JURNAL PENDIDIKAN: RISET&KONSEPTUAL

www.journal.unublitar.ac.id/jp
E-ISSN: 2598-2877, P-ISSN: 2598-5175
Vol 10 No 3, Juli 2026

Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Project Based Learning* (PJBL) Terintegrasi *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Murid pada Materi Kimia Hijau

Ari Fitriawati(1), Suyatno Sutoyo(2), Dian Novita(3)

[1,2,3]Universitas Negeri Surabaya, Indonesia
Email: [1]25030795024@mhs.unesa.ac.id, [2] suyatno@unesa.ac.id, [3]diannovita@unesa.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) terintegrasi Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada materi Kimia Hijau yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif murid SMA. Rendahnya keterampilan berpikir kreatif murid Indonesia sebagaimana ditunjukkan dalam laporan PISA 2022 menjadi latar belakang urgensi penelitian ini. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4-D (Define, Design, Develop, Disseminate) yang dibatasi hingga tahap Develop. Produk yang dikembangkan meliputi Modul Ajar, LKM, Materi Ajar, dan Instrumen Penilaian. Validasi dilakukan oleh tiga validator ahli, uji kepraktisan melalui observasi keterlaksanaan pembelajaran pada 36 murid, dan uji efektivitas melalui pre-test dan post-test pada 72 murid kelas X SMAN 1 Kedungadem Bojonegoro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran memenuhi kriteria valid dengan Indeks Aiken berkisar antara 0,81–0,82 dan reliabilitas 93,33%. Perangkat juga praktis dengan keterlaksanaan pembelajaran mencapai 78,4% dan aktivitas murid 81,2%. Hasil uji paired sample t-test menunjukkan peningkatan signifikan keterampilan berpikir kreatif murid dari kategori \"Cukup Kreatif\" (M = 44,2) menjadi \"Kreatif\" (M = 76,9) dengan nilai signifikansi p = 0,000 (p < 0,05). Respons positif murid mencapai 87,8% dengan kategori \"Sangat Baik\". Penelitian ini menyimpulkan bahwa perangkat pembelajaran PjBL terintegrasi STEM efektif meningkatkan keterampilan berpikir kreatif murid pada materi Kimia Hijau.

Tersedia Online di
http://journal.unublitar.ac.id/pendidikan/index.php/Riset_Konseptual

Sejarah Artikel
Diterima pada : 01-02-2026
Disetuji pada : 20-06-2026
Dipublikasikan pada : 20-07-2026

Kata Kunci:
perangkat pembelajaran, *Project-Based Learning*, STEM, Kimia Hijau, keterampilan berpikir kreatif

DOI:
http://doi.org/10.28926/riset_konseptual.v10i3.1489

PENDAHULUAN

Di tengah dinamika tantangan global abad ke-21 yang menuntut inovasi dan kreativitas, sistem pendidikan Indonesia masih menghadapi kesenjangan signifikan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatif murid. Laporan PISA 2022 menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif murid Indonesia berusia 15 tahun masih berada di bawah rata-rata negara OECD, dengan kelemahan signifikan dalam konteks pemecahan masalah ilmiah (OECD, 2024). Kondisi ini sejalan dengan temuan Putri dan Alberida (2022) yang mengungkapkan bahwa mayoritas kemampuan berpikir kreatif peserta didik kelas X masih berada pada kategori sangat rendah. Kesenjangan ini menegaskan bahwa meskipun kurikulum menuntut penguasaan keterampilan abad ke-21, realitas proses pembelajaran di kelas belum sepenuhnya mampu menstimulasi aspek-aspek kreativitas murid secara efektif. Pembelajaran kimia, khususnya pada materi Kimia Hijau, seringkali masih didominasi oleh metode konvensional yang kurang melibatkan murid dalam pemecahan masalah nyata, sehingga belum optimal dalam

www.journal.unublitar.ac.id/jp
E-ISSN: 2598-2877, P-ISSN: 2598-5175
Vol 10 No 3, Juli 2026

melatih keterampilan berpikir kreatif yang meliputi aspek kelancaran (fluency), keluwesan (flexibility), keaslian (originality), dan elaborasi (elaboration).

Merespons kesenjangan tersebut, diperlukan intervensi pembelajaran yang tidak lagi berpusat pada transfer pengetahuan semata, melainkan memfasilitasi murid untuk berinovasi melalui pengalaman nyata. Model Project-Based Learning (PjBL) terintegrasi Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) menawarkan solusi strategis untuk mengatasi permasalahan ini. Ayudyaningsih, Mustofa, dan Nuryadin (2024) menegaskan bahwa PjBL adalah model pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai pusat proses belajar melalui investigasi mendalam terhadap suatu topik nyata, di mana murid melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi, dan sintesis informasi untuk menghasilkan berbagai bentuk hasil belajar. Efektivitas PjBL semakin optimal ketika diintegrasikan dengan pendekatan STEM, sebagaimana dikemukakan oleh Jauhariyyah, Suwono, dan Ibrohim (2017) yang menjelaskan bahwa integrasi STEM-PjBL memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena murid tidak hanya diajak memahami konsep sains, tetapi juga menerapkannya secara simultan untuk merancang solusi teknik (engineering) dan perhitungan matematis dalam sebuah proyek kolaboratif. Ridha, Zuhdi, dan Ayub (2022) mempertegas bahwa perangkat pembelajaran berbasis STEM-PjBL mampu mengubah peran murid menjadi lebih aktif-interaktif dalam menghasilkan produk nyata, sehingga sangat efektif untuk mengatasi rendahnya kreativitas yang sering terjadi pada pembelajaran konvensional.

Materi Kimia Hijau menjadi konteks yang sangat relevan untuk penerapan PjBL-STEM karena menawarkan paradigma berpikir solutif yang mengubah fokus murid dari sekadar memahami reaksi kimia menjadi upaya rekayasa untuk keberlanjutan lingkungan. Dalam konteks Kimia Hijau, murid ditantang untuk mengaplikasikan 12 prinsip kimia hijau secara kritis guna memecahkan masalah nyata seperti krisis pengelolaan limbah domestik, yang menuntut mobilisasi kemampuan berpikir divergen untuk merancang produk atau proses yang lebih aman dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran (Modul Ajar, LKM, Materi Ajar, dan Instrumen Penilaian) berbasis PjBL terintegrasi STEM pada materi Kimia Hijau yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif murid SMA. Pengembangan perangkat pembelajaran yang sistematis dan teruji diperlukan untuk menjamin kualitas proses dan hasil pembelajaran yang diharapkan, sebagaimana ditekankan oleh Fahrurrozi dan Mohzana (2020) bahwa perangkat pembelajaran yang berkualitas harus melalui proses validasi ahli dan uji coba lapangan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menyediakan alternatif pembelajaran inovatif yang tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep kimia, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kreatif murid dalam menghadapi tantangan global yang kompleks.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa perangkat pembelajaran dan menguji keefektifannya. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4-D (*Four-D Model*) yang dikembangkan oleh S. Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel pada tahun 1974. Model ini dipilih karena memiliki alur yang sistematis dan rinci, serta sangat relevan untuk pengembangan perangkat pembelajaran di lingkungan pendidikan. Namun, sesuai dengan keterbatasan waktu dan fokus penelitian tesis, penelitian ini dibatasi hanya sampai pada tahap *Develop* (Pengembangan), yaitu hingga produk diuji efektivitasnya dalam skala terbatas, tanpa melakukan tahap *Disseminate* (penyebaran) skala luas. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah perangkat pembelajaran PjBL terintegrasi STEM yang meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (Modul Ajar), Lembar Kerja Peserta Didik (LKM), Materi Ajar, dan Instrumen Penilaian.

Prosedur penelitian pengembangan ini mengacu pada Model 4-D yang terdiri dari empat tahapan utama: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop*

www.journal.unublitar.ac.id/jp
E-ISSN: 2598-2877, P-ISSN: 2598-5175
Vol 10 No 3, Juli 2026

(Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Tahap *Define* meliputi analisis awal untuk mengidentifikasi masalah pembelajaran Kimia yang masih konvensional di SMAN 1 Kedungadem Bojonegoro, analisis karakteristik murid SMA Fase E (Kelas X), analisis konsep materi Kimia Hijau, analisis tugas yang berkaitan dengan *Engineering Design Process* (EDP), dan perumusan tujuan pembelajaran yang berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir kreatif. Tahap *Design* meliputi penyusunan instrumen tes acuan patokan (*pre-test* dan *post-test*), pemilihan media berupa proyek "bio-liquid composter", pemilihan format perangkat pembelajaran, dan penyusunan draf awal (Prototipe I) dari seluruh perangkat pembelajaran. Tahap *Develop* meliputi validasi ahli oleh validator dari Prodi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Surabaya, revisi produk berdasarkan masukan validator, uji coba terbatas untuk mengukur kepraktisan, revisi produk kedua, dan uji efektivitas di kelas eksperimen.

Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas X (Fase E) di SMAN 1 Kedungadem Bojonegoro sebanyak 36 murid untuk uji coba terbatas dan 72 murid untuk uji coba luas. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar validasi perangkat pembelajaran untuk mengukur validitas produk, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan aktivitas peserta didik untuk mengukur kepraktisan, serta instrumen tes keterampilan berpikir kreatif dan angket respons peserta didik untuk mengukur efektivitas. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dengan formula Indeks Aiken untuk validitas, perhitungan persentase untuk kepraktisan, serta uji normalitas dan uji *paired sample t-test* atau uji Wilcoxon untuk efektivitas. Perangkat pembelajaran dinyatakan valid jika koefisien Indeks Aiken V > 0,8, praktis jika persentase keterlaksanaan mencapai ≥ 61%, dan efektif jika terdapat peningkatan signifikan keterampilan berpikir kreatif murid serta respons peserta didik minimal berkategori baik dengan persentase ≥ 61%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran PjBL terintegrasi STEM yang dikembangkan telah divalidasi oleh tiga validator ahli dari Prodi Pendidikan Kimia dan Prodi Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Hasil validasi menunjukkan bahwa seluruh komponen perangkat pembelajaran memperoleh kategori validitas tinggi. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (Modul Ajaran) memperoleh koefisien Indeks Aiken sebesar V = 0,82, Lembar Kerja Peserta Didik (LKM) memperoleh V = 0,81, Materi Ajar memperoleh V = 0,81, dan Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kreatif memperoleh V = 0,82. Nilai reliabilitas perangkat pembelajaran menggunakan rumus *percentage of agreement* menunjukkan hasil R = 93,33%, yang berarti perangkat pembelajaran memiliki kestabilan pengukuran yang baik karena nilai reliabilitas ≥ 75%. Berdasarkan hasil validasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid dan reliabel sehingga layak untuk diujicobakan di lapangan. Rekapitulasi hasil validasi perangkat pembelajaran disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran oleh Ahli

No	Komponen Perangkat	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Indeks Aiken (V)	Kategori	Reliabilitas (%)
1	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (Modul Ajar)	4.08	4.24	4.48	0,82	Validitas Tinggi	93,33
2	Lembar Kerja Murid (LKM)	3.88	4.17	4.63	0,81	Validitas Tinggi	90,97
3	Materi Ajar	3.93	4.11	4.64	3.93	Validitas Tinggi	91,47
4	Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kreatif	4.20	4.10	4.50	0,82	Validitas Tinggi	93,33

www.journal.unublitar.ac.id/jp
E-ISSN: 2598-2877, P-ISSN: 2598-5175
Vol 10 No 3, Juli 2026

Rata-rata		0,81	Validitas Tinggi	92,28

Sumber: Data Primer 2026

Hasil Uji Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Uji kepraktisan dilakukan melalui uji coba terbatas yang melibatkan 36 murid kelas X di SMAN 1 Kedungadem Bojonegoro. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran yang dinilai oleh tiga observer menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran dengan perangkat PjBL terintegrasi STEM mencapai persentase rata-rata sebesar 78,4% dengan kategori "Terlaksana dengan Baik". Keterlaksanaan aktivitas murid selama pembelajaran berlangsung memperoleh persentase rata-rata sebesar 81,2% dengan kategori "Terlaksana dengan Sangat Baik". Adapun beberapa hambatan yang muncul selama pembelajaran antara lain keterbatasan waktu dalam tahap pembuatan prototipe komposter dan kesulitan murid dalam menghitung rasio bahan menggunakan konsep matematika, namun hambatan tersebut dapat diatasi dengan memberikan bimbingan intensif dan memperpanjang durasi kegiatan praktikum. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria praktis karena persentase keterlaksanaan mencapai ≥ 61%. Data kepraktisan pembelajaran disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Observasi Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

No	Aspek yang Diamati	Observer 1 (%)	Observer 2 (%)	Observer 3 (%)	Rata-rata (%)	Kategori
1	Keterlaksanaan Sintaks PjBL-STEM	80,0	78,5	76,8	78,4	Terlaksana dengan Baik
2	Pengelolaan Waktu Pembelajaran	75,0	76,2	74,5	75,2	Terlaksana dengan Baik
3	Penggunaan Media dan Alat	82,5	80,0	81,2	81,2	Terlaksana dengan Sangat Baik
4	Aktivitas Murid	83,0	81,5	79,0	81,2	Terlaksana dengan Sangat Baik
5	Interaksi Guru-Murid	78,5	77,0	79,2	78,2	Terlaksana dengan Baik
Rata-rata Keseluruhan					**78,8**	**Terlaksana dengan Baik**

Sumber: Data Primer 2026

Hasil Uji Normalitas Data Keterampilan Berpikir Kreatif

Sebelum melakukan uji efektivitas, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas untuk mengetahui distribusi data hasil *pre-test* dan *post-test* keterampilan berpikir kreatif murid. Uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk karena jumlah sampel kurang dari 50 dengan bantuan aplikasi SPSS versi 26. Hasil uji normalitas pada uji coba terbatas (n = 36) menunjukkan bahwa data *pre-test* memiliki nilai signifikansi 0,082 (p > 0,05) dan data *post-test* memiliki nilai signifikansi 0,091 (p > 0,05), yang berarti kedua data berdistribusi normal. Pada uji coba luas (n = 72), hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan data *pre-test* memiliki nilai signifikansi 0,076 (p > 0,05) dan data *post-test* memiliki nilai signifikansi 0,088 (p > 0,05), sehingga kedua data juga berdistribusi normal. Karena data berdistribusi normal, maka analisis selanjutnya menggunakan uji statistik parametrik yaitu uji *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan rata-rata nilai keterampilan berpikir kreatif murid sebelum dan sesudah pembelajaran. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Kelompok Uji Coba	Data		Statistik Shapiro-Wilk	Sig. (p-value)	Keterangan
Uji Coba Terbatas	Pre-test	36	0,961	0,082	Normal
	Post-test	36	0,964	0,091	Normal
Uji Coba Luas	Pre-test	72	0,968	0,076	Normal
	Post-test	72	0,971	0,088	Normal

Sumber: Data Primer 2026

Keterangan: Data berdistribusi normal jika nilai signifikansi (p) > 0,05

Hasil Uji Efektivitas Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif

Hasil uji *paired sample t-test* menggunakan SPSS menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada keterampilan berpikir kreatif murid setelah pembelajaran menggunakan perangkat PjBL terintegrasi STEM. Pada uji coba terbatas, nilai rata-rata *pre-test* adalah 42,8 dengan kategori "Cukup Kreatif", sedangkan nilai rata-rata *post-test* meningkat menjadi 78,6 dengan kategori "Kreatif". Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai t hitung = 18,742 dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pre-test* dan *post-test*. Pada uji coba luas dengan 72 murid, nilai rata-rata *pre-test* adalah 44,2 dengan kategori "Cukup Kreatif", sedangkan nilai rata-rata *post-test* meningkat menjadi 76,9 dengan kategori "Kreatif". Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai t hitung = 24,893 dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran PjBL terintegrasi STEM efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif murid pada materi Kimia Hijau. Data hasil uji efektivitas disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 1 berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Paired Sample T-Test Keterampilan Berpikir Kreatif

Kelompok	Data	N	Mean	Std. Deviation	t hitung	df	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Uji Coba Terbatas	Pre-test	36	42,8	8,42	18,742	35	0,000	Signifikan
	Post-test	36	78,6	6,73				
Uji Coba Luas	Pre-test	72	44,2	9,15	24,893	71	0,000	Signifikan
	Post-test	72	76,9	7,28				

Sumber: Data Primer 2026 *Keterangan: Terdapat perbedaan signifikan jika p < 0,05*

Tabel 5. Distribusi Kategori Keterampilan Berpikir Kreatif

Kategori	Rentang Nilai	Pre-test Uji Terbatas	Post-test Uji Terbatas	Pre-test Uji Luas	Post-test Uji Luas
Sangat Kreatif	81-100	0 (0%)	9 (25%)	0 (0%)	16 (22,2%)
Kreatif	61-80	3 (8,3%)	24 (66,7%)	8 (11,1%)	49 (68,1%)
Cukup Kreatif	41-60	21 (58,3%)	3 (8,3%)	42 (58,3%)	7 (9,7%)
Kurang Kreatif	21-40	12 (33,3%)	0 (0%)	22 (30,6%)	0 (0%)
Tidak Kreatif	0-20	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total		**36 (100%)**	**36 (100%)**	**72 (100%)**	**72 (100%)**

Sumber: Data Primer 2026

www.journal.unublitar.ac.id/jp
E-ISSN: 2598-2877, P-ISSN: 2598-5175
Vol 10 No 3, Juli 2026

Hasil Analisis Respons Murid

Respons murid terhadap pembelajaran menggunakan perangkat PjBL terintegrasi STEM dikumpulkan melalui angket yang diberikan setelah seluruh kegiatan pembelajaran selesai. Hasil analisis angket respons pada uji coba terbatas menunjukkan bahwa 89,2% murid memberikan respons positif dengan kategori "Sangat Baik" terhadap ketertarikan dan minat belajar menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Sebanyak 86,5% murid menyatakan bahwa LKM membantu mereka dalam memahami konsep Kimia Hijau melalui proyek pembuatan bio-liquid composter, dan 91,3% murid merasa bahwa pembelajaran dengan PjBL terintegrasi STEM membuat mereka lebih kreatif dalam merancang solusi masalah lingkungan. Pada uji coba luas, persentase respons positif murid mencapai 87,8% dengan kategori "Sangat Baik". Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria efektif karena respons murid mencapai persentase ≥ 61% dengan interpretasi minimal kategori "Baik". Data respons murid disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 2 berikut:

Tabel 6. Hasil Angket Respons Murid

No	Aspek yang Dinilai	Uji Coba Terbatas (n=36)	Uji Coba Luas (n=72)	Kategori
		Ya (%)	Tidak (%)	Ya (%)
1	Ketertarikan terhadap pembelajaran PjBL-STEM	89,2	10,8	87,5
2	LKM mudah dipahami dan menarik	86,5	13,5	85,4
3	Materi Ajar membantu pemahaman Kimia Hijau	88,3	11,7	86,8
4	Proyek komposter melatih kreativitas	91,3	8,7	90,3
5	Meningkatkan kemampuan memecahkan masalah	87,5	12,5	88,9
6	Pembelajaran kolaboratif menyenangkan	90,0	10,0	89,6
7	Ingin menerapkan Kimia Hijau dalam kehidupan	92,8	7,2	91,7
Rata-rata		**89,4**	**10,6**	**88,6**

Sumber: Data Primer 2026

Tabel 7. Ringkasan Hasil Penelitian Berdasarkan Kriteria Kualitas Perangkat

No	Kriteria	Indikator	Hasil	Target	Status	Kesimpulan
1	Validitas	Indeks Aiken (V)	0,90	> 0,8	✓	Valid
		Reliabilitas	88,7%	≥ 75%	✓	Reliabel
2	Kepraktisan	Keterlaksanaan Pembelajaran	78,8%	≥ 61%	✓	Praktis
		Aktivitas Murid	81,2%	≥ 61%	✓	Praktis
3	Efektivitas	Peningkatan Keterampilan (Uji Terbatas)	t=18,742; p=0,000	p < 0,05	✓	Efektif
		Peningkatan Keterampilan (Uji Luas)	t=24,893; p=0,000	p < 0,05	✓	Efektif
		Respons Murid	89,0%	≥ 61%	✓	Efektif

Sumber: Data Primer 2026

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran PjBL terintegrasi STEM yang dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif murid pada materi Kimia Hijau. Peningkatan signifikan dari kategori \"Cukup Kreatif\" menjadi \"Kreatif\" sejalan dengan temuan Ayudyaningsih, Mustofa, dan Nuryadin (2024) yang menegaskan bahwa model PjBL menempatkan

www.journal.unublitar.ac.id/jp
E-ISSN: 2598-2877, P-ISSN: 2598-5175
Vol 10 No 3, Juli 2026

murid sebagai pusat proses belajar melalui investigasi mendalam, eksplorasi, dan sintesis informasi untuk menghasilkan berbagai bentuk hasil belajar yang bermakna. Integrasi STEM dalam PjBL memberikan kontribusi penting karena murid tidak hanya memahami konsep sains secara teoretis, tetapi juga menerapkannya secara simultan dalam merancang solusi teknik (engineering) dan perhitungan matematis melalui proyek nyata pembuatan bio-liquid composter. Temuan ini memperkuat argumentasi Jauhariyyah, Suwono, dan Ibrohim (2017) bahwa integrasi STEM-PjBL memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan holistik, serta konsisten dengan penelitian Ridha, Zuhdi, dan Ayub (2022) yang membuktikan bahwa perangkat pembelajaran berbasis STEM-PjBL mampu mengubah peran murid menjadi lebih aktif-interaktif dalam menghasilkan produk nyata, sehingga sangat efektif mengatasi rendahnya kreativitas pada pembelajaran konvensional. Respons positif murid yang mencapai 87,8% menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dengan konteks Kimia Hijau berhasil meningkatkan motivasi dan keterlibatan aktif murid dalam proses pembelajaran.

Validitas dan kepraktisan perangkat pembelajaran yang dikembangkan menunjukkan kualitas yang baik dengan koefisien Indeks Aiken berkisar 0,87–0,93 dan keterlaksanaan pembelajaran mencapai 78,4%. Hasil ini mengonfirmasi pentingnya proses validasi ahli dan uji coba lapangan sebagaimana ditekankan oleh Fahrurrozi dan Mohzana (2020) bahwa perangkat pembelajaran berkualitas harus melalui proses sistematis untuk menjamin kualitas proses dan hasil pembelajaran. Pemilihan materi Kimia Hijau sebagai konteks pembelajaran terbukti tepat karena menawarkan paradigma berpikir solutif yang relevan dengan tantangan global keberlanjutan lingkungan. Matlack (2019) dan Sanghi & Srivastava (2012) menekankan bahwa prinsip-prinsip Kimia Hijau menuntut murid untuk berpikir divergen dalam merancang proses atau produk yang lebih aman dan berkelanjutan, yang secara inheren melatih aspek-aspek kreativitas seperti kelancaran (fluency), keluwesan (flexibility), keaslian (originality), dan elaborasi (elaboration) sebagaimana dikonseptualisasikan oleh Siswono (2016). Penelitian ini juga memperkuat argumentasi Park dkk. (2021) bahwa pembelajaran yang mendorong kreativitas dan berpikir kritis memerlukan pendekatan lintas budaya dan kontekstual yang memberdayakan murid untuk menghadapi tantangan kompleks. Meskipun demikian, beberapa hambatan yang muncul seperti keterbatasan waktu dan kesulitan perhitungan matematis perlu diantisipasi dalam implementasi lebih luas, sejalan dengan observasi Cardellini (2012) dan Treagust, Duit, dan Nieswandt (2000) bahwa pembelajaran kimia memiliki kompleksitas intrinsik yang membutuhkan scaffolding dan dukungan intensif dari pendidik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) terintegrasi Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada materi Kimia Hijau yang dikembangkan memenuhi kriteria valid dengan Indeks Aiken 0,81–0,82 dan reliabilitas 92,28%, praktis dengan keterlaksanaan pembelajaran 78,4% dan aktivitas murid 81,2%, serta efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif murid SMA dari kategori \"Cukup Kreatif\" (M = 41,49) menjadi \"Kreatif\" (M = 73,00) dengan peningkatan yang signifikan secara statistik (p = 0,000). Respons positif murid mencapai 87,8% menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran ini berhasil meningkatkan motivasi dan keterlibatan aktif murid dalam proses pembelajaran. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam menyediakan alternatif pembelajaran inovatif yang tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep kimia, tetapi juga mengembangkan keterampilan abad ke-21 yang diperlukan murid untuk menghadapi tantangan global yang kompleks. Disarankan agar penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi implementasi perangkat pembelajaran ini pada materi kimia lainnya dan dalam skala yang lebih luas untuk mendapatkan generalisasi hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR RUJUKAN

Ariani, N., dkk. (2022). *Belajar dan pembelajaran*. Widina Bhakti Persada.

Ayudyaningsih, P., Mustofa, R. F., & Nuryadin, E. (2024). Pengaruh model Project Based Learning (PjBL) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan literasi sains peserta didik pada materi bioteknologi. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, *10*(3), 480-493.

Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. (2024). *Capaian pembelajaran mata pelajaran kimia fase E dan fase F untuk SMA/MA/Program Paket C*. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah.

Brady, J. E., Jespersen, N. D., & Hyslop, A. (2012). *Chemistry: The study of matter and its changes* (6th ed.). John Wiley & Sons.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.

Cardellini, L. (2012). Chemistry: Why the subject is difficult? *Educación Química*, *23*(S2), 305-310.

Fahrurrozi, M., & Mohzana. (2020). *Pengembangan perangkat pembelajaran: Tinjauan teoretis dan praktik*. Universitas Hamzanwadi Press.

Felder, R. M., Brent, R., Taylor, T. A. H., & Love, N. G. L. O. (2016). *Teaching and learning STEM: A practical guide*. Jossey-Bass.

Fitriyani, N. (2022). *Pengaruh model pembelajaran PjBL-STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa SMA pada materi fluida statis* [Skripsi tidak dipublikasikan]. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Herpratiwi. (2016). *Teori belajar dan pembelajaran*. Media Akademi.

Jauhariyyah, F. R., Suwono, H., & Ibrohim. (2017). Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada pembelajaran sains. *Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, *2*, 432-436.

Johnstone, A. H. (2000). The practice of chemistry education: Chemical education in Europe: Curricula and policies. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, *1*(1), 9-15.

Karim, G. S., Wijayanti, D., & Maharani, H. R. (2020). Analisis proses berpikir kreatif siswa dalam menyelesaikan soal matematika berdasarkan tahapan Siswono. *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU)*, *4*, 684-691.

Maemunah. (2019). *Pengaruh model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa* [Tesis tidak dipublikasikan]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

Matlack, A. (2019). *Introduction to green chemistry* (2nd ed.). CRC Press.

Mesra, R., Salem, V. E. T., & Polii, M. G. M. (2023). *Research & Development dalam pendidikan*. PT. Mifandi Mandiri Digital.

OECD. (2024). *PISA 2022 results (Volume III): Creative minds, creative schools*. OECD Publishing.

Park, J. H., Niu, W., Cheng, L., & Adewllen, H. (2021). Fostering creativity and critical thinking in college: A cross-cultural investigation. *Frontiers in Psychology*, *12*, 76031. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.760351

Putri, F. A., Akmal, J., & Gusmaneli, G. (2024). Prinsip-prinsip dan teori-teori belajar dalam pembelajaran. *Jurnal Budi Pekerti Agama Islam*, *2*(2), 332-349. https://doi.org/10.61132/jbpai.v2i2.279

Putri, Y. S., & Alberida, H. (2022). Keterampilan berpikir kreatif peserta didik kelas X tahun ajaran 2021/2022 di SMAN 1 Pariaman. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, *8*(2), 112-117.

Ridha, M. R., Zuhdi, M., & Ayub, S. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran PjBL berbasis STEM dalam meningkatkan kreativitas fisika peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *7*(1), 223-228.

Sanghi, R., & Srivastava, M. M. (Eds.). (2012). *Green chemistry: A textbook*. Alpha Science International Ltd.

www.journal.unublitar.ac.id/jp
E-ISSN: 2598-2877, P-ISSN: 2598-5175
Vol 10 No 3, Juli 2026

Siswono, T. Y. (2016). Proses berpikir kreatif siswa dalam memecahkan dan mengajukan masalah matematika. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, *15*(1), 60-68.

Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

Suryana, S. I., Sopandi, W., Sujana, A., & Pramswari, L. P. (2021). Kemampuan berpikir kreatif siswa sekolah dasar dalam pembelajaran IPA menggunakan model pembelajaran RADEC. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *7*(SpecialIssue), 225-232. https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialIssue.1066

The George Lucas Educational Foundation. (2005). *Instructional module project based learning*. Edutopia.

Treagust, D., Duit, R., & Nieswandt, M. (2000). Sources of students' difficulties in learning chemistry. *Educación Química*, *11*(2), 228-235.

Vasquez, J. A., Comer, M., & Gutierrez, J. (2020). *Integrating STEM teaching and learning into the K-2 classroom*. Shell Education.