



## **Bricket sebagai Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir kritis Mahasiswa Pendidikan Fisika**

**Hanifah Zakiya<sup>1\*</sup>, Ryna Aulia Falamy<sup>2</sup>, Afif Rahman Riyanda<sup>3</sup> dan Kartini Herlina<sup>4</sup>**

<sup>1,2,4</sup>Pendidikan Fisika, Universitas Lampung

<sup>3</sup>Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Lampung

\*E-mail :hanifahzakiya@fkip.unila.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.52188/jpfs.v9i01.1813>

Accepted: 22 Desember 2025 Approved: 30 Desember 2025 Published: 31 Maret 2026

### **ABSTRAK**

Keterampilan berpikir kreatif sebagai kompetensi abad ke-21 memerlukan media pembelajaran kontekstual. Penelitian ini menjawab kesenjangan antara implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek dan penilaian kreativitas yang masih jarang mengintegrasikan validasi produk secara empiris. Tujuan penelitian adalah menguji efektivitas model Pembelajaran Berbasis Proyek berbasis alam sekitar melalui proyek biobriquet untuk melatih berpikir kreatif melalui unjuk kerja. Penelitian menggunakan desain studi kasus kualitatif pada mata kuliah Laboratorium Pembelajaran Berbasis Alam Sekitar, dengan data dikumpulkan melalui observasi, analisis dokumen, dan wawancara, yang dianalisis secara tematik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) setiap sintaks Pembelajaran Berbasis Proyek dapat memfasilitasi indikator kreativitas berbeda, melalui identifikasi masalah yang memicu orisinalitas dan kelancaran ide; (2) validasi kinerja biobriquet (uji kadar air, abu, kepadatan) berperan sebagai pemicu yang mengubah kreativitas menjadi inovasi saintifik melalui siklus yang berulang evaluasi-revisi; (3) keefektifan model ditentukan oleh keautentikan konteks dan pendampingan selama proses pembuatan untuk menjembatani kesesuaian ide dan proses hingga dapat biobriquet yang ideal. Simpulan penelitian menegaskan bahwa integrasi validasi empiris ke dalam inti pembelajaran berbasis proyek tidak hanya melatih kreativitas, tetapi juga membangun tanggung jawab ilmiah mahasiswa, sehingga berkontribusi pada pengembangan model pembelajaran sains yang relevan dan transformatif.

**Kata kunci:** Pembelajaran Berbasis Proyek, Berpikir Kreatif, Unjuk Kerja, biobriquet

### **ABSTRACT**

Creative thinking skills as a 21st-century competency require contextual learning media. This study addresses the gap between the implementation of Project-Based Learning and creativity assessment, which rarely integrates empirical product validation. The purpose of this study is to test the effectiveness of a nature-based Project-Based Learning model through a bio-briquette project to train creative thinking through performance. The research used a qualitative case study design in the Environment-Based Learning Laboratory course, with data collected through observation, document analysis, and interviews, which were analyzed thematically. The results of the study show that: (1) each Project-Based Learning syntax can facilitate different creativity indicators, through the identification of problems that trigger originality and smoothness of ideas; (2) the validation of bio-briquette performance (testing moisture content, ash, density) acts as a trigger that transforms creativity into scientific innovation through a cycle of repeated evaluation and revision; (3) the effectiveness of the model is determined by the authenticity of the context and assistance during the manufacturing process to bridge the gap between ideas and processes in order to produce the ideal biobriquette. The conclusion of the study confirms that the integration of empirical validation into the core of project-based learning

Hanifah Zakiya, Ryna Aulia Falamy, Afif Rahman Riyanda, Kartini Herlina/ JPFS 9(1) (2026) 1-13  
not only trains creativity but also builds students' scientific responsibility, thereby contributing to the development of a relevant and transformative science learning model.

**Keyword:** Project-Based Learning, Creative Thinking, Performance, Biobriquettes

@2026 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

---

## PENDAHULUAN

Pada era revolusi industri dan society 5.0, pendidikan sains dituntut tidak hanya membekali pengetahuan konseptual, namun juga dituntut untuk mengembangkan keterampilan abad 21 yang esensial untuk menghadapi tantangan global yang semakin kompleks dan dinamis (Widana & Septiari, 2021). Keterampilan ini meliputi kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, inovasi, komunikasi, dan kolaborasi (Angga et al., 2022). Berdasarkan hasil studi pendahuluan salah satu keterampilan abad 21 yang masih perlu mendapat perhatian dan dilatihkan secara mendalam adalah kemampuan berpikir kreatif, karena keketeterampilan kreatif merupakan adalah kemampuan dasar untuk menghasilkan solusi inovatif dan menyelesaikan masalah lingkungan yang dinamis dan kompleks (Saefullah et al., 2021; Mukhlislin et al., 2024).

Pembelajaran berbasis proyek telah dinyatakan sebagai model pembelajaran yang efektif untuk melatih kemampuan berpikir kreatif (Saefullah et al., 2021). Pembelajaran berbasis proyek menempatkan mahasiswa sebagai pusat pembelajaran melalui keterlibatan aktif dalam merancang, melaksanakan, dan mempresentasikan proyek yang relevan dengan materi fisika dan kehidupan sehari-harinya (Munandar et al., 2025). Studi meta-analisis dan penelitian eksperimental telah membuktikan efektivitas pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan kreativitas dan hasil belajar pada jenjang sekolah dasar dan menengah serta pada materi-materi tertentu (Wulandari et al., 2019). Pada jenjang pendidikan tinggi pembelajaran berbasis proyek terbukti dapat meningkatkan pemecahan masalah secara kreatif (Diawati et al., 2018a) dan efektif dalam pengembangan kemampuan kognitif tingkat tinggi, seperti analisis, sintesis, dan evaluasi, yang esensial bagi mahasiswa untuk mengadaptasi diri terhadap tantangan dunia nyata (Ramírez de Dampierre et al., 2024a). Penerapan pembelajaran berbasis proyek juga terbukti dapat melibatkan mahasiswa secara aktif, memungkinkan kolaborasi interdisipliner, dan memfasilitasi penyelesaian masalah otentik yang relevan dengan kebutuhan industri dan masyarakat (Evenddy et al., 2023).

Berdasarkan tinjauan literatur tentang pembelajaran berbasis proyek ditemukan dua kelemahan utama dari penelitian sebelumnya. Pertama, penilaian berpikir kreatif dalam pembelajaran berbasis proyek seringkali hanya mengandalkan tes dan lembar observasi (Hasan et al., 2023; Nuraini, 2023), belum ditemukan fokus penilaian pada unjuk kinerja. Sehingga penelitian ini menerapkan pembelajaran berbasis proyek yang difokuskan pada pengukuran keterampilan berpikir kreatif melalui unjuk kinerja, dengan tujuan agar penilaian kreativitas mahasiswa dapat diakses dengan sangat detail dan otentik. Kedua, ditemukan masih sedikit inovasi model pembelajaran di laboratorium pendidikan tinggi yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek, yang mengeksplorasi lingkungan, dan penilaian unjuk kerja secara sistematis untuk melatih kreativitas mahasiswa, padahal kebutuhan akan pengembangan keterampilan abad 21 di tingkat pendidikan tinggi (Jufriadi et al., 2022). Sehingga diperlukan penelitian yang berfokus pada implementasi pembelajaran berbasis proyek dengan memanfaatkan 'alam sekitar' sebagai laboratorium utamanya. Pemanfaatan alam sekitar dapat dikembangkan dalam perkuliahan Laboratorium pembelajaran berbasis alam sekitar, matakuliah ini merupakan bagiandari kurikulum pendidikan fisika di Universitas Lampung. Matakuliah ini sesuai dengan karakteristik pembelajaran berbasis proyek yaitu dapat efektif diimplementasikan pada materi-materi pembelajaran dengan karakteristik *experiential learning* (belajar melalui pengalaman) (Arifin & Laila, 2025).

Proyek dalam mata kuliah Laboratorium Pembelajaran Berbasis Alam Sekitar dimulai dari analisis masalah lingkungan, diantaranya krisis pengelolaan limbah organik dan kebutuhan akan sumber energi alternatif yang terjangkau dan berkelanjutan (Yuniar & Ginting, 2024; Sutisna et al., 2021) isu tersebut, perlu memanfaatkan limbah organik sebagai sumber energi alternatif seperti pembuatan biobriket (Furqan et al., 2025). Pembuatan biobriket telah banyak dikembangkan, namun banyak yang berhenti pada pembuatan produk tanpa dilanjutkan dengan validasi kinerja ilmiah seperti pengujian nilai kalor, durasi pembakaran, atau emisi. Validasi kinerja biobriket merupakan bagian integral dari proses belajar dan bukti keefektifan solusi (Alfitria, 2024), agar produk biobriket teruji dan dapat di implementasikan langsung oleh masyarakat umum. Bagi mahasiswa, proses yang dilakukan

Hanifah Zakiya, Ryna Aulia Falamy, Afif Rahman Riyanda, Kartini Herlina/ JPFS 9(1) (2026) 1-13  
mulai dari identifikasi masalah, perancangan, produksi, hingga evaluasi produk biobriket memberikan ruang yang kaya untuk melatih setiap tahap berpikir kreatif mahasiswa secara utuh (Aqil et al., 2023).

Pembelajaran berbasis proyek telah teruji dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif mahasiswa (Mona & Rachmawati, 2023; Pratama et al., 2023; Taliak et al., 2024a), namun implementasinya dalam pendidikan tinggi masih perlu ditingkatkan (Pamungkas et al., 2024) karena asesmen yang digunakan masih cenderung mengandalkan instrumen tes tertulis atau lembar observasi sehingga kurang mengeksplorasi potensi kreativitas mahasiswa secara mendalam (Pamungkas et al., 2024; Yamin & Hartiningsih, 2023). Pembelajaran berbasis proyek di perguruan tinggi masih banyak terbatas pada laboratorium konvensional, sementara eksplorasi pembelajaran yang memanfaatkan “alam sekitar” yang disertai penilaian unjuk kinerja masih terbatas. Selanjutnya, produk (biobriket) yang dihasilkan dalam pembelajaran berbasis proyek sering kali berhenti pada tahap pembuatan produk, tanpa dilanjutkan dengan validasi kinerja produk (misalnya melalui pengujian parameter kualitas biobriket seperti nilai kalor, kadar air, atau kadar abu) sebagai bagian integral dari proses pembelajaran dan penilaian yang autentik. Dengan demikian, terdapat celah antara potensi teoretis pembelajaran berbasis proyek dan implementasi yang mengintegrasikan konteks alam sekitar dengan penilaian berbasis unjuk kerja, serta validasi empiris produk dalam satu rangkaian pembelajaran yang koheren.

Penelitian ini dirancang untuk mengisi celah celah dari penelitian sebelumnya, yaitu dengan mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek pada matakuliah Laboratorium berbasis alam sekitar dengan penilaian berpikir kreatif melalui unjuk kerja otentik. Penelitian ini dilakukan dengan rumusan utama tentang “Bagaimana penerapan pembelajaran berbasis proyek berbasis alam sekitar dalam proyek biobriket dapat melatih kemampuan berpikir kreatif mahasiswa yang terukur melalui unjuk kerjanya?” Secara spesifik dijabarkan sebagai berikut (1) Bagaimana unjuk kerja mahasiswa pada setiap tahap pembelajaran berbasis proyek merefleksikan indikator berpikir kreatif? (2) Bagaimana tahap validasi kinerja biobriket berkontribusi terhadap proses berpikir kreatif? (3) Apa saja faktor yang memengaruhi implementasi model ini?”. Kebaruan dalam penelitian ini yaitu ,enempatkan validasi kinerja produk sebagai puncak proses saintifik dalam pembelajaran berbasis proyek , penelitian ini tidak hanya melatih berpikir kreatif secara lebih mendalam dan terukur, tetapi juga berkontribusi pada literasi sains masyarakat melalui produk dan publikasi yang lahir dari proses validasi empiris.

## METODE

Penelitian ini menggunakan desain studi kasus kualitatif terpancang (*embedded qualitative case study*) (Creswell & Poth, 2016) desain ini dipilih untuk menjawab pertanyaan "bagaimana" tentang suatu fenomena sosial yang kompleks, yaitu proses pelatihan berpikir kreatif melalui unjuk kerja dalam pembelajaran berbasis proyek. Populasi dari penelitian adalah seluruh mahasiswa pendidikan fisika universitas lampung yang mengampu mata kuliah Laboratorium Pembelajaran Berbasis Alam Sekitar di Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Lampung. Sampel dalam penelitian yaitu 6 mahasiswa yang tergabung dari 3 kelompok yang mengampu mata kuliah Laboratorium Pembelajaran Berbasis Alam Sekitar, yang dipilih secara *purposive* berdasarkan kriteria memiliki ketertarikan terhadap proyek biobriket sebagai produk akhir perkuliahan. Dalam penelitian ini, peneliti berperan ganda sebagai dosen pengampu dan peneliti, ini yang memberikan akses mendalam terhadap konteks pembelajaran tetapi berisiko menimbulkan bias subjektif. Untuk mengantisipasi bias subjektif, penelitian mengandalkan triangulasi data (observasi, dokumen, wawancara), *member checking* (konfirmasi interpretasi dengan partisipan), dan reflektivitas peneliti melalui jurnal reflektif.

Tahapan penelitian dirancang mengikuti sintaks pembelajaran berbasis proyek yang disesuaikan (Yusri et al., 2024) Setiap sintak pembelajaran berbasis proyek berperan ganda sebagai langkah pembelajaran dan pengumpulan data. Penelitian dimulai dengan persiapan dan pemberian masalah autentik tentang konversi limbah . Pada fase perencanaan dan desain, data unjuk kerja kreatif mahasiswa dikumpulkan melalui observasi dan analisis jurnal. Tahap inti penelitian terjadi pada fase validasi kinerja, di mana kegiatan pengujian biobriket yang dirancang mahasiswa menjadi sumber data utama untuk memahami kontribusi inkuiri empiris terhadap berpikir kreatif. Seluruh proses, termasuk refleksi, revisi, dan publikasi artikel, menjadi bahan analisis untuk melihat konsistensi kreativitas dan mengidentifikasi faktor pendukung serta penghambat. Jenis data, teknik pengumpulan data dan teknik analisis data dijelaskan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Jenis data, Teknik pengumpulan dan Teknik analisis data

Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data	Teknik Analisis Data
Hasil Penilaian kinerja proses pembuatan biobriket	Observasi terstruktur, analisis dokumen	Analisis tematik (berdasarkan indikator berpikir kreatif)
Hasil Penilaian Unjuk Kinerja biobriket	Analisis dokumen, wawancara, observasi	Analisis tematik dan komparatif
Data kontekstual implementasi	Wawancara, analisis dokumen reflektif, observasi	Analisis tematik (faktor pendukung dan penghambat)

## HASIL

Hasil penelitian ini di tampilkan melalui hasil penilaian kemampuan berpikir kreatif yang dinilai dari kemampuan unjuk kinerja mahasiswa dalam menyelesaikan setiap masalah dalam proses pembuatan biobriket hingga dihasilkan Briket yang tersatandar. Pada Tabel 1, telah dipaparkan bahwa mahasiswa telah mengembangkan kemampuan berpikir kreatifnya selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Hasil penilaian pada Tabel 2 merupakan hasil inovasi material biobriket dan perekatnya.

Tabel 2. Spesifikasi material dan perekat pada biobriket

Kelompok	Material 1	Material 2	Perekat
A	Limbah Daun Bambu	Serbuk Kayu Jati	Tapioka
B	Limbah Sekam Padi	-	Tepung ketan & bubur kertas
C	Tempurung Kelapa	Ampas Kopi	Tapioka

Selanjutnya, dalam penelitian ini juga menilai proses pembuatan biobriket, sebagai mana di paparkan dalam Tabel 3. Terdiri dari 10 indikator unjuk kerja yang disesuaikan dengan penelitian tedahulu (Diawati et al., 2018b):

Tabel 3. Hasil Penilaian kinerja proses pembuatan biobriket sebagai indikasi keterampilan berpikir kreatif

No	Uraian	Kelompok		
		A	B	C
1	Berdasarkan soal, siswa menuliskan rumusan masalah yang relevan	89	71	65
2	Berdasarkan rumusan masalah tersebut, mahasiswa menuliskan rumusan masalah yang bervariasi.	90	70	66
3	Berdasarkan masalah tersebut, mahasiswa menuliskan rumusan ide yang relevan dari tujuan proyek.	89	72	70
4	Berdasarkan masalah, mahasiswa menuliskan rumusan ide yang relevan tentang pentingnya proyek	91	80	70
5	Siswa menjelaskan prosedur modifikasi briket; konsep yang benar dan relevan.	90	79	70
6	Mahasiswa merinci daftar bahan peralatan dengan jumlah yang memadai dan bahan yang relevan.	88	80	76
7	Mahasiswa menganalisis komponen bahan alam yang tersedia disekitar sekolah maupun lingkungan tempat tinggal	90	77	70
8	Mahasiswa menjelaskan fungsi dari setiap komponen dari bahan alam yang dipilih.	91	80	76
9	Mahasiswa merancang komposisi bahan dan perekat untuk menghasilkan briket terbaik.	87	75	70
10	Mahasiswa mendeskripsikan prinsip ujicoba kelayakan dan mencari standar yang sesuai.	88	88	70

Selain menilai proses pembuatan biobriket, peneliti juga melakukan penilaian hasil unjuk kerja biobriket pada Tabel 4, ini sebagai indikator keterampilan berpikir kreatif yang disesuaikan dengan penelitian menyesuaikan dari penelitian sebelumnya (Diawati et al., 2018b)

Tabel 4. Hasil Penilaian Unjuk Kinerja biobriket sebagai indikator keterampilan berpikir kreatif

No	Uraian	Kelompok		
		A	B	C
1	Mahasiswa menggunakan bahan pembuatan biobriket dari bahan limbah yang banyak tersedia di sekitar sekolah.	79	81	69
2	Mahasiswa mengganti bahan atau komposisi briket yang lebih murah dibanding dengan briket komersial	89	85	72

No	Uraian	Kelompok		
		A	B	C
3	Mahasiswa membuat briket dengan cara efektif dan efisien.	85	79	74
4	Mahasiswa menguji untuk membuktikan bahwa briket yang dibuat serupa dengan briket komersial.	87	78	75
5	Mahasiswa menguji untuk membuktikan bahwa komponen briket yang dihasilkan memiliki kualitas dan dapat diandalkan sebagai bahan bakar alternatif	83	86	72

Perbandingan hasil uji Briket buatan mahasiswa dengan Briket yang dijual di pasaran/ Standar sebagai dasar uji kelayakan Biobriket yang di hasilkan.

**Tabel 5.** Hasil Uji kualitas biobriket

Kelompok	Hasil Uji			Standar Kualitas Biobriket
	A	B	C	
Kadar air (%)	5,5%	4,8%	12,5%	< 15 %
Kepadatan (g/cm)	0,561	0,45	0,637	0.5-1,2g/ cm <sup>3</sup>
kadar abu (%)	12,5	0,135%	7,6 %	< 8

## PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil mengungkap bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek pada matakuliah laboratorium alam sekitar melalui proyek biobriket secara efektif melatih kemampuan berpikir kreatif mahasiswa, yang terukur melalui unjuk kerja mereka. Temuan utama memberikan jawaban eksplisit terhadap ketiga pertanyaan penelitian. Pertama, unjuk kerja mahasiswa pada setiap sintaks PjBL secara langsung merefleksikan perkembangan indikator berpikir kreatif. Tahap identifikasi masalah memicu orisinalitas dan kelancaran ide, seperti terlihat dari variasi material yang dipilih (Tabel 2). Tahap perancangan dan prototyping mengasah elaborasi, sementara tahap validasi kinerja menguji keluwesan adaptif mereka dalam menanggapi data empiris. Kedua, validasi kinerja briket (analisis data Tabel 5) terbukti menjadi fase penentu yang berkontribusi maksimal terhadap proses berpikir kreatif. Data hasil uji yang objektif (seperti kadar air atau abu) berfungsi sebagai stimulus kognitif yang memicu siklus berpikir konvergen (menganalisis penyebab) dan divergen baru (merancang perbaikan), sehingga mengubah ide kreatif menjadi inovasi saintifik yang teruji. Ketiga, implementasi model ini dipengaruhi oleh faktor pendukung utama yaitu konteks autentik material lokal dan struktur pembelajaran iteratif, serta faktor penghambat berupa kesenjangan antara kapasitas menghasilkan ide orisinal dengan kemampuan teknis mengeksekusinya, yang memerlukan bimbingan mendalam. Penelitian ini dikembangkan dari beberapa penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa model pembelajaran berbasis proyek secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa, khususnya dalam merancang dan menghasilkan produk inovatif sebagai solusi terhadap permasalahan dunia nyata (Lestari & Ilhami, 2022); Tamimiya & Suryadarma, 2019). Belum banyaknya implementasi model ini di pendidikan tinggi khususnya dalam laboratorium alam menjadi motivasi untuk mengeksplorasi potensi pembelajaran berbasis proyek dalam konteks tersebut (Aira Apriliani et al., 2025). Melalui pendekatan studi kasus kualitatif, melalui proyek pembuatan bio briket untuk mengatasi masalah limbah yang ada di sekitar. Secara sistematis pembahasan mendalam untuk menjawab pertanyaan penelitian dengan diawali pemetaan komponen berpikir kreatif dengan sintak pembelajaran berbasis proyek. Lalu dilakukan analisis pada kinerja masing-masing kelompok dalam setiap tahapan pembelajaran, diakhiri dengan refleksi melalui identifikasi indikator yang dapat mendukung dan menghambat proses implementasi pembelajaran berbasis proyek pembuatan briket. Pembahasan akan mengurai ketiga proposisi tersebut secara berurutan untuk memberikan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan.

### Pemetaan Indikator Berpikir Kreatif dan Unjuk Kerja pada Sintak Pembelajaran Berbasis Proyek

Pada bagian ini akan membahas hasil analisis data kualitatif dan kuantitatif dengan sintaks utama pembelajaran berbasis proyek yang diadaptasi (Yusri et al., 2024).

Pada sintak yang pertama *identifikasi masalah dan pertanyaan esensial* mahasiswa difokuskan untuk melakukan observasi ke sekolah kemudian menemukan masalah lingkungan yang ada disekitar sekolah tersebut. Berdasarkan data pada tabel 3 (poin 1-4) tentang kemampuan merumuskan masalah dan ide/solusi disesuaikan juga dengan hasil observasi pada masing-masing kelompok. Adanya masalah

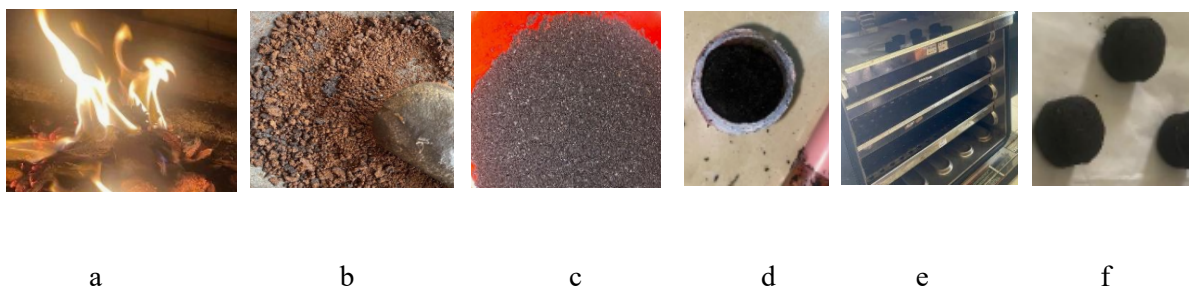
Hanifah Zakiya, Ryna Aulia Falamy, Afif Rahman Riyanda, Kartini Herlina/ JPFS 9(1) (2026) 1-13 menuntut mahasiswa untuk mencari berbagai solusi dengan mengkaji dan memanfaatkan penelitian terdahulu sebagai solusi, ini artinya masalah yang ada di alam sekitar mempengaruhi kelancaran (*fluency*) dalam berpikir kreatif. kelancaran dalam berpikir kreatif ini menunjukkan kemampuan individu dalam menghasilkan beragam ide secara spontan dan relevan untuk memecahkan masalah lingkungan yang teridentifikasi (Yamin & Hartiningsih, 2023). Pada gambar 1, merupakan beberapa limbah-limbah yang dipilih sebagai material utama pembuatan briket.



Gambar 1. Limbah daun bambu, serbuk kayu jati, tempurung kelapa dan ampas kopi

Berdasarkan material-material yang dipilih ini terlihat bahwa skor capaian oleh masing-masing kelompok yang bervariasi signifikan, Kelompok A konsisten tinggi (89-91), diikuti Kelompok B (70-80), dan Kelompok C (65-70). Variasi ini tidak hanya mencerminkan kemampuan individu namun juga menunjukkan kemampuan masing-masing kelompok dalam mengeksplorasi masalah lingkungan dan menentukan jenis limbah yang sesuai untuk akan dijadikan material pembuat briket. Berdasarkan data ditemukan bahwa kelompok A lebih dalam dan lebih luas dalam mengidentifikasi masalah, mempertimbangkan berbagai aspek, dan merumuskan solusi dibandingkan dengan kelompok lainnya (Anugrah et al., 2020).Eksplorasi yang dalam dan luas dalam mengidentifikasi masalah menghasilkan banyaknya masalah yang multidimensi, hal ini berpengaruh secara langsung pada kelancaran (*fluency*) untuk merumuskan masalah utama berikut dengan solusinya. Sehingga proyek dapat langsung berdampak pada lingkungan. Hal yang berbeda jika pembelajaran berbasis proyek diterapkan di laboratorium konvensional karena menggunakan masalah yang terstruktur dan bahan yang sudah ditetapkan (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007); (Muhammad Hakim Saputra et al., 2023), permasalahan yang ada di alam sekitar menyediakan masalah yang tidak terstruktur, lebih terbuka dan langsung terhubung dengan dunia nyata mahasiswa. Keterhubungan inilah yang memicu keterlibatan kognitif dan emosional lebih kuat, sehingga proses identifikasi masalah menjadi titik awal yang nyata untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dalam proses pembelajaran (Rahma Dhani & Rahayu, 2022) Dengan demikian tahap terbukti bahwa kualitas masalah sangat menentukan proses selanjutnya, dan konteks alam sekitar memberikan kekayaan masalah yang tidak dapat ditemukan di laboratorium konvensional.

Pada sintaks *perancangan solusi dan pembuatan* bio briket, dimensi keaslian (*originality*) dan elaborasi (*elaboration*) dari berpikir kreatif menjadi dominan. Karena pada tahap ini mahasiswa mengimplemtrasikan hasil studi literatur dan ide-ide kreatifnya dalalam bentuk desain tindakan nyata, seperti pada gambar 2 di bawah ini. Mahasiswa memulai proses berpikir kreatif dari fase pembakaran hingga mendapatkan biobriket yang siap pakai.



**Gambar 2.** Proses pembuatan briket, a)pembakaran, b)penghalusan, c.penyaringan, d.pencetakan, e.pengeringan, f.produk siap pakai

Terlihat dari data Tabel 2 yang menunjukkan keaslian ide ketiga kelompok melalui pemilihan material dan perekat yang unik dan kontekstual. Kelompok B memanfaatkan bubur kertas sebagai perekat inovatif, sedangkan Kelompok C menggabungkan tempurung kelapa dengan ampas kopi—limbah yang melimpah di lingkungan kampus namun jarang dieksplorasi. Namun, keaslian ide yang tinggi ini tidak menjamin kualitas elaborasi dalam tahap perancangan (Anjelita, 2023). Terlihat dari data Tabel 3 (poin 5-9) mengungkap perbedaan mencolok pada Kelompok A, walaupun dengan material tunggal, mencapai skor tertinggi (87-91) dalam proses pembuatan, daftar bahan, analisis urgensi material, dan rancangan komposisinya. Sementara itu, Kelompok C dengan ide paling orisinal justru memperoleh skor terendah pada aspek yang sama (70-76). Hal ini menjadi indikasi bahwa kapasitas generatif (kemampuan menghasilkan ide baru) tidak selalu berbanding lurus dengan kapasitas eksekutif (kemampuan mengembangkan ide menjadi rencana teknis). (Munandar et al., 2025) yang terwujud dalam kebebasan memilih material unik. Di sisi lain, temuan ini mengoreksi asumsi implisit dalam beberapa penelitian terdahulu yang cenderung menyamakan kebebasan memilih dengan kemudahan implementasi (Kurniasari et al., 2023); Taliak et al., 2024; Widiyatmoko & Pamelasari, 2012). Hasil penelitian ini membuktikan bahwa kebebasan mahasiswa untuk memilih ide kreatif yang unik harus diimbangi dengan bimbingan yang nyata oleh dosen. Oleh karena itu, peran dosen dalam sintak ini tidak hanya memfasilitasi pilihan, tetapi juga memberikan bimbingan yang konsisten untuk menghasilkan metodologi perancangan yang sesuai, sehingga kebaruan (orisinilitas) dapat ubah menjadi inovasi yang terencana dan teruji.

Pada sintaks akhir *presentasi dan publikasi produk*, mahasiswa diarahkan untuk memaparkan produknya di depan kelas, kemudian mempublikasikan temuannya dalam bentuk artikel jurnal. Proses pembuatan artikel jurnal ini menjadi puncak dari elaborasi kemampuan berpikir kreatif (Cintamulya et al., 2023) karena mahasiswa diminta untuk dapat memaparkan produk biobriketnya menggunakan alur tulisan yang logis, menjelaskan setiap komponen dan proses secara sistematis dan meyakinkan pembaca dengan data dan fakta dari hasil proyek yang telah dilakukan. Berdasarkan tabel 3 (poin ke 10) menunjukkan setiap kelompok mampu menguji kelayakan biobriket yang dirancang, khususnya pada kelompok A dan B dengan skor sangat baik yaitu 88. Hasil uji ini menjadi landasar utama dalam penulisan artikel tentang bioriket (Ilham et al., 2022).

Berdasarkan hasil artikel jurnal yang telah dibuat, kelompok dengan perencanaan dan validasi yang kuat (Kelompok A dan B) dalam penulisan artikelnya tidak hanya melaporkan hasil uji kelayakan biobriketnya, namun juga mampu memaparkan secara mendalam tentang alasan yang mendasari pemilihan material utama briketnya kemudian membandingkannya dengan standar minum kualitas (Setyono & Yayok Suryo Purnomo, 2022a). Sehingga kelompok A dan B dapat memaparkan tulisan yang sejalan mulai dari masalah, metode hasil hingga pembahasannya. Sebaliknya, artikel dari kelompok C yang kurang optimal dalam perencanaan dan validasi, tulisan yang dihasilkan cenderung lebih deskriptif dan tidak memberikan analisis mendalam atas data yang diperoleh. Ini merupakan hal baru dalam pembelajaran berbasis proyek, karena penelitian sebelumnya menggunakan presentasi sebagai produk akhir (Kaharudin et al., 2023; Sutrisno & Syukur, 2023; Taliak et al., 2024b) Dari penelitian ini ditemukan bahwa penyusunan artikel jurnal merupakan bentuk public product yang lebih bernilai dan lebih melatih kemampuan berpikir kreatif mahasiswa, karena mengarahkan mahasiswa untuk melakukan sintesis, argumentasi berbasis bukti, dan komunikasi tertulis yang terstruktur, ini menjadi tuntutan esensial di pendidikan tinggi (Ramírez de Dampierre et al., 2024b)

### **Peran Uji Kelayakan Briket dalam Mempercepat dan Pengarah Proses Berpikir Kreatif**

Proses validasi kinerja biobriket dalam sintak pembelajaran berbasis proyek berperan sebagai tahapan yang dapat memberikan umpan balik yang sangat objektif (Taliak et al., 2024b) tentang kualitas biobriket yang dibuat. Pada penelitian ini digunakan standar kualitas briket berdasarkan SNI 01-6235-2000 (Firdaus & Sitogasa, 2025) sebagai bagian dari uji kelayakan. Proses ini dapat mendorong berkembangnya proses berpikir kreatif mahasiswa karena adanya bukti konkret sebagai landasan berpikir. Berdasarkan hasil Analisis terhadap Tabel 5 (Hasil Uji Kualitas Briket) yang diperkaya dengan transkrip hasil wawancara sebagai refleksi setelah pengujian ditemukan adanya perkembangan yang positif dalam cara berpikir mahasiswa selama proyek berlangsung. Sehingga, mereka tidak hanya mengingat atau mengulang informasi, tetapi melibatkan keterampilan berpikir yang lebih kompleks (Handari et al., 2024).

Berdasarkan hasil uji kelayakan pada kadar abu ditemukan 0,135% pada Kelompok B dan kadar air 12,5% pada Kelompok C, ini menjadi bukti nyata yang langsung merespon ide kreatif kedua kelompok. Briket dengan kadar abu yang rendah itu lebih baik (Setyono & Yayok Suryo Purnomo, 2022b), hasil uji menjadi data yang membuktikan keberhasilan ide kreatif yang telah dirancang, sehingga ini diharapkan dapat meningkatkan confidence (kepercayaan diri) dari ide kreatif yang telah direalisasikan mahasiswa. Sebaliknya, data yang kurang baik seperti tingginya kadar air dalam bibriket menjadi pemicu bagi kelompok C untuk meninjau kembali asumsi, menganalisis sebab akibat dan diakhiri dengan merumuskan ide kreatif sebagai solusi alternatif. Siklus "ide-uji-evaluasi-revisi" inilah yang dapat mengubah kreativitas statis menjadi kreatifitas dinamis dan responsif. Temuan ini secara langsung mengisi celah penelitian terdahulu, seperti yang diidentifikasi (Jeliana Veronika Sirait et al., 2023) yang menunjukkan bahwa penilaian kreativitas dalam pembelajaran berbasis proyek sering kali terhenti pada produk akhir tanpa menalalui proses validasi kelayakan produk. Penelitian ini menemukan bahwa tanpa validasi berbasis data, penilaian berpikir kreatif menjadi penilaian subjektif (Long & Wang, 2022) dan itu jelas tidak memenuhi standar penilaian. Dengan demikian, validasi kelayakan merupakan bagian penting dalam proses pembelajaran proyek, karena setiap ide tidak hanya dinilai dari kebaruannya, tetapi juga dinilai dari kelayakannya ketika diuji secara nyata.

Jika di analisis lebih dalam, uji kelayakan biobriket ini dapat menjadi pemantik proses berpikir mahasiswa dalam mengerucutkan hasil analisis untuk menemukan akar masalah, lalu akar masalah diperluas solusi untuk merancang beragam perbaikan dan inovasi. Siklus ini merupakan inti dari kreativitas ilmiah. Proses ini adalah dasar dalam berpikir kreatif dan ilmiah (Nurjan, 2018). Berdasarkan data dari Tabel 4 (poin 4-5), yang membandingkan kualitas biobriket yang dirancang dengan kriteria briket komersial dan keandalan produk. Analisis lebih lanjut terhadap catatan diskusi dan refleksi mahasiswa mengungkap bahwa di balik skor tinggi tersebut terdapat sebuah proses dinamis. Skor 87 yang dicapai Kelompok A, misalnya berawal dari temuan awal yang kurang ideal kemudian terus dilakukan analisis dan perbaikan, ini terjadi dalam tiga kali proses pengujian. Sehingga skor akhir yang ditemukan bukan titik awal pengujian kelayakan biobriket, melainkan hasil akhir dari suatu rangkaian penalaran dan revisi kreatif yang dipicu oleh ketidaksesuaian data dari uji kelayakan sebelumnya.

### **Analisis Faktor Penentu Keberhasilan Implementasi**

Analisis terhadap berbagai sumber data mengidentifikasi dua faktor kunci yang menjadi pendorong keberhasilan implementasi model pembelajaran berbasis proyek pada matakuliah laboratorium alam sekitar dalam melatih berpikir kreatif. Pertama, tersedianya konteks pembelajaran yang nyata dan relevan dengan permasalahan alam sekitar. Terlihat dari Data pada Tabel 2 yang menunjukkan variasi material limbah lokal (daun bambu, sekam padi, ampas kopi). Berdasarkan hasil wawancara, banyaknya variasi limbah membuat mahasiswa yakin, termotivasi dan antusias dalam merancang biobriket yang ideal sebagai upaya mendaur ulang limbah untuk menjadi sumber energi alternatif (Salahudin et al., 2021). Kedua, struktur sintaks pembelajaran berbasis proyek yang jelas dan bersifat berulang secara bertahap. Pengulangan dilakukan untuk menyempurnakan hasil sebelumnya berdasarkan evaluasi. Kerangka pembelajaran yang terdefinisi dengan tahapan yang runtut, namun disertai ruang untuk revisi berulang berdasarkan hasil uji kelayakan, dapat memberikan ruang untuk mahasiswa merefleksikan dan memperbaiki. Hal ini memungkinkan mahasiswa untuk berpikir lebih berani dalam menghadapi ketidaksesuaian data sebagai peluang untuk belajar lebih mendalam. Temuan dari penelitian ini selaras dan memperkuat penelitian terdahulu yang menekankan pentingnya masalah otentik untuk mendorong keterlibatan mendalam (Chang et al., 2024) serta nilai dari desain pembelajaran aktif merumuskan pertanyaan, merancang penyelidikan, dan menganalisis data secara mandiri, sehingga kreativitas mereka berkembang melalui proses penemuan yang terstruktur untuk membangun pemahaman konseptual (Rasmani et al., 2023). Dengan demikian, konteks alam sekitar dan kerangka pedagogis yang terencana melalui pembelajaran berbasis proyek menciptakan pembelajaran yang kondusif bagi pertumbuhan kreativitas mahasiswa secara bertanggung jawab.

Penelitian ini juga menemukan beberapa faktor yang dapat menjadi hambatan dalam implementasi pembelajaran berbasis proyek pada laboratorium alam sekitar. Diamati dari analisis komparatif yang teramati dari capaian skor Kelompok C dan A pada Tabel 3 dan Tabel 5, yang dipadukan dengan pengamatan selama proses pembelajaran, ditemukan terdapat dua faktor penghambat yang utama. Pertama, terdapat perbedaan antara kemampuan menghasilkan ide kreatif dengan kemampuan menimplementasi ide tersebut ini artinya memiliki ide kreatif saja tidak cukup tanpa

Hanifah Zakiya, Ryna Aulia Falamy, Afif Rahman Riyanda, Kartini Herlina/ JPFS 9(1) (2026) 1-13  
diiringi kemampuan merancang prosedur pembuatan yang rinci dan menghasilkan briket dengan kualitas terbaik. Seperti pada kelompok C, yang memiliki ide paling unik menggunakan ampas kopi, justru memperoleh skor terendah pada aspek perancangan teknis dan prosedural (Tabel 3) poin 5-9 kelompok C memperoleh 70-76, kelompok A memperoleh 87-91. Tambahan pula berdasarkan hasil uji kelayakan, kadar air produk Kelompok C menghasilkan kadar air tertinggi. Temuan ini menunjukkan keselarasan dari penelitian sebelumnya bahwa dalam pembelajaran proyek, tidak cukup dengan memberi kebebasan berkreasi saja (Eriyani et al., 2021; Nurhopipah et al., 2021) (Martiani, 2021; Nurhopipah et al., 2021), namun dosen perlu memberikan bimbingan teknis yang konkret (scaffolding) agar ide-ide kreatif dapat terwujud dengan menghasilkan produk yang optimal dan berkualitas (Eriyani et al., 2021; Wiwik Ernawati et al., 2023).

Secara keseluruhan, penelitian ini menghasilkan suatu model pembelajaran yang efektif, di mana setiap tahap secara alami melatih dimensi berbeda dari berpikir kreatif. Model ini dimulai dengan konteks nyata dengan melakukan eksplorasi lingkungan dan limbah lokal—yang memantik munculnya Ide-Ide Baru yang unik dari masing-masing anggota kelompok. Ide-ide ini kemudian dikembangkan melalui proses unjuk kerja yang terperinci dari masing-masing kelompok dalam hal menghasilkan Biobriket terbaik. Meskipun tahap identifikasi masalah dan pembuatan prototipe penting, peningkatan kualitas berpikir kreatif yang paling signifikan justru terjadi ketika ide-ide mahasiswa diuji dengan uji kelayakan. Pada fase ini mahasiswa tidak lagi hanya berimajinasi atau membuat, tetapi belajar untuk membuktikan dan menyempurnakan. Mahasiswa dilatih mengubah pola pikir dari “Apakah ini menarik?” menjadi “Apakah ini bekerja dengan baik?”. Dalam penelitian ini, peningkatan kualitas berpikir ini terlihat jelas ketika data Tabel 5 (misalnya kadar air 12,5% pada Kelompok C) menjadi dasar bagi mereka untuk merevisi desain, tidak sekadar menerima hasil akhir. Dengan demikian, uji kelayakan mengubah kreativitas menjadi suatu proses ilmiah yang terukur, reflektif, dan akuntabel.

### **Implikasi Pembelajaran Berbasis Proyek pada Matakuliah Laboratorium Alam Sekitar**

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi teoretis yang signifikan terhadap perkembangan model Pembelajaran Berbasis Proyek dan menyempurnakan proses melatih berpikir kreatif dalam perkuliahan. Pertama, penelitian ini memperkaya model pembelajaran berbasis proyek dengan menempatkan validasi produk sebagai fase utama yang terintegrasi dengan penilaian kreativitas. Hal ini berbeda dengan implementasi pembelajaran berbasis proyek yang pada umumnya seringkali memisahkan penilaian proses kreatif dari evaluasi teknis produk akhir (Fariza & Kusuma, 2024; Taliak et al., 2024c). Data dari penelitian ini, khususnya dari Tabel 4 dan Tabel 5, menunjukkan bahwa kinerja produk (seperti kadar abu 0,135% atau kadar air 12,5%) bukan sekadar hasil akhir, tetapi merupakan sumber belajar sebagai umpan balik proses berpikir yang langsung mempengaruhi kualitas dan arah berpikir kreatif mahasiswa. Dengan demikian, model yang diusulkan dengan mengintegrasikan siklus desain, pembuatan, di mana kreativitas dinilai mulai kebaruan ide hingga kelayakan yang menjadi bukti yang nyata/ empiris. Kedua, penelitian ini menyempurnakan pemahaman tentang konstruk "berpikir kreatif" dalam pembelajaran sains di perguruan tinggi, karena penelitian ini menggeser paradigma dari kreativitas umum menuju "evidence-based creative thinking" atau berpikir kreatif berbasis bukti. Proses yang teramati dari data dan hasil analisis data, kebaruan ide-ide (seperti penggunaan ampas kopi) harus melalui "saringan" validasi kinerja—memperkenalkan dimensi baru yaitu akuntabilitas saintifik. Sehingga, kreativitas dalam model ini tidak hanya mengukur kelancaran, keluwesan, keaslian, dan elaborasi ide semata, tetapi juga dari kemampuan ide tersebut untuk bertahan, beradaptasi, dan terbukti unggul ketika diuji dengan data objektif. Penyempurnaan konseptual ini menjawab tantangan untuk mengembangkan keterampilan abad 21 yang relevan dengan kebutuhan saintifik dan rekayasa, di mana inovasi harus selalu disertai dengan verifikasi (Whelan & Patterson, 2025)).

Hasil penelitian ini juga memberikan implikasi bagi berbagai pemangku kepentingan. Bagi pendidik, penelitian ini menegaskan pentingnya mengalokasikan porsi waktu dan bobot penilaian yang lebih besar pada tahap pengujian dan analisis data dalam pembelajaran berbasis proyek, serta penggunaan rubrik unjuk kerja yang secara eksplisit mengaitkan aktivitas dengan indikator berpikir kreatif. Bagi pembuat kebijakan kurikulum, temuan ini memberikan bukti empiris untuk mendukung pengembangan infrastruktur laboratorium alam sekitar dan kurikulum berbasis proyek yang berorientasi pada produk teruji, sebagai respons terhadap tuntutan pengembangan keterampilan abad ke-21. Sementara bagi penelitian lanjut, studi ini membuka agenda untuk mengeksplorasi bentuk scaffolding

Hanifah Zakiya, Ryna Aulia Falamy, Afif Rahman Riyanda, Kartini Herlina/ JPFS 9(1) (2026) 1-13  
efektif guna menjembatani kesenjangan antara ide kreatif dan proses implementasi ide kreatif tersebut, selanjutnya mejadi strategi inovatif untuk meningkatkan literasi data mahasiswa dalam konteks pembelajaran , sehingga aspek kreativitas dan saintifik dapat terintegrasi secara lebih kokoh.

Secara keseluruhan, analisis mendalam terhadap data uji kelayakan, dokumen laporan dan refleksi mahasiswa telah berhasil menjawab ketiga pertanyaan penelitian. Temuan mengungkap bahwa unjuk kerja dalam setiap sintaks pembelajaran berbasis proyek merefleksikan perkembangan indikator berpikir kreatif, terbukti bahwa validasi kinerja berfungsi sebagai bagian yang mempercepat proses berpikir kreatif yang reflektif dan adaptif. Selanjutnya, implementasi model pembelajaran ini dipengaruhi oleh kesinergian konteks masalah (limbah organik) yang ditemukan dan adanya kebutuhan akan scaffolding teknis dan pentingnya literasi data. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam mengisi celah literatur melalui fokus sistematis pada integrasi validasi kinerja produk ke dalam bagian utama dari kerangka pembelajaran berbasis proyek pada di Laboratorium berbasis alam sekitar. Hasil uji kelayakan sebagai bukti empiris, yang merupakan fase inti yang tidak terpisahkan dari penilaian kreativitas, penelitian ini tidak hanya memperkaya teori pembelajaran berbasis proyek, namun juga mengrahkan adanya pergeseran paradigma dalam pendidikan sains, dari pembelajaran yang berorientasi pada produk menuju pembelajaran yang berorientasi pada proses inovasi saintifik yang akuntabel dan berbasis bukti. Pada akhirnya, pembelajaran ini mengarahkan pentingnya transformasi dalam pembelajaran sains agar menjadi lebih relevan dan bermakna, dengan melatih kemampuan berpikir kreatif yang teruji dan dapat dipertanggung jawabkan untuk mengatasi masalah-masalah yang ada di lingkungan.

Penelitian ini membuktikan bahwa PjBL berbasis alam sekitar melalui proyek biobriket efektif melatih kemampuan berpikir kreatif mahasiswa yang terukur via unjuk kerja. Secara eksplisit: (1) Unjuk kerja pada setiap sintaks PjBL merefleksikan indikator kreatif spesifik—identifikasi masalah memicu orisinalitas dan kelancaran (Tabel 2), sementara validasi kinerja mengasah keluwesan adaptif; (2) Validasi kinerja (analisis data Tabel 5) berperan sebagai pemicu kritis yang mengubah kreativitas menjadi inovasi saintifik melalui siklus berulang analisis dan revisi; (3) Keberhasilan model ditopang konteks autentik, namun terhambat oleh kesenjangan kapasitas generatif-eksekutif yang memerlukan pendampingan teknis khusus.

Beberapa keterbatasan perlu dicatat. Penelitian ini merupakan studi kasus tunggal dalam satu kelas dan mata kuliah spesifik, sehingga transferabilitas temuan memerlukan pengujian dalam konteks yang lebih luas. Selain itu, peran ganda peneliti sebagai dosen pengampu berpotensi memengaruhi interpretasi, meskipun telah diminimalkan melalui triangulasi dan reflektivitas. Kontribusi teoretis utama penelitian ini adalah pengayaan model PjBL dengan menempatkan validasi kinerja empiris sebagai komponen inti dalam penilaian berpikir kreatif, sekaligus menyempurnakan konstruk kreativitas dalam sains terapan menjadi “berpikir kreatif berbasis bukti”. Secara praktis, temuan ini menawarkan panduan operasional: Pertama, bagi pendidik agar mengalokasikan porsi waktu dan bobot penilaian yang signifikan untuk tahap pengujian dan analisis data produk, serta menggunakan rubrik unjuk kerja yang secara eksplisit mengaitkan aktivitas dengan indikator kreatif (kelancaran, keluwesan, orisinalitas, elaborasi). Kedua, bagi pengembang kurikulum untuk merancang laboratorium berbasis alam sekitar yang memungkinkan eksplorasi dan validasi produk nyata. Ketiga, penelitian lanjutan diperlukan untuk mengembangkan perancah (scaffolding) yang efektif guna menjembatani kesenjangan antara ide kreatif dan eksekusi teknis, serta meningkatkan literasi data mahasiswa.

## KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa pembelajaran berbasis proyek untuk laboratorium berbasis alam sekitar dengan fokus pada uji kelayakan kinerja biobriket merupakan model yang tepat untuk melatih berpikir kreatif berbasis bukti (*evidence-based creative thinking*). Analisis menunjukkan bahwa setiap tahap pembelajaran berbasis proyek ini dapat mengembangkan indikator-indikator berpikir kritis, dengan uji kelayakan berperan sebagai fase penentu yang dapat mengubah ide kreatif menjadi solusi yang teruji melalui proses berulang. Implementasinya didukung oleh konteks otentik namun memerlukan bimbingan (*scaffolding*) khusus untuk menjembatani kesenjangan antara ide-ide kreatif agar dapat dieksekusi dengan teknis yang tepat, sehingga dapat dihasilkan biobriket yang layak digunakan.

Kontribusi utama penelitian adalah pengisian celah literatur dengan mengintegrasikan validasi kinerja ke dalam inti proses penilaian kreativitas dalam pembelajaran berbasis proyek, sehingga menjadi bukti akan pentingnya pergeseran paradigma dari penilaian produk ke penilaian proses inovasi secara otentik. Temuan ini memberikan kerangka pedagogis transformatif bagi pembelajaran sains untuk menghasilkan mahasiswa yang tidak hanya kreatif, tetapi juga memiliki akuntabilitas ilmiah dalam mengatasi berbagai masalah yang ada di lingkungan sekitar.

#### UCAPAN TERIMA KASIH / SPONSORSHIP (Jika Ada)

Terimakasih atas dukungan dana dan fasilitas yang diberikan oleh FKIP Universitas Lampung sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan sebagaimana mestinya. FKIP Universitas Lampung yang telah mendanai penelitian ini sepenuhnya melalui hibah penelitian dosen pemula FKIP Universitas Lampung.

#### REFERENSI

- Aira Apriliani, Saktian Dwi Hartantri, & Zamroni. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Pjbl (Project Based Learning) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Mata Pelajaran Ipa Di Sdn Rancalabuh Kabupaten Tangerang. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(03), 230–244. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i03.31335>
- Alfitria, G. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Science, Technology, Religion, Engineering, Art, Mathematics Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Laju Reaksi. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Terapan*, 9(2), 46–56.
- Angga, A., Abidin, Y., & Iskandar, S. (2022). Penerapan pendidikan karakter dengan model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1046–1054.
- Anjelita, F. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Open Ended Materi SPLDV ditinjau dari Adversity Quotient. *KULIDAWA*, 3(2), 43. <https://doi.org/10.31332/kd.v3i2.4189>
- Anugrah, D., Murwitaningsih, S., Sofyan, D. A., & Susilo, S. (2020). Model pembelajaran kreatif treffinger terhadap kemampuan memecahkan masalah pada materi ekosistem dan perubahan lingkungan. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 5(1), 73–79. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v5i1.601>
- Aqil, D. I., Gayatri, A. M., & Sari, A. I. C. (2023). *Ecobrick is Reviewed as the Source of Learning, Creativity, and Environmental Care Attitude* (pp. 79–91). [https://doi.org/10.2991/978-2-38476-096-1\\_10](https://doi.org/10.2991/978-2-38476-096-1_10)
- Arifin, A., & Laila, I. (2025). Pelatihan Peningkatan Kompetensi Guru Dalam Pembuatan Praktikum Fisika Dengan Experiential Learning Dan Project Base Learning Dalam Mendukung Kurikulum Merdeka. *Jurnal Abdi Insani*, 12(2), 687–696.
- Chang, Y., Choi, J., & Şen-Akbulut, M. (2024). Undergraduate Students' Engagement in Project-Based Learning with an Authentic Context. *Education Sciences*, 14(2), 168. <https://doi.org/10.3390/educsci14020168>
- Cintamulya, I., Mawartiningsih, L., & Warli, W. (2023). Optimizing the Creativity of Reflective and Impulsive Students through Writing Articles Based on Information Literacy. *European Journal of Educational Research*, volume-12-2023(volume-12-issue-4-october-2023), 1667–1681. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.4.1667>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- Diawati, C., Liliarsari, Setiabudi, A., & Buchari. (2018a). Using project-based learning to design, build, and test student-made photometer by measuring the unknown concentration of colored substances. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 468–475.
- Diawati, C., Liliarsari, Setiabudi, A., & Buchari. (2018b). Using Project-Based Learning To Design, Build, and Test Student-Made Photometer by Measuring the Unknown Concentration of Colored Substances. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 468–475. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00254>
- Eriyani, E., Rizal, Y., & Pratiwi, A. (2021). Scaffolding The Creative Writing Of Jenius Writing Students. *Retorika: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya*, 14(2). <https://doi.org/10.26858/retorika.v14i2.18890>

- Hanifah Zakiya, Ryna Aulia Falamy, Afif Rahman Riyanda, Kartini Herlina/ JPFS 9(1) (2026) 1-13
- Evenddy, S. S., Gailea, N., & Syafrizal, S. (2023). Exploring the benefits and challenges of project-based learning in higher education. *PPSDP International Journal of Education*, 2(2), 458–469.
- Fariza, N. A., & Kusuma, I. H. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Meningkatkan Kreativitas Siswa Sekolah Dasar. *Pubmedia Jurnal Penelitian Tindakan Kelas Indonesia*, 1(3), 10. <https://doi.org/10.47134/ptk.v1i3.453>
- Firdaus, N. P. A., & Sitogasa, P. S. A. (2025). Analisis Kualitas RDF dengan Bahan Baku Sampah Anorganik dalam Pemenuhan Parameter Fisik Berdasarkan SNI 01-6235-2000 (Studi Kasus: TPS 3R Kedung Cowek). *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 7015–7023.
- Furqan, M. A., Bahri, S., Muhammad, M., Mulyawan, R., & Ginting, Z. (2025). Pembuatan Briket Dari Tempurung Kelapa Dengan Variasi Jenis Perekat Organik (Bonggol Pisang, Ubi Kayu Dan Biji Nangka). *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 5(1), 23–34. <https://doi.org/10.29103/cejs.v5i1.19656>
- Handari, M. D., Djuanda, D., & Isrok'atun, I. (2024). Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Siswa Kelas IV. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 10(3). <https://doi.org/10.31949/educatio.v10i3.8948>
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8(2), 105–107. <https://doi.org/10.1039/B7RP90003A>
- Ilham, J., Mohamad, Y., & Oktaviani, I. (2022). Pengujian Biobriket Dari Limbah Kayu Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2), 119–125. <https://doi.org/10.37905/jjee.v4i2.12347>
- Jeliana Veronika Sirait, Erlida Amnie, & Hebat Shidow Falah. (2023). Analisis Kreativitas Mahasiswa dengan Menggunakan Model Project Based Learning. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 13(4), 970–977. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i4.1245>
- Jufriadi, A., Huda, C., Aji, S. D., Pratiwi, H. Y., & Ayu, H. D. (2022). Analisis keterampilan abad 21 melalui implementasi kurikulum merdeka belajar kampus merdeka. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 7(1), 39–53.
- Kaharudin, L. O., Wunasari, A., & Nurmawanti, N. (2023). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Kemampuan Bernalar Kritis. *Jurnal Basicedu*, 7(5), 3063–3071. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i5.5368>
- Kurniasari, D., Yamtinah, S., & Chumdari. (2023). *Implementing Project Based Learning (PjBL) in Learning Process: A Systematic Literature Review* (pp. 396–407). [https://doi.org/10.2991/978-2-38476-114-2\\_36](https://doi.org/10.2991/978-2-38476-114-2_36)
- Lestari, I., & Ilhami, A. (2022). Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Smp: Systematic Review. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 135–144. <https://doi.org/10.24929/lensa.v12i2.238>
- Long, H., & Wang, J. (2022). Dissecting Reliability and Validity Evidence of Subjective Creativity Assessment: A Literature Review. *Educational Psychology Review*, 34(3), 1399–1443. <https://doi.org/10.1007/s10648-022-09679-0>
- Mona, N., & Rachmawati, R. C. (2023). Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Keterampilan Kreativitas Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Guru Profesional*, 1(2), 150–167. <https://doi.org/10.26877/jpgp.v1i2.230>
- Muhammad Hakim Saputra, Rahmat Rizal Andhi, & Edi Susilo. (2023). Back-End development on Laboratory Information System in Universitas Riau. *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering*, 6(2), 161–167. <https://doi.org/10.31258/ijeepse.6.2.161-167>
- Mukhlisin, M., Wahab, A., Setiaji, B., & Tazhdinov, M. (2024). Zakat Maal Management and Regulation Practices: Evidence from Malaysia, Turki and Indonesia. *Journal of Human Rights, Culture and Legal System*, 4(2), 569–592. <https://doi.org/10.53955/jhcls.v4i2.204>
- Munandar, A. A., Herlambang, Y. T., & Muhtar, T. (2025). Pedagogik futuristik: Paradigma baru pendidikan dalam membangun generasi emas Indonesia 2045. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 10(2), 1408–1416.
- Nurhopipah, A., Nugroho, I. A., & Suhaman, J. (2021). Pembelajaran Pemrograman Berbasis Proyek Untuk Mengembangkan Kemampuan Computational Thinking Anak. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 27(1), 6. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v27i1.21291>
- Nurjan, S. (2018). PENGEMBANGAN BERPIKIR KREATIF. *AL-ASASIYYA: Journal Of Basic Education*, 3(1), 105. <https://doi.org/10.24269/ajbe.v3i1.1302>

- Hanifah Zakiya, Ryna Aulia Falamy, Afif Rahman Riyanda, Kartini Herlina/ JPFS 9(1) (2026) 1-13
- Pamungkas, A. S., Rukhmana, T., Zahlimar, Z., Kadirun, K., Zaini Dahlan, M., & Wardany, K. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Journal on Education*, 6(4), 19647–19656. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.5991>
- Pratama, M. R., Fawaida, U., & Guarin, R. M. (2023). Project-Based Learning in Elementary School: Influence on Students' Creative Thinking Ability. *MUDARRISA: Jurnal Kajian Pendidikan Islam*, 15(1), 60–83. <https://doi.org/10.18326/mdr.v15i1.60-83>
- Rahma Dhani, A., & Rahayu, G. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *Science and Education Journal (SICEDU)*, 1(2), 414–420. <https://doi.org/10.31004/sicedu.v1i2.60>
- Ramírez de Dampierre, M., Gaya-López, M. C., & Lara-Bercial, P. J. (2024a). Evaluation of the implementation of Project-Based-Learning in engineering programs: A review of the literature. *Education Sciences*, 14(10), 1107.
- Ramírez de Dampierre, M., Gaya-López, M. C., & Lara-Bercial, P. J. (2024b). Evaluation of the implementation of Project-Based-Learning in engineering programs: A review of the literature. *Education Sciences*, 14(10), 1107.
- Rasmani, U. E. E., Wahyuningsih, S., Winarji, B., Jumiarmoko, J., Zuhro, N. S., Fitrianingtyas, A., Agustina, P., & Widyastuti, Y. K. W. (2023). Manajemen Pembelajaran Proyek pada Implementasi Kurikulum Merdeka di Lembaga PAUD. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(3), 3159–3168. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i3.4633>
- Saefullah, A., Suherman, A., Utami, R. T., Antarnusa, G., Rostikawati, D. A., & Zidny, R. (2021). Implementation of PjBL-STEM to improve students' creative thinking skills on static fluid topic. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(2), 149–157.
- Salahudin, A., Dewi, R., Jalaluddin, J., ZA, N., & Nurlaila, R. (2021). PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU PADA INDUSTRI KUSEN DI BLANG PULO MENJADI ARANG BRIKET SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 1(2), 95–106. <https://doi.org/10.29103/cejs.v1i2.5385>
- Setyono, M. Y. P., & Yayok Suryo Purnomo. (2022a). Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL dan Fly Ash dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(6), 696–703. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i6.1047>
- Setyono, M. Y. P., & Yayok Suryo Purnomo. (2022b). Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL dan Fly Ash dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(6), 696–703. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i6.1047>
- Sutisna, N. A., Rahmiati, F., & Amin, G. (2021). Optimalisasi Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Briket Arang Sekam untuk Menambah Pendapatan Petani di Desa Sukamaju, Jawa Barat. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 4(1), 116–126. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i1.691>
- Sutrisno, A. B., & Syukur, S. W. (2023). Desain Pedagogis Pembelajaran Project Based Learning (PBL) dalam Pendidikan Seni STEAM. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 3(2), 130–143. <https://doi.org/10.54065/pelita.3.2.2023.386>
- Taliak, J., Al Farisi, T., Sinta, R. A., Aziz, A., & Fauziyah, N. L. (2024a). Evaluasi Efektivitas Metode Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Mengembangkan Kreativitas Siswa. *Journal of Education Research*, 5(1), 583–589. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i1.876>
- Taliak, J., Al Farisi, T., Sinta, R. A., Aziz, A., & Fauziyah, N. L. (2024b). Evaluasi Efektivitas Metode Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Mengembangkan Kreativitas Siswa. *Journal of Education Research*, 5(1), 583–589. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i1.876>
- Taliak, J., Al Farisi, T., Sinta, R. A., Aziz, A., & Fauziyah, N. L. (2024c). Evaluasi Efektivitas Metode Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Mengembangkan Kreativitas Siswa. *Journal of Education Research*, 5(1), 583–589. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i1.876>
- Tamimiya, K. T., & Suryadarma, I. G. P. (2019). Potensi lokal Gunung Ijen untuk pemahaman konsep dan berpikir kreatif pengurangan resiko bencana. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 117–128. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.25702>
- Whelan, M., & Patterson, E. (2025). Achieving reproducibility in the innovation process. *Open Research Europe*, 5, 25. <https://doi.org/10.12688/openreseurope.19408.1>
- Widana, I. W., & Septiari, K. L. (2021). Kemampuan berpikir kreatif dan hasil belajar matematika siswa menggunakan model pembelajaran Project-Based Learning berbasis pendekatan STEM. *Jurnal Elemen*, 7(1), 209–220.
- Widiyatmoko, A., & Pamelasari, S. D. (2012). Pembelajaran berbasis proyek untuk mengembangkan alat peraga IPA dengan memanfaatkan bahan bekas pakai. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1).

- Hanifah Zakiya, Ryna Aulia Falamy, Afif Rahman Riyanda, Kartini Herlina/ JPFS 9(1) (2026) 1-13
- Wiwik Ernawati, M. D., Yusnidar, Haryanto, Rini, E. F. S., Aldila, F. T., Haryati, T., & Perdana, R. (2023). Do creative thinking skills in problem-based learning benefit from scaffolding? *Journal of Turkish Science Education*, 20(3), 399–417. <https://doi.org/10.36681/tused.2023.023>
- Wulandari, A. S., Suardana, I. N., & Devi, N. L. P. L. (2019). Pengaruh model pembelajaran berbasis proyek terhadap kreativitas siswa SMP pada pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 2(1), 47–58.
- Yamin, Y., & Hartiningsih, T. (2023). Penerapan Perkuliahan Pendidikan Lingkungan Hidup Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Natural Science Education Research (NSER)*, 6(1), 1–7.
- Yuniar, F. P., & Ginting, G. G. (2024). Strategy for developing the utilization of organic waste as an alternative source of electricity in Indonesia. *Bioculture Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.61511/bioculture.v2i1.2024.950>
- Yusri, R., Yusof, A. M., & Sharina, A. (2024). A systematic literature review of project-based learning: research trends, methods, elements, and frameworks. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 13(5), 3345. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i5.27875>