



ANALISIS KETERAMPILAN PROSES SAINS MATERI KIMIA HIJAU MELALUI PROYEK BRIKET DAUN KARET

Eka Puspitasari

SMA Negeri 3 Dusun Utara

e-mail: sarieka804@gmail.com

Diterima: 20/7/2026; Direvisi: 3/9/2026; Diterbitkan: 8/9/2026

ABSTRAK

Pembelajaran kimia di tingkat SMA sering kali didominasi oleh hafalan konsep dan rumus, sehingga mengakibatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa kurang berkembang secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil KPS siswa kelas X SMA Negeri 3 Dusun Utara pada materi Kimia Hijau melalui kerangka Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) dengan model Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) berupa pembuatan briket dari limbah daun karet kering. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif. Subjek penelitian melibatkan 12 siswa kelas X. Aktivitas proyek diintegrasikan melalui enam sintaks PjBL, diselaraskan dengan lima indikator KPS target kurikulum nasional, dan difasilitasi melalui LKPD terstruktur pada Kelas Digital Huma Betang. Pengumpulan data dilakukan menggunakan lembar observasi KPS, angket pemanfaatan limbah, pedoman wawancara pekebun lokal, angket respons siswa, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai KPS keseluruhan siswa sebesar 58,00% (kategori Sedang). Secara rinci, indikator mengamati (skor 3,50) serta mempertanyakan dan memprediksi (70,00%) berada pada kategori Tinggi. Namun, penurunan kompetensi terjadi pada indikator memproses/menganalisis data (50,00%; kategori Sedang) dan mengevaluasi/refleksi (40,00%; kategori Rendah) karena kebiasaan menghafal membuat siswa belum terbiasa berpikir metakognitif saat menghadapi kegagalan produk briket yang retak atau rapuh. Sementara itu, angket respons siswa menghasilkan rata-rata keseluruhan 78,11% (kriteria Baik), dengan pemanfaatan LKPD Digital menempati capaian tertinggi sebesar 80,21%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi PjBL dan *Deep Learning* mampu mentransformasi pembelajaran kimia dari sekadar transfer teori menjadi wahana eksplorasi sains yang kontekstual dan bermakna. Rencana tindak lanjut diarahkan pada penguatan intervensi *scaffolding* berbasis *problem solving* serta perluasan hilirisasi teknologi briket bersama komunitas pekebun lokal guna mewujudkan prinsip Kimia Hijau secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Keterampilan Proses Sains, Kimia Hijau, Project Based Learning, Deep Learning, Briket Daun Karet*

ABSTRACT

Chemistry learning at the high school level is frequently dominated by the memorization of concepts and formulas, preventing students' Science Process Skills (SPS) from developing optimally. This study aims to analyze the SPS profile of 10th-grade students at SMA Negeri 3 Dusun Utara in Green Chemistry materials through a Deep Learning framework with a Project-Based Learning (PjBL) model involving a dry rubber leaf waste briquette project. The research method used is a qualitative descriptive method. The research subjects involved 12 tenth-grade students. Project activities were integrated through six PjBL syntaxes, aligned with five target SPS indicators from the national curriculum, and facilitated through structured worksheets on



the Huma Betang Digital Class. Data were collected via SPS observation sheets, waste utilization questionnaires, interview guidelines for local planters, student response questionnaires, and documentation. The results revealed that the students' overall average SPS score reached 58.00% (Moderate category). In detail, the indicators for observing (score 3.50) and questioning/predicting (70.00%) achieved the High category. Conversely, competency declined in processing/analyzing data (50.00%; Moderate category) and reached its lowest point in evaluating/reflecting (40.00%; Low category) because formula memorization habits left students untrained in metacognitive thinking when encountering cracked or fragile briquette products. Meanwhile, the student response questionnaire demonstrated highly positive acceptance, yielding an overall average of 78.11% (Good criterion), with digital worksheet utilization achieving the highest score of 80.21%. This study concludes that the integration of PjBL and Deep Learning successfully transforms chemistry learning from mere theoretical transfer into a platform for contextual and meaningful science exploration. Future recommendations are directed toward enhancing problema solving based scaffolding interventions and downstreaming briquette technology with local planter communities to realize Green Chemistry principles sustainably.

Keywords: *Science Process Skills, Green Chemistry, Project-Based Learning, Deep Learning, Rubber Leaf Briquettes*

PENDAHULUAN

Kimia adalah cabang ilmu sains yang mempelajari struktur, sifat, dan perubahan materi. Pembelajaran materi ini di tingkat SMA mengintegrasikan penguasaan teoretis dengan penerapan praktis di dunia nyata demi melatih siswa menyelesaikan permasalahan kontekstual dalam kehidupan sehari-hari (Puspitasari et al., 2025). Guna mencapai kemampuan pemecahan masalah tersebut, siswa membutuhkan Keterampilan Proses Sains (KPS). KPS sendiri merupakan kemampuan dasar bagi siswa untuk mempelajari, memahami, dan menemukan konsep-konsep sains secara mandiri (Karubaba et al., 2026). Keterampilan ini sangat penting ditumbuhkan demi melatih kemandirian berpikir serta kemampuan memecahkan masalah kontekstual berdasarkan metode ilmiah.

Target capaian tersebut telah diatur secara formal oleh pemerintah dalam kurikulum nasional. Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 046/H/KR/2025 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah, beberapa keterampilan proses materi IPA fase E wajib dicapai oleh siswa, meliputi: 1) mengamati, 2) mempertanyakan dan memprediksi, 3) merencanakan dan melakukan penyelidikan, 4) memproses, menganalisis data dan informasi, serta 5) mengevaluasi dan refleksi (Kemendikdasmen, 2025).

Pembelajaran kimia sering kali didominasi oleh hafalan konsep dan rumus sehingga mengakibatkan KPS siswa kurang berkembang secara optimal (Karubaba et al., 2026; Puspitasari et al., 2025). Pola pengajaran konvensional ini mereduksi esensi kimia sebagai ilmu eksperimental menjadi sekedar materi tekstual. Kondisi tersebut memicu kesenjangan besar antara target ideal kurikulum nasional dengan realitas pelaksanaan di lapangan. Siswa pada akhirnya kehilangan kesempatan untuk mengasah logika berpikir kritis, kurang terlatih melakukan investigasi ilmiah, serta kesulitan menghubungkan konsep abstrak kimia dengan fenomena nyata sehari-hari.



Kekurangan dalam Keterampilan Proses Sains (KPS) terlihat jelas pada siswa SMA Negeri 3 Dusun Utara saat mempelajari materi Kimia Hijau pada Fase E jenjang SMA/MA. Materi ini pada dasarnya menuntut siswa untuk berpikir kritis dalam mengenali masalah global serta berkontribusi mencari solusi berkelanjutan atas isu lingkungan, seperti pemanasan global dan penumpukan sampah. Kimia Hijau sendiri merupakan pendekatan ilmiah yang bertujuan meminimalkan dampak negatif proses dan produk kimia melalui penerapan prinsip-prinsip yang mengedepankan keamanan, efisiensi, dan keberlanjutan (Sanora et al., 2025). Kondisi ini diperparah dengan masih digunakannya pendekatan pembelajaran tradisional yang menempatkan guru sebagai pusat kegiatan belajar, yang justru dapat menghambat tumbuhnya kemampuan berpikir kritis siswa (Siahaan et al., 2022). Dominannya praktik pembelajaran konvensional yang berorientasi pada hafalan dengan pola interaksi satu arah ini menyebabkan siswa kurang mampu mengaitkan konsep sains dengan fenomena kehidupan sehari-hari (Solehatunisa et al., 2026). Akibat kebiasaan belajar berbasis hafalan yang terbentuk dari pola tersebut, siswa cenderung sekadar menguasai teori tanpa memahami implementasinya di dunia nyata, sehingga mereka mengalami kesulitan dalam menyelidiki masalah lingkungan di sekitar tempat tinggal karena belum terbiasa melakukan praktik ilmiah.

Pendekatan Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) dapat diterapkan untuk mengubah paradigma belajar tersebut. Melalui pendekatan ini, guru menitikberatkan proses pada pengalaman belajar autentik siswa dengan mengutamakan praktik nyata, menstimulasi keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta memperluas ruang kolaborasi. Salah satu strategi aplikatif yang menunjang keberhasilan pendekatan ini adalah model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project-Based Learning* atau PjBL) (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, 2025).

PjBL merupakan model pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan keaktifan, kreativitas, dan inovasi siswa melalui pengalaman merancang proyek dalam kelompok kecil, menghasilkan produk, hingga mempresentasikannya di depan kelas untuk didiskusikan secara interaktif (Fatnah et al., 2021). Model PjBL terbukti mampu mengaitkan konsep kimia yang abstrak dengan pengalaman belajar autentik, sehingga siswa dapat memahami relevansi ilmu sains dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari (Munawwarah et al., 2025).

Efektivitas model PjBL dalam menstimulasi KPS sebetulnya telah banyak divalidasi oleh para peneliti terdahulu, khususnya dalam pelajaran kimia (Abdillah et al., 2026; Irawan et al., 2024; Juwita, 2022). Namun, sejauh ini belum ada kajian yang mengeksplorasi bagaimana KPS siswa kelas X dapat dianalisis secara komprehensif melalui kerangka Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) untuk materi Kimia Hijau, khususnya di SMA Negeri 3 Dusun Utara. Oleh karena itu, penelitian berjudul “Analisis Keterampilan Proses Sains Materi Kimia Hijau Melalui Proyek Briket Daun Karet” ini penting dilakukan guna memberikan solusi aplikatif sekaligus memetakan profil kemampuan ilmiah siswa di sekolah tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk menganalisis KPS siswa pada materi Kimia Hijau. Subjek penelitian melibatkan 12 siswa kelas X SMA Negeri 3 Dusun Utara. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026, secara definitif berlangsung dari bulan Oktober hingga November 2025. Aktivitas pembelajaran menerapkan pendekatan *Deep Learning* melalui model PjBL dengan mengangkat masalah kontekstual berupa proyek pembuatan briket bahan bakar alternatif dari limbah daun karet kering di lingkungan sekolah.



Prosedur pelaksanaan mengintegrasikan enam sintaks PjBL (Juwita, 2022) dengan lima indikator KPS target kurikulum nasional berdasarkan Keputusan Kepala BSKAP Nomor 046/H/KR/2025. Alur aktivitas proyek meliputi: 1) pertanyaan mendasar (indikator mengamati); 2) mendesain perencanaan (indikator mempertanyakan dan memprediksi); 3) menyusun jadwal (indikator merencanakan dan melakukan penyelidikan); 4) memonitor proyek (indikator merencanakan dan melakukan penyelidikan); 5) penilaian proyek (indikator memproses, menganalisis data dan informasi); serta 6) evaluasi pengalaman (indikator mengevaluasi dan refleksi).

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan lima instrumen utama, yaitu lembar observasi KPS, angket pemanfaatan limbah daun karet, pedoman wawancara semi-terstruktur untuk pekebun lokal, angket respons siswa, serta dokumentasi dan portofolio digital. Seluruh pengerjaan proyek dan pelaporan oleh siswa difasilitasi melalui Lembar Kerja Siswa (LKPD) terstruktur pada Kelas Digital Huma Betang Provinsi Kalimantan Tengah. Data hasil pengamatan KPS dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif berupa persentase rata-rata. Klasifikasi tingkat penguasaan keterampilan proses sains siswa disajikan secara rinci pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kategori KPS

No	Persentase rerata skor (%)	Kategori
1	$75,05 < X$	Sangat tinggi
2	$58,35 < X \leq 75,05$	Tinggi
3	$41,65 < X \leq 58,35$	Sedang
4	$24,95 < X \leq 41,65$	Rendah
5	$X \leq 24,95$	Sangat rendah

(Adilla & Utami, 2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Observasi KPS Kelas X SMA Negeri 3 Dusun Utara

Berdasarkan observasi langsung yang dilakukan selama proses pembelajaran berbasis proyek pada materi Kimia Hijau melalui pembuatan briket daun karet kering, diperoleh data capaian KPS siswa. Rekapitulasi hasil penilaian KPS siswa secara berkelompok dan per-indikator disajikan secara rinci pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Rekap Hasil KPS

Kelompok	Indikator KPS					Jumlah	Nilai	Kriteria
	1	2	3	4	5			
1	3	3	3	2	2	13	52	Sedang
2	4	4	3	3	2	16	64	Tinggi
Rata-rata	3,50	3,50	3,00	2,50	2,00	14,50	58,00	Sedang
Nilai	70,00	70,00	60,00	50,00	40,00			
Kategori	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah			

Berdasarkan Tabel 2 di atas, terlihat adanya variasi tingkat penguasaan KPS baik secara antarkelompok maupun antar-indikator. Kelompok 2 menunjukkan performa yang lebih unggul dengan perolehan nilai persentase sebesar 64,00% (kategori Tinggi) dibandingkan Kelompok 1 yang memperoleh nilai 52,00% (kategori Sedang). Secara akumulatif, rata-rata nilai KPS



keseluruhan siswa berada pada angka 58,00%, yang menurut skala klasifikasi penguasaan masuk dalam kategori Sedang.

Hasil Respon Siswa

Pengukuran respons siswa dilakukan setelah seluruh rangkaian pembelajaran materi Kimia Hijau melalui proyek pembuatan briket daun karet kering selesai dilaksanakan. Angket ini diisi oleh 12 responden kelas X untuk mengevaluasi persepsi mereka terhadap lima aspek. Berdasarkan analisis data kuantitatif yang diperoleh, rekapitulasi nilai persentase respons siswa per aspek disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Rekap Capaian Respon Siswa

No	Aspek Penilaian Angket	Persentase (%)	Kriteria
1	Proses pembelajaran (PJBL & <i>Deep Learning</i>)	79,69	Baik
2	Pengembangan Keterampilan Proses Sains (KPS)	76,67	Baik
3	Pengalaman menggunakan LKPD digital	80,21	Baik
4	Pengelolaan kerjasama kelompok	78,47	Baik
5	Dampak keberlanjutan & nilai ekonomi	75,52	Baik
Rata-rata		78,11	Baik

Berdasarkan tabel 3 tersebut, kelima aspek penilaian memberikan respons positif dengan kriteria "Baik", di mana pemanfaatan LKPD Digital menempati capaian tertinggi sebesar 80,21%, diikuti oleh aspek proses pembelajaran dengan model PjBL dan pendekatan *Deep Learning* sebesar 79,69%, pengelolaan kerjasama kelompok sebesar 78,47%, serta aspek pengembangan KPS sebesar 76,67%. Aspek dampak keberlanjutan dan nilai ekonomi menempati posisi terendah dengan capaian 75,52%. Meskipun demikian, secara akumulatif, proyek ini berhasil mengumpulkan total skor sebesar 749 dari skor maksimum ideal 960, sehingga menghasilkan rata-rata persentase respons keseluruhan siswa sebesar 78,11% yang dikategorikan dalam kriteria Baik.

Pembahasan

Penguasaan KPS yang ditunjukkan oleh siswa pada keseluruhan indikator tidak terlepas dari penerapan model pembelajaran PjBL. Melalui sintaks PjBL, siswa tidak sekadar menyerap konsep Kimia Hijau secara teoretis, melainkan diterjunkan langsung ke dalam situasi pemecahan masalah nyata, yaitu merancang dan mengolah limbah organik yang ada di sekitar menjadi produk. Pendekatan berbasis proyek ini mewajibkan siswa untuk mempraktikkan metode ilmiah secara terstruktur pada setiap fase pengerjaannya. Keterlibatan aktif secara fisik maupun kognitif inilah yang menjadi wadah utama dalam menstimulasi kemunculan kelima indikator KPS tersebut, meskipun dinamika di lapangan tetap menunjukkan adanya perbedaan tingkat kedalaman analisis yang mampu dicapai siswa pada masing-masing tahapan.

1. Indikator Mengamati

Penguasaan siswa pada indikator mengamati termasuk dalam kategori Tinggi dengan rata-rata skor 3,50. Hasil yang memuaskan ini menunjukkan bahwa siswa memiliki kepekaan sensorik yang baik dalam mengidentifikasi masalah lingkungan di sekitar mereka. Selama investigasi awal di lapangan, siswa secara cermat mengamati kondisi fisik limbah organik daun karet kering yang menumpuk tak terkelola, mengidentifikasi penurunan kualitas udara akibat pembakaran terbuka yang dilakukan oleh pekebun, serta memetakan lokasi penumpukannya



yang berpotensi menjadi sarang hama. Aktivitas yang bersifat konkret dan kontekstual ini berhasil menstimulus panca indera siswa untuk menyerap fenomena lingkungan riil secara langsung. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian terdahulu yang mengungkapkan bahwa kegiatan pembelajaran melalui observasi alam dan eksperimen lapangan terbukti mampu mengaitkan teori dengan fenomena nyata di sekitar siswa, sehingga tidak hanya meningkatkan ketertarikan melainkan juga membantu mereka memahami konsep sains secara lebih mendalam serta relevan (Kurniawan, 2025).

Keberhasilan pada indikator ini dipengaruhi oleh karakteristik objek observasi yang berwujud nyata dan dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa. Proses pengamatan langsung bertindak sebagai jembatan kognitif yang kuat bagi siswa Fase E untuk memahami esensi isu global terkait akumulasi sampah organik perkebunan. Berdasarkan data observasi tersebut, siswa mulai menyadari bahwa penanganan limbah konvensional melalui pembakaran terbuka memberikan dampak buruk bagi kesehatan atmosfer. Hal ini memicu kesadaran awal siswa mengenai pentingnya mencari alternatif penanganan limbah yang sejalan dengan prinsip Kimia Hijau, yaitu mencegah timbulnya emisi gas rumah kaca berbahaya melalui pengelolaan biomassa yang lebih cerdas (Alberto et al., 2024).

2. Indikator Mempertanyakan dan Memprediksi

Indikator mempertanyakan dan memprediksi juga menempati kategori Tinggi dengan perolehan nilai persentase 70,00%. Capaian yang baik pada aspek ini didorong oleh kombinasi strategi pembelajaran kolaboratif dan mandiri yang seimbang. Di satu sisi, guru memfasilitasi perancangan angket penanganan limbah secara bersama-sama di dalam kelas guna menyamakan indikator dasar makro mengenai isu lingkungan di perkebunan karet. Namun, untuk melatih nalar kritis yang lebih spesifik, draf pertanyaan wawancara untuk pekebun lokal tetap disusun secara mandiri oleh masing-masing kelompok. Pembagian porsi ini berhasil mereduksi kebingungan awal siswa melalui diskusi klasikal, sekaligus tetap memicu kemandirian kelompok dalam merumuskan rasa ingin tahu mereka secara kontekstual. Penerapan bimbingan secara bertahap (*Scaffolding*) dari klasikal ke mandiri ini terbukti efektif memicu kemandirian kognitif siswa dalam menginvestigasi masalah nyata di lapangan (Hadiyani et al., 2025).

Aktivitas menyusun pertanyaan wawancara secara mandiri di tingkat kelompok melatih kemampuan berpikir hipotetis dan keterampilan komunikasi sains siswa. Setiap kelompok ditantang untuk menyusun pertanyaan unik, seperti bagaimana kebiasaan pekebun dalam mengelola limbah selama ini dan sejauh mana kebutuhan mereka akan bahan bakar alternatif. Sebagai bentuk implementasi nyata, siswa melakukan wawancara langsung di lapangan menggunakan draf pertanyaan kelompok yang telah mereka matangkan. Seluruh proses interaksi ini direkam dan diunggah secara audiovisual oleh siswa, yang dapat diakses secara publik melalui platform YouTube pada tautan berikut: <https://youtu.be/c3U4tLbDyH0?feature=shared> (Kelompok 1) dan <https://youtu.be/6hNbZbfUUeE?si=HIRw-OWF1jPngVxz> (Kelompok 2). Keterlibatan aktif dari tahap perancangan instrumen hingga eksekusi wawancara kelompok ini sukses membangun rasa kepemilikan proyek (*project ownership*) yang kuat dalam diri siswa. Melalui PJBL, munculnya *project ownership* tersebut terbukti menjadi indikator utama meningkatnya motivasi intrinsik dan partisipasi aktif siswa secara signifikan (Syafa et al., 2026).

3. Indikator Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan

Pada aspek merencanakan dan menyelidiki, siswa memperoleh nilai 60,00% yang menempatkannya pada batas bawah kategori Tinggi. Nilai ini mencerminkan keberhasilan siswa dalam mengeksekusi metode karbonisasi (pengarangan) daun karet kering hingga tahap pencetakan fisik dan pengemasan briket. Secara umum, siswa di kedua kelompok mampu mengikuti runtutan prosedur kerja eksperimen yang telah disepakati bersama dengan baik. Pembagian peran dalam menyiapkan bahan baku, mengondisikan kaleng karbonisasi, melakukan teknik pengadukan adonan arang, hingga memasukkan produk jadi ke dalam kemasan standar berjalan secara teratur.

Meskipun masuk dalam kategori tinggi, indikator ini belum mencapai skor maksimal karena adanya beberapa catatan hambatan teknis saat penyelidikan berlangsung. Siswa di kedua kelompok masih menunjukkan ketergantungan yang cukup tinggi pada arahan langsung dari guru, terutama saat mengendalikan faktor keselamatan kerja (*safety*) ketika proses pembakaran daun dalam kondisi minim oksigen berlangsung.



Gambar 1. Produk Kemasan Briket Daun Karet Siswa

4. Indikator Memproses, Menganalisis Data dan Informasi

Penurunan kompetensi ilmiah mulai terlihat secara signifikan pada indikator keempat yang hanya meraih kategori Sedang dengan nilai 50,00%. Ketika melakukan uji fungsional briket seperti mengukur durasi waktu menyala, menghitung kecepatan sisa pembakaran menjadi abu, dan mengamati kepekatan asap yang dilepaskan siswa sebenarnya mampu melakukan pencatatan angka mentah secara akurat. Namun, tantangan terbesar muncul saat mereka dituntut untuk melakukan penalaran kritis tingkat tinggi ketika menginput dan mengolah data tersebut ke dalam LKPD di kelas digital Huma Betang Provinsi Kalimantan Tengah yang terintegrasi dengan googlesites (<https://s.id/IVmiA>).

Rendahnya capaian pada indikator memproses dan menganalisis data ini mengindikasikan bahwa siswa masih berada pada level kemampuan berpikir tingkat rendah (LOTS). Kondisi tersebut dipicu oleh kebiasaan belajar siswa yang jarang dilatih untuk melakukan aktivitas analisis mandiri terhadap fenomena sains yang mereka temukan di lapangan. Menurut Vandrianor & Prasetyono (2026) dalam perspektif konstruktivisme, pembelajaran bagi siswa kelas 10 idealnya tidak sekadar berfokus pada aktivitas fisik saat praktikum, melainkan harus menuntut keterlibatan proses berpikir tingkat tinggi (analisis, sintesis, dan evaluasi), karena minimnya aktivitas analisis ilmiah secara langsung inilah yang menjadi akar penyebab rendahnya keterampilan menalar dan menafsirkan data siswa di sekolah menengah.

5. Indikator Mengevaluasi dan Refleksi

Copyright (c) 2026 LEARNING : Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran



Indikator mengevaluasi dan refleksi menjadi titik paling lemah dalam peta penguasaan KPS siswa dengan nilai hanya 40,00%, sehingga masuk dalam kategori Rendah. Rendahnya nilai pada indikator pamungkas ini mengindikasikan bahwa siswa belum terbiasa melakukan proses berpikir metakognitif pasca-eksperimen. Ketika dihadapkan pada fakta bahwa briket buatan mereka retak, rapuh, kotor akibat jatuh, atau sulit untuk dinyalakan, siswa di kedua kelompok tidak mampu mengidentifikasi letak kesalahan prosedur atau merumuskan solusi alternatif perbaikan formula teknis secara mandiri. Hal ini memperkuat temuan Zebua et al (2022) yang menunjukkan adanya variasi kemampuan metakognitif siswa dalam memecahkan masalah, di mana siswa berkemampuan tinggi mampu menuntaskan seluruh tahapan evaluasi, siswa berkemampuan sedang hanya menyelesaikan beberapa tahap, sementara siswa berkemampuan rendah cenderung terhenti pada tahap perencanaan. Kondisi ini menegaskan bahwa penguatan KPS pada aspek evaluasi tidak dapat dipisahkan dari stimulasi metakognisi, yang menuntut integrasi model pembelajaran berbasis pemecahan masalah secara lebih intensif guna melatih kemandirian berpikir siswa.

Respon Siswa

Pencapaian kriteria "Baik" dengan rata-rata persentase keseluruhan sebesar 78,11% memberikan indikasi kuat bahwa transisi pola pengajaran kimia dari metode hafalan tekstual konvensional menuju pendekatan *Deep Learning* berbasis proyek mendapatkan penerimaan yang sangat positif dari peserta didik SMA Negeri 3 Dusun Utara.

1. Proses Pembelajaran (PjBL & Deep Learning)

Aspek proses pembelajaran memperoleh tanggapan yang sangat positif karena karakteristik model *Project-Based Learning* (PjBL) berhasil memicu motivasi intrinsik dalam diri peserta didik. Berbeda dengan pembelajaran konvensional yang cenderung berpusat pada guru dan menjemukan, sintaks PjBL memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik secara fisik maupun kognitif sejak awal penentuan proyek. Pengalaman autentik mengolah limbah daun karet kering dari tahap pengumpulan hingga menjadi briket memberikan tantangan nyata yang membuat siswa merasa dihargai sebagai subjek pembelajar. Hal ini sejalan dengan temuan Septianingsih et al (2024) dan Sholeh et al (2024) yang menegaskan bahwa PjBL sangat efektif dalam meningkatkan motivasi serta keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Melalui aktivitas praktikum yang menantang ini, rasa bosan dapat tereduksi secara optimal dan *Deep Learning* dapat tercipta dengan baik.

2. Pengembangan Keterampilan Proses Sains

Tingginya respons pada aspek ini membuktikan bahwa ragam aktivitas proyek yang dirancang oleh guru berhasil melatih kecerdasan berpikir ilmiah peserta didik. Kebebasan kelompok untuk merumuskan draf pertanyaan secara mandiri serta melakukan wawancara langsung dengan pekebun karet lokal dinilai siswa sebagai tantangan berharga yang melatih nalar kritis dan kemampuan komunikasi mereka. Terlebih lagi, kewajiban untuk mengunggah rekaman video wawancara tersebut ke platform YouTube sukses membangun rasa kepemilikan proyek (*project ownership*). Menurut studi yang dilakukan oleh Karubaba et al (2026), KPS merupakan fondasi utama bagi siswa untuk dapat mempelajari, memahami, dan menemukan konsep sains secara mandiri. Melalui kegiatan wawancara lapangan dan publikasi digital, siswa didorong untuk tidak hanya menjadi pendengar pasif, melainkan menjadi penyampai informasi sains yang aktif dan percaya diri di tengah masyarakat.

3. Pengalaman Menggunakan LKPD Digital— 80,21%

Aspek ini menempati persentase tertinggi di antara seluruh aspek respons peserta didik. Berdasarkan analisis terhadap media pembelajaran yang digunakan, struktur menu interaktif



pada platform Google Sites dinilai sangat praktis dan mempermudah kerja kelompok. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Mardatillah & Fuadiyah (2024) dan Fitri et al (2025) yang menyatakan bahwa LKPD yang terintegrasi dengan model proyek dan disajikan secara digital mampu meningkatkan efisiensi belajar serta kemandirian siswa. Pertanyaan pemantik analitis yang disematkan di dalam LKPD digital terbukti efektif memicu ruang diskusi argumentatif yang mendalam di tingkat kelompok.

4. Pengelolaan Kerjasama Kelompok

Aspek kerjasama tim mendapatkan respons yang baik karena kegiatan proyek ini mampu membangun komunikasi yang baik antar peserta didik. Siswa merasa pembagian peran saat mengumpulkan bahan, melakukan pembakaran, hingga menginput data ke LKPD sudah dilakukan secara adil. Hal ini sejalan dengan pendapat Siahaan et al (2022) bahwa model pembelajaran berbasis kolaborasi kelompok sangat efektif untuk melatih keterampilan sosial siswa. Melalui gotong royong ini, tugas praktikum yang rumit terasa lebih mudah diselesaikan bersama.

5. Dampak Keberlanjutan dan Ekonomi

Meskipun menempati posisi terendah pada grafik respons, aspek pemahaman dampak keberlanjutan dan nilai ekonomi tetap berada dalam kategori "Baik". Melalui proyek ini, peserta didik berhasil mengonstruksi pemikiran bahwa ilmu sains kimia berkaitan erat dengan implementasi nyata 12 prinsip Kimia Hijau. Siswa menyadari bahwa pemanfaatan biomassa daun karet kering mampu mencegah emisi gas rumah kaca berbahaya yang biasanya ditimbulkan akibat kebiasaan pembakaran sampah terbuka oleh warga desa. Selain dampak ekologis, timbulnya kesadaran siswa mengenai potensi briket sebagai bahan bakar alternatif yang ekonomis untuk menghemat pengeluaran energi rumah tangga pekebun tradisional, sukses memicu ketertarikan mereka untuk mentransfer teknologi tepat guna ini ke komunitas masyarakat yang lebih luas. Hal ini selaras dengan prinsip pemanfaatan bahan baku terbarukan dan pencegahan limbah dalam Kimia Hijau (Alberto et al., 2024).

Secara keseluruhan, terdapat korelasi positif yang unik antara tingginya antusiasme subjektif siswa dengan profil kemampuan ilmiah objektif yang ditunjukkan di lapangan. Meskipun capaian KPS siswa masih pada kategori "Sedang" akibat kelemahan di fase evaluasi mandiri, angket respons peserta didik membuktikan bahwa *Deep Learning* berbasis proyek ini telah berhasil membangun fondasi afektif dan lingkungan belajar yang baik. Tingginya respons positif ini harus dipandang sebagai modal awal (*readiness*) yang berharga bagi guru. Tantangan berikutnya adalah guru perlu melatih siswa agar memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik, mempertajam kemampuan evaluasi dalam menganalisis kegagalan eksperimen, serta memperkuat keterampilan presentasi saat mengomunikasikan hasil dokumentasi ilmiah kelompok di depan kelas. Langkah tindak lanjut ini penting dilakukan agar antusiasme tinggi yang dimiliki siswa tidak sekadar menjadi respons sesaat, melainkan bertransformasi menjadi keterampilan ilmiah yang nyata dan mendalam.

KESIMPULAN

Pembelajaran kimia yang didominasi oleh hafalan konsep dan rumus mereduksi esensi ilmu kimia sebagai sains eksperimental dan menghambat kemandirian berpikir siswa. Melalui proyek pembuatan briket daun karet berbasis *Deep Learning* dan PjBL ini, dominasi hafalan konsep dan rumus tersebut berhasil diubah menjadi aktivitas pemecahan masalah nyata yang bermakna bagi siswa kelas X SMA Negeri 3 Dusun Utara. Hal ini terlihat dari tingginya



kemampuan siswa dalam mengamati isu lingkungan di perkebunan serta menyusun draf pertanyaan wawancara kelompok, yang berhasil mencapai kategori Tinggi.

Keselarasan proses ini juga diperkuat oleh respons positif siswa yang mencapai 78,11%, menandakan bahwa atmosfer belajar baru yang lebih menantang dan berpusat pada siswa dapat diterima dengan baik. Meski demikian, hasil refleksi data pengamatan menyingkap dampak jangka panjang yang tersembunyi dari pola hafalan yang selama ini mendominasi membuat siswa menjadi kurang terlatih berpikir mandiri. Akibatnya, penguasaan kognitif mereka melandai pada aspek pemrosesan data (kategori Sedang: 50,00%) dan mereka mengalami hambatan besar saat harus mengevaluasi serta merefleksikan kegagalan teknis pada produk briket yang dihasilkan (kategori Rendah: 40,00%).

Prospek pengembangan ke depan dari penelitian ini menegaskan bahwa transisi dari hafalan rumus menuju proyek nyata harus diimbangi dengan intervensi bimbingan (*scaffolding*) guru yang lebih tajam pada aspek berpikir tingkat tinggi (HOTS). Kombinasi model PjBL dengan pendekatan *problem solving* yang intensif sangat disarankan pada penerapan selanjutnya guna mengasah kemampuan metakognitif siswa dalam menginterpretasikan data uji coba. Rencana tindak lanjut diarahkan pada perluasan hilirisasi teknologi briket daun karet melalui kerja sama dengan pemerintah desa setempat dan komunitas pekebun karet lokal agar esensi prinsip Kimia Hijau dapat terwujud secara nyata serta berkelanjutan di masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. F., Rusdianto, & Nuha, U. (2026). Pengaruh model Project-Based Learning terhadap keterampilan proses sains siswa SMP pada pembelajaran IPA. *Papanda Journal of Mathematics and Sciences Research (PJMSR)*, 5(1), 205–216. <https://doi.org/10.56916/pjmsr.v5i1.3122>
- Adilla, R., & Utami, L. (2022). Analisis keterampilan proses sains siswa menggunakan Virtual Laboratory Physics Education Technology (PhET). *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*, 4(1), 50–65. [https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4\(1\).9348](https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4(1).9348)
- Alberto, C., Morais, C., Jesus, D. P. De, & Junior, G. G. (2024). The role of the Periodic Table of the elements of Green and Sustainable Chemistry in a high school educational context. *Sustainability*, 16(6), 1–22. <https://doi.org/10.3390/su16062504>
- Fatnah, N., Azizah, D., & Cahyani, M. D. (2021). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek melalui kegiatan fun chemistry untuk meningkatkan keterampilan proses sains di SMK. *Jurnal Zarah*, 9(1), 15–21. <https://doi.org/10.31629/zarah.v9i1.2461>
- Fitri, R., Yogica, R., & Rahiimah, N. (2025). Effectiveness of PjBL-based E-LKPD implementation in teaching plant tissue materials. *Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 13(1), 118–127. <https://doi.org/10.22373/biotik.v13i1.26559>
- Hadiyani, V. P., Sulalah, S., & Widodo, B. (2025). Pembelajaran matematika menggunakan metode scaffolding berbasis diferensiasi terhadap kemandirian belajar siswa. *Biormatika: Jurnal Ilmiah Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 11(1), 63–75. <https://doi.org/10.35569/biormatika.v11i1.2240>
- Irawan, R. S., Haris, M., & Hidayanti, E. (2024). Pengaruh pembelajaran berbasis proyek berbantuan media komik terhadap keterampilan proses sains kimia materi laju reaksi pada siswa kelas XI MIPA SMAN 1 Lembar. *Chemistry Education Practice*, 7(2), 388–394. <https://doi.org/10.29303/cep.v7i2.6625>



- Juwita, R. (2022). Best practice membangun keterampilan proses sains melalui model Project Based Learning pendekatan STEAM materi asam basa kelas XI IPA SMAN 1 Bontang. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 2(3), 268–277. <https://jurnal.stitparitbingkai.ac.id/index.php/learning/article/view/142>
- Karubaba, M., Kelana, A. H., Irawan, S., Inggame, M. M., & Kopeuw, A. J. (2026). Peningkatan keterampilan proses sains: Implementasi E-Modul kimia materi redoks berbasis budaya Papua. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan MIPA*, 6(2), 737–748. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v6i2.4282>
- Kemendikdasmen. (2025). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 046/H/KR/2025 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah*. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. https://kurikulum.kemendikdasmen.go.id/file/1753929861_manage_file.pdf
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025). *Naskah akademik pembelajaran mendalam menuju pendidikan bermutu untuk semua*. Pusat Kurikulum dan Pembelajaran Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. https://kurikulum.kemdikbud.go.id/file/1741963991_manage_file.pdf
- Kurniawan, S. (2025). Pembelajaran sains di luar kelas: Membangun minat dan pengetahuan sains dalam kehidupan sehari-hari. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 3(2), 82–92. <https://doi.org/10.47945/search.v3i2.1884>
- Mardatillah, A., & Fuadiyah, S. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis Project Based Learning (PjBL) bernuansa kearifan lokal pada materi bioteknologi fase E SMA: Meta analisis. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 33–42. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v10i1.4335>
- Munawwarah, Reinard, M., Fatkhullah, S., & Syakur, A. (2025). Project Based Learning dalam meningkatkan keterampilan proses sains: Kajian literatur. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(4), 2129–2140. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v10i4.7129>
- Puspitasari, E., Abdullah, & Wati, M. (2025). Analisis keefektifan LKPD terintegrasi model PBL. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 7(4), 1893–1904. <https://doi.org/10.29100/eduproxima.v7i4.8152>
- Sanora, O. M. P., Andromeda, Yermadesi, & Kurniawati, D. (2025). Validitas dan praktikalitas media pembelajaran konten edukasi materi Kimia Hijau berbasis Project Based Learning (PjBL) untuk fase E SMA/MA. *Edukimia*, 7(2), 117–126. <https://doi.org/10.24036/ekj.v7.i2.a587>
- Septianingsih, D., Fawzia, M., Burhanudin, M. Z., Irawati, H., & Wahyuni, P. A. (2024). Implementasi metode pembelajaran Project Based Learning berbasis teknologi Canva untuk meningkatkan kreativitas peserta didik di SMA N 1 Tambun Selatan. *SSRN Electronic Journal*, 1–12. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4837650>
- Sholeh, M. I., Azah, N., Rosyidi, H., Arifin, Z., Tasya, D. A., Soki, Syafi'i, A., & Sahri. (2024). Penerapan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Tinta: Jurnal Ilmu Keguruan Dan Pendidikan*, 6(2), 158–176. <https://doi.org/10.35897/jurnaltinta.v6i2.1484>



- Siahaan, J. H., Sihombing, S., & Simamora, B. A. (2022). Studi komparasi kemampuan berpikir kritis siswa dengan menggunakan model pembelajaran berbasis masalah dan model pembelajaran konvensional pada mata pelajaran IPS Terpadu kelas VIII di SMP Negeri 10 Pematangsiantar T.A. 2022/2023. *Cendikia: Media Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 13(2), 188–195. <https://doi.org/10.35335/cendikia.v13i2.3012>
- Solehatunisa, Purwanto, H., Vilmala, B. K., Syahfutra, W., Ma-saman, S., & Asda, E. F. (2026). Dari hafalan ke PjBL-STEM: Peningkatan literasi sains dan keterampilan proses sains siswa SMP di Thailand Selatan. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan MIPA*, 6(2), 595–608. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v6i2.4188>
- Syafa, D. A., Nisa, A., Jayati, A., Dinda, R., & Harahap, S. (2026). Pengalaman guru dalam menerapkan Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) di sekolah dasar. *Jurnal Bidik: Jurnal Bidang Pendidikan*, 2(1), 42–46. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18760252>
- Vandrianur, N., & Prasetyono, H. (2026). Analisis keterampilan proses sains siswa pada pembelajaran berbasis praktikum. *Indonesian Journal of Innovation Multidisciplinary Research*, 4(2), 400–409. <https://doi.org/10.69693/ijim.v4i2.469>
- Zebua, M. B., Harefa, A. O., & Harefa, A. R. (2022). Analisis kemampuan metakognitif siswa dalam memecahkan masalah dengan menggunakan pendekatan problem solving di kelas VIII SMP Negeri 2 Tugalaoyo. *Formosa Journal of Applied Sciences (FJAS)*, 1(4), 493–512. <https://doi.org/10.55927/fjas.v1i4.1325>