaan mencolok, di mana kelas eksperimen

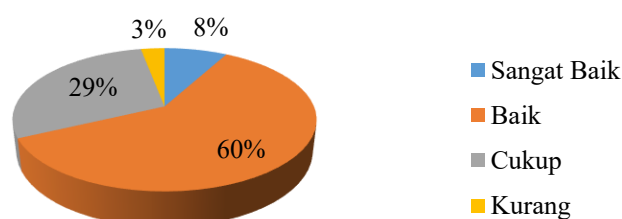
memperoleh N-Gain 0,81 (kategori tinggi), sementara kelas kontrol hanya 0,46 (kategori sedang). Demikian pula pada indikator Merinci (*Elaboration*), kelas eksperimen memperoleh N-Gain sebesar 0,76 (kategori tinggi), sedangkan kelas kontrol sebesar 0,61 (kategori sedang). Satu-satunya indikator yang masih tergolong rendah pada kedua kelas adalah Kelancaran (*Fluency*), dengan nilai N-Gain masing-masing 0,014 pada kelas eksperimen dan -0,12 pada kelas kontrol.

Rendahnya capaian pada indikator kelancaran (*fluency*) meskipun indikator keaslian (*originality*) dan merinci (*elaboration*) sangat tinggi dapat dijelaskan oleh karakteristik tugas proyek berbasis *bioentrepreneurship*. Dalam pembelajaran ini, siswa tidak dituntut untuk melontarkan sebanyak mungkin ide mentah (*quantity of ideas*), melainkan didorong untuk memvalidasi satu ide produk yang paling potensial memiliki nilai jual dan daya saing (*quality and feasibility*). Dalam kerangka kerja Torrance, (2025) kelancaran didefinisikan sebagai jumlah total ide bermakna yang dihasilkan, sedangkan orisinalitas mengacu pada kelangkaan atau keunikan ide dan elaborasi mengacu pada jumlah detail yang ditambahkan. Tugas yang tidak secara eksplisit menuntut banyak ide alternatif secara alami akan menekan skor kelancaran, bahkan ketika siswa menunjukkan orisinalitas dan elaborasi yang kuat pada satu ide yang dipilih (Syarifatul luthfia, 2024).

Fokus siswa tercurah pada upaya mematangkan konsep produk agar detail dan unik (tercermin pada tingginya skor *elaboration* dan *originality*), sehingga aspek *fluency* menjadi kurang dominan. Selain itu, keterbatasan durasi proyek yang dilaksanakan dalam empat kali pertemuan membuat fase eksplorasi ide (*divergen*) menjadi lebih singkat. Siswa cenderung langsung mengerucutkan pilihan pada satu solusi praktis untuk segera dieksekusi menjadi produk nyata yang bernilai ekonomis, seperti *cireng meledaks* atau kerajinan cangkang kerang. Meskipun demikian, hasil ini tetap menunjukkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* berbasis *Bioentrepreneurship* memberikan peningkatan yang lebih signifikan terhadap keterampilan kreativitas siswa, terutama dalam aspek keluwesan, keaslian, dan kemampuan merinci ide. Temuan ini sejalan dengan penelitian Wati & Muhaimin (2022) yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis *Bioentrepreneurship* mampu mengembangkan kecerdasan kewirausahaan sekaligus mendorong kreativitas siswa dalam memecahkan masalah secara inovatif.

3.3. Respon Siswa terhadap Pembelajaran PjBL Berbasis *Bioentrepreneurship*

Angket respons ini diberikan kepada siswa kelas eksperimen (PjBL berbasis *Bioentrepreneurship*) setelah kegiatan pembelajaran selesai untuk mengetahui tanggapan mereka terhadap model pembelajaran yang diterapkan. Angket ini terdiri dari 20 pernyataan (15 positif dan 5 negatif), menggunakan skala Likert dengan empat alternatif jawaban (Sangat Setuju/SS, Setuju/S, Tidak Setuju/TS, dan Sangat Tidak Setuju/STS) hasil angket yang disajikan pada Gambar 3.

Presentase Angket Respon Siswa Kelas Eksperimen**Gambar 3.** Presentase Angket Respon Kelas Eksperimen

Diperoleh rata-rata persentase respons siswa terhadap penerapan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) berbasis *Bioentrepreneurship* sebesar 73,86%, yang termasuk dalam kategori baik. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memberikan respons positif terhadap model pembelajaran yang diterapkan. Secara rinci, sebanyak 8% siswa memberikan respons dalam kategori sangat baik dan 60% siswa dalam kategori baik, sehingga total 68% siswa menunjukkan penerimaan yang sangat positif terhadap model pembelajaran ini. Sementara itu, 29% siswa memberikan respons dalam kategori cukup, dan hanya 3% siswa yang merespons kurang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan PjBL berbasis *Bioentrepreneurship* diterima dengan sangat baik oleh siswa dan mampu menciptakan suasana belajar yang menarik, partisipatif, dan bermakna. Studi lain dari Hayati *et al* (2024) melaporkan peningkatan sebesar 25% dalam partisipasi aktif dari pra-tindakan hingga siklus II, melampaui target 20%, yang menegaskan efektivitas model dalam mendorong keterlibatan siswa.

Respons positif tersebut tidak hanya mencerminkan tingkat kepuasan siswa terhadap proses pembelajaran, tetapi juga menunjukkan peningkatan dalam motivasi belajar, minat belajar, sikap kewirausahaan, dan kreativitas. Siswa merasa bahwa pembelajaran berbasis proyek yang dikaitkan dengan konsep *bioentrepreneurship* membuat mereka lebih termotivasi dan tertarik mempelajari materi Kingdom Animalia secara mendalam. Hal ini sejalan dengan prinsip *student-centered learning*, di mana siswa memiliki kebebasan untuk mengeksplorasi ide dan menyalurkan kreativitasnya dalam proses pembelajaran (Arifah, 2025). Guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan ruang bagi siswa untuk berkreasi, bereksperimen, dan menyelesaikan masalah dengan cara mereka sendiri, yang pada akhirnya meningkatkan keterlibatan aktif dalam kelas (Arifah, 2025).

Temuan penelitian ini memiliki relevansi kuat dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pembelajaran berbasis proyek untuk penguatan karakter. Penerapan model PjBL berbasis *Bioentrepreneurship* tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga secara aktif menginternalisasi dimensi Profil Pelajar Pancasila.

Pertama, dimensi Kreatif terasah melalui tantangan menciptakan produk inovatif bernilai ekonomis seperti *cireng meledaks* dan *kebab millenial*. Kedua, dimensi Mandiri terbangun karena siswa dituntut untuk mengelola proyek wirausaha mereka mulai dari perencanaan hingga penjualan, yang melatih tanggung jawab dan inisiatif. Ketiga, dimensi Gotong Royong terlihat nyata dari peningkatan aktivitas kolaboratif siswa yang mencapai rata-rata 78,41% di kelas eksperimen. Melalui kerja kelompok yang intensif dalam memecahkan masalah produksi dan pemasaran, siswa belajar untuk saling berbagi peran dan bersinergi demi mencapai tujuan bersama.

4. KESIMPULAN

Terdapat adanya peningkatan aktivitas belajar siswa pada pertemuan pertama sampai pertemuan keempat dikelas yang diterapkan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis *Bioentrepreneurship* pada konsep materi kingdom animalia lebih tinggi jika di bandingkan dengan kelas yang hanya diterapkan oleh model pembelajaran *Project Based Learning* saja. Hal ini terbukti dari perhitungan lembar observasi aktivitas belajar siswa dan penilaian produk siswa yang mengalami peningkatan di kelas yang diterapkan pembelajaran *Project Based Learning* berbasis *Bioentrepreneurship*. Perbedaan peningkatan hasil belajar keterampilan kreativitas siswa di MAN 1 Kota Cirebon antara kelas yang diterapkan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis *Bioentrepreneurship* dengan kelas yang diterapkan model pembelajaran *Project Based Learning*. Perbedaan tersebut dapat diketahui dari hasil perhitungan rata – rata N-Gain dan uji hipotesis yang telah di lakukan menunjukkan bahwasannya terdapat adanya pengaruh penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis *bioentrepreneurship* terhadap kreativitas siswa didalam membuat produk yang berbahan dasar dari hewan.

Respon siswa terhadap penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis *Bioentrepreneurship* pada bahasan materi kingdom animalia, memberikan respon dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwasanya adanya penelitian dengan menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis *Bioentrepreneurship* dapat di jadikan sebagai salah satu alternatif terhadap penggunaan model pembelajaran ini pada konsep materi kingdom animalia, karena dapat meningkatkan keterampilan kreativitas siswa, mempunyai minat belajar yang tinggi, termotivasi untuk memahami konsep materi secara lebih mendalam mengenai kingdom animalia, serta hasil belajar siswa di MAN 1 Kota Cirebon. Sehingga dalam hal ini, Pembelajaran biologi dengan menggunakan penerapan *Project Based Learning* berbasis *Bioentrepreneurship* dapat dijadikan sebagai alternatif dalam proses pembelajaran karena dapat meningkatkan aktivitas siswa terhadap keterampilan kreativitas siswa yang dibarengi dengan penerapan pembelajaran *Bioentrepreneurship*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyah, Z., & Martuti, N. K. T. (2024). Implementation of the Project Based Learning (PjBL) Model to Students' Problem Solving Ability and Entrepreneurial Interest in Environmental Change Material. *Journal of Biology Education*, 13(2), 127–135. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujbe>
- Arifah, F. N. (2025). The Effectiveness of the PQRS Model in Enhancing Scientific Literacy and Critical Thinking Skills of Students on the Topic of Human Excretory System in the Merdeka Curriculum Era. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*. 14(3), 765–771.
- Artayasa, I. P., Rosyidi, M. A., M. M. Awang Kechik, & Yustiqvar, M. (2024). The Impact of Biopreneurship Project-Based Science Learning on Students' Entrepreneurial Creativity. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(3). <https://doi.org/10.15294/fj8bwr22>
- Azizah, S. N., Rahayu, Y. S., & Indah, N. K. (2025). *Project Baced Learning E-book : Training Ecopreneurship Skills for Students with Technological Innovation Material*. 12(5), 1309–1320.
- Bhardwaj, V., Zhang, S., Tan, Y. Q., & Pandey, V. (2025). Redefining learning: student-centered strategies for academic and personal growth. *Frontiers in Education*, 10.

<https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1518602>

- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hayati, N., Fitriyah, L. A., Wijayadi, A. W., Manasikana, O. A., & Af'idah, N. (2024). Bioentrepreneurship Learning Implementation: Analysis of Students' Critical Thinking Skills. *Indonesian Journal of Biology Education*, 7(1), 7–14. <https://doi.org/10.31002/ijobe.v7i1.1427>
- Novalia, R., Marini, A., Bintoro, T., & Muawanah, U. (2025). Project-based learning: For higher education students' learning independence. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101530. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101530>
- Rohmah, N., Rahmawati, E., & Khotimah, I. (2024). Implementing Authentic Assessment Based on the Curriculum 2013. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4, 14490–14500.
- Rosyidi, M. A., Jufri, A. W., & Artayasa, I. P. (2023). Development of Biopreneurship Project-Based Module for Junior High School Students in Mandalika Lombok Special Economic Zone. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 7579–7590. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.5078>
- Sari, H. P., Rafiah, A., & Falani, I. (2025). Is Project-Based Learning a Guaranteed Boost for Students' Creativity? A Meta-Analytic Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(4), 745–751. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i4.10159>
- Shiyamsyah, F. S. F., Yuliani, Y., & Rahayu, Y. S. (2024). Validity and practicality of project-based learning teaching modules to train life skills Era Society 5.0 (bioentrepreneurship). *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(1), 96–106. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i1.30141>
- Sudjimat, D. A., Nyoto, A., & Romlie, M. (2020). Implementation of Project-Based Learning Model and Workforce Character Development for the 21st Century in Vocational High School. *International Journal of Instruction*, 14(1), 181–198. <https://doi.org/10.29333/IJI.2021.14111A>
- Tassya, T. O., Jufri, A. W., & Mahrus, M. (2025). Efektifitas Model PjBL (Project-Based Learning) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa (Effectiveness Of PjBL (Project-Based Learning) For Improving Students' High Order Thinking Skill). *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 5(3), 478–488. <https://doi.org/10.51878/teaching.v5i3.6962>
- Wardana, L. W., Narmaditya, B. S., Wibowo, A., Mahendra, A. M., Wibowo, N. A., Harwida, G., & Rohman, A. N. (2020). The impact of entrepreneurship education and students' entrepreneurial mindset: the mediating role of attitude and self-efficacy. *Heliyon*, 6(9), e04922. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04922>
- Wardani, I., Sari, M. S., Sulisetijono, S., Gofur, A., Hassan, Z. bin, & Arsyad, M. (2025). Stuctural correlation of creative thinking skills, problem-solving, and entrepreneurial self-efficacy in biology education students: PLS SEM analysis. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(2), 669–682. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v11i2.40800>
- Wati, E. S., & Muhaimin, M. (2022). *Integration problem based learning based bioentrepreneurship to improve entrepreneurial character and science process skills*. 12, 1–5.
- Watson Todd, R., Munkong, C., Assavarak, P., & Pojanapunya, P. (2025). Authentic learning for soft skills development and environmental sustainability. *London Review of Education*, 23(1).

<https://doi.org/10.14324/LRE.23.1.12>

- Weng, X., Chiu, T. K. F., & Tsang, C. C. (2022). Promoting student creativity and entrepreneurship through real-world problem-based maker education. *Thinking Skills and Creativity*, 45, 101046. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101046>
- Zachrich, L., Wagner, W., Bertram, C., & Trautwein, U. (2024). Really? It depends! How authentic learning material affects involvement with personal stories of the past. *Learning and Instruction*, 92, 101921. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.101921>
- Zuhri, Z., & Afriani, G. (2025). Implementing Project-Based Learning to Enhance 21st Century Skills Among Senior High School Students. *Global Education Journal*, 3(2), 463–471. <https://doi.org/10.59525/gej.v3i2.716>