



PENGARUH *PROJECT BASED LEARNING* BERBASIS STEAM TERHADAP LITERASI SAINS IPAS MATERI ENERGI TERBARUKAN SISWA KELAS VI SDN 021 SUNGAI KUNJANG

Nur Qifthiyyah¹, Sukriadi¹, Makmun¹, Muhammad Nur Mannan¹, Sotinsia Desi Lastsari²

¹Program Studi S1 Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, Samarinda, ²SDN 021 Sungai Kunjang, Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda

e-mail: sukriadi@fkip.unmul.ac.id

Diterima: 21/9/2026; Direvisi: 1/10/2026; Diterbitkan: 7/10/2026

ABSTRAK

Rendahnya literasi sains siswa sekolah dasar masih menjadi tantangan nyata yang kerap dipicu oleh pembelajaran konvensional yang minim keterlibatan langsung peserta didik. Kondisi ini menuntut hadirnya model pembelajaran inovatif yang mampu mengontekstualisasikan materi sains ke dalam proyek pemecahan masalah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan, pengaruh, serta besarnya peningkatan literasi sains antara siswa yang memperoleh model *Project Based Learning* berbasis STEAM dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional pada materi energi terbarukan. Penelitian kuantitatif ini menerapkan rancangan *quasi-experimental* dengan desain *non-equivalent control group design* yang melibatkan 52 siswa kelas VI SDN 021 Sungai Kunjang (kelas eksperimen dan kontrol masing-masing 26 siswa). Instrumen yang digunakan meliputi tes literasi sains pilihan ganda terstandar dan angket identitas sains. Hasil penelitian membuktikan bahwa kelas eksperimen mengalami peningkatan literasi sains yang signifikan, dengan rata-rata *post-test* dan perolehan *N-gain* yang jauh melampaui kelas kontrol. Keunggulan tersebut mencakup seluruh aspek literasi sains serta diperkuat oleh profil identitas sains yang lebih positif pada diri siswa. Dengan demikian, penerapan model *Project Based Learning* berbasis STEAM terbukti efektif dan berpengaruh signifikan dalam meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar pada materi energi terbarukan. **Kata Kunci:** Energi terbarukan, literasi sains, *project based learning*, STEAM.

ABSTRACT

The substandard scientific literacy of primary school students remains an ongoing educational challenge, largely triggered by teacher-centered instruction lacking direct experiential engagement. This condition necessitates innovative pedagogical models capable of contextualizing scientific concepts into environmental problem-solving initiatives. This study aims to investigate the differences, effect, and magnitude of scientific literacy enhancement among students instructed through STEAM-based *Project Based Learning* compared to those taught conventionally on renewable energy materials. This quantitative study implemented a quasi-experimental non-equivalent control group design involving 52 sixth-graders at SDN 021 Sungai Kunjang (26 students each in the experimental and control groups). The research instruments comprised a validated multiple-choice scientific literacy test and a science identity questionnaire. The empirical findings demonstrated that the experimental group achieved a significantly higher scientific literacy enhancement, with mean post-test scores and normalized gain (*N-gain*) substantially outperforming the control group. This pedagogical advantage was



consistent across all scientific literacy domains and reinforced by more favorable student science identity indicators. Consequently, STEAM-based Project Based Learning is proven to exert a positive and significant effect on fostering primary school students' scientific literacy in renewable energy topics.

Keywords: *Project based learning, renewable energy, science literacy, STEAM.*

PENDAHULUAN

Peningkatan kualitas pendidikan merupakan fondasi utama dalam membentuk generasi yang adaptif dan berdaya saing tinggi di era globalisasi. Hal ini sejalan dengan pandangan Syafriani et al., (2025) yang menegaskan bahwa institusi pendidikan memiliki peran sentral dalam membekali setiap individu dengan kompetensi kognitif, keterampilan praktis, serta karakter moral sebagai bekal hidup bermasyarakat dan bernegara. Untuk mewujudkan hal ini, pemerintah Indonesia menetapkan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional sebagai landasan hukum yang menegaskan bahwa penyelenggaraan pendidikan nasional bertujuan mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia berakhlak dan bermartabat (Pemerintah Republik Indonesia, 2003). Merespons tuntutan abad ke-21 yang terus berkembang, pemerintah menerapkan Kurikulum Merdeka sebagai paradigma baru pembelajaran yang menitikberatkan pada keterlibatan aktif siswa, kolaborasi, serta pengembangan kompetensi holistik yang sesuai dengan kebutuhan zaman (Wahyudin et al., 2024). Kurikulum ini memberi ruang yang lebih luas bagi guru maupun peserta didik untuk menciptakan proses pembelajaran yang bermakna, personal, dan sesuai konteks masing-masing (Tunas et al., 2024).

Sebagai bagian dari implementasi Kurikulum Merdeka, pemerintah Indonesia mengintegrasikan mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) ke dalam kurikulum sekolah dasar (Kemendikbud Ristek, 2022). Mata pelajaran ini memadukan dimensi sains dan sosial dalam bingkai kehidupan nyata siswa, sehingga secara strategis mendorong tumbuhnya kemampuan berpikir ilmiah sekaligus membangun literasi sains sejak usia dini (Wahyudin et al., 2024). Dalam konteks abad ke-21, literasi sains menempati posisi strategis sebagai kecakapan dasar yang memungkinkan individu menganalisis informasi secara kritis, merancang solusi berbasis data, dan mengambil keputusan yang berlandaskan pada bukti-bukti ilmiah yang pasti." OECD (2023) mengartikan literasi sains sebagai kapasitas seseorang untuk terlibat secara kritis dan reflektif terhadap berbagai isu yang berkaitan dengan sains dalam kehidupan sebagai warga negara. Lebih lanjut, Irsan, (2021) menekankan bahwa penguatan literasi sains di jenjang sekolah dasar sangat penting guna mencetak generasi yang berpikir logis, inovatif, kreatif, dan siap bersaing secara global.

Meskipun upaya peningkatan kualitas pembelajaran terus dilakukan, kenyataan menunjukkan adanya kesenjangan signifikan antara idealita dan realita. Secara global, hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 yang diselenggarakan oleh OECD menempatkan Indonesia pada skor literasi sains 383 indeks poin, turun dari 396 pada tahun 2018 dan masih jauh di bawah rata-rata global sebesar 449 indeks poin (OECD, 2023). Sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi rancangan penyelidikan, serta menginterpretasikan data dan bukti secara kritis. Kondisi tersebut berdampak langsung pada kemampuan siswa dalam kehidupan nyata. Yusmar & Fadilah, (2023) menegaskan bahwa rendahnya literasi sains mengakibatkan peserta didik menjadi lambat dalam merespons dan mengatasi persoalan serta perubahan di lingkungan



sekitar, sehingga sulit mengaplikasikan pengetahuan ilmiah untuk memecahkan masalah nyata (Yusmar & Fadilah 2023).

Gambaran serupa juga ditemukan di SDN 021 Sungai Kunjang, Kota Samarinda, berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan peneliti. Pembelajaran IPAS di sekolah tersebut masih sangat bergantung pada metode ceramah yang mencapai 82%, sementara kegiatan berbasis proyek maupun eksperimen tidak terlaksana sebesar 72%, dan sebanyak 62% siswa mengaku merasa jenuh karena proses belajar yang cenderung monoton dan satu arah. Padahal, data juga menunjukkan bahwa antusiasme belajar aktif siswa terbilang sangat tinggi yakni 93%, dan rasa ingin tahu ilmiah mereka mencapai 88%, sebuah potensi besar yang sayangnya belum dioptimalkan secara maksimal. Yusmar & Fadilah, (2023) menyatakan bahwa keterbatasan fasilitas sekolah menjadi salah satu faktor penghambat utama dalam mengimplementasikan model-model pembelajaran inovatif. Kondisi ini justru makin melebarkan jurang antara potensi siswa dan capaian belajar yang sesungguhnya, sehingga diperlukan inovasi pembelajaran yang tidak hanya relevan secara kontekstual, tetapi juga mampu berjalan optimal meski dengan keterbatasan sumber daya yang ada.

Bertolak dari permasalahan tersebut, model *Project Based Learning* yang diintegrasikan dengan pendekatan STEAM hadir sebagai tawaran solusi pembelajaran yang dinilai kontekstual sekaligus berorientasi pada pengembangan kompetensi abad ke-21. Karmana, (2024) menyatakan bahwa *Project Based Learning* terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi sains siswa sekaligus mengembangkan kecakapan hidup mereka. Sebagai pendekatan *student-centered*, *Project Based Learning* mendorong peserta didik untuk secara aktif mengidentifikasi dan menyelidiki permasalahan autentik dari lingkungan sekitar, kemudian menuangkan pemahaman mereka dalam bentuk produk nyata yang bermakna (Nurazizah et al., 2025). Dalam prosesnya, siswa berlatih merancang penyelidikan, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menginterpretasikan bukti ilmiah tiga kompetensi utama yang menjadi inti dari literasi sains PISA. Pendekatan STEAM yang memadukan *Science, Technology, Engineering, Arts, dan Mathematics* memperluas cakupan pembelajaran melalui integrasi lintas bidang ilmu, sehingga mendorong tumbuhnya kreativitas dan pola pikir yang holistik pada diri siswa (Ramadhan, 2023). Ketika dipadukan dengan *Project Based Learning*, keduanya menciptakan ekosistem belajar yang tidak hanya kontekstual dan aplikatif, tetapi juga menantang siswa untuk menghasilkan solusi inovatif terhadap permasalahan nyata di sekitar mereka (Putri et al., 2025). Selanjutnya, Machdalena et al., (2025) juga membuktikan bahwa penggunaan media berbasis STEAM dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar, khususnya pada materi transformasi energi, mampu menciptakan pengalaman belajar yang jauh lebih bermakna bagi siswa.

Sejumlah penelitian telah mengonfirmasi efektivitas integrasi *Project Based Learning* dan STEAM secara empiris. Ramadhan, (2023) menemukan bahwa pembelajaran berbasis STEAM yang diterapkan melalui kerangka *Project Based Learning* memberikan dampak positif yang nyata terhadap literasi sains siswa sekolah dasar, terutama pada aspek pemahaman konsep, keterampilan observasi, dan kemampuan berpikir kritis. Kamariah et al., (2023) juga menyimpulkan hal serupa, bahwa model *Project Based Learning* secara signifikan berkontribusi pada peningkatan literasi sains peserta didik. Meski demikian, sebagian besar penelitian tersebut dilakukan di sekolah dengan fasilitas yang memadai, sehingga penelitian di SDN 021 Sungai Kunjang yang memiliki keterbatasan sarana menghadirkan sudut pandang baru yang belum banyak dikaji. Keunikan penelitian ini terletak pada dua hal: pertama, konteks pelaksanaannya di sekolah dasar dengan kondisi sarana terbatas yang jarang menjadi fokus



penelitian serupa; kedua, orientasi proyek yang secara terintegrasi mencakup seluruh unsur STEAM, di mana siswa merancang, membangun, dan mempresentasikan miniatur pembangkit listrik sederhana sebagai wujud nyata dari pemahaman mereka. Selain itu, penelitian ini memanfaatkan angket identitas sains berbasis kerangka PISA 2025 yang dikembangkan oleh Mu'aziyah et al., (2025) sebagai instrumen pendukung sebuah pendekatan pengukuran yang masih jarang digunakan dalam konteks penelitian sekolah dasar di Indonesia.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan: (1) mengetahui perbedaan literasi sains siswa kelas VI SDN 021 Sungai Kunjang sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan *Project Based Learning* berbasis STEAM; (2) mengetahui pengaruh *Project Based Learning* berbasis STEAM terhadap literasi sains pada materi energi terbarukan; dan (3) mengetahui besarnya peningkatan literasi sains siswa setelah pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEAM dibandingkan pembelajaran konvensional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *Non-Equivalent Control Group Design* yang termasuk dalam kategori *Quasi Experimental Design*. Rancangan ini menggunakan dua kelompok yang pemilihannya tidak dilakukan secara acak, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, yang masing-masing menjalani tiga tahap yakni pengukuran awal (*pre-test*), pemberian perlakuan (*treatment*), dan pengukuran akhir (*post-test*) (Sugiyono, 2021). Penelitian ini berlangsung di SDN 021 Sungai Kunjang, Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026. Adapun populasi yang menjadi sasaran penelitian adalah keseluruhan siswa kelas VI SDN 021 Sungai Kunjang yang terdistribusi dalam empat rombongan belajar, yaitu kelas VI A, VI B, VI C, dan VI D, dengan total populasi sebanyak 106 siswa. Penetapan kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak dilakukan melalui prosedur acak, melainkan ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan terlebih dahulu mengadakan *pre-test* pada kelas VI A, VI B, dan VI C. Dari hasil analisis data *pre-test* tersebut, kelas VI C dan kelas VI B dipilih sebagai sampel penelitian karena keduanya menunjukkan kesetaraan kemampuan awal yang paling mendekati serta memiliki jumlah siswa yang sama. Atas dasar kesetaraan itu, keduanya ditetapkan sebagai kelompok sampel yang utuh (*intact group*) dalam penelitian ini. Dengan demikian, total sampel penelitian berjumlah 52 siswa, yang terdiri atas 26 siswa kelas VI C sebagai kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEAM, dan 26 siswa kelas VI B sebagai kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran konvensional.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas lima jenis, yaitu: (1) tes literasi sains dalam bentuk 25 butir soal pilihan ganda yang dirancang untuk mengukur capaian literasi sains siswa; (2) angket pendahuluan sebanyak 10 butir pernyataan dan angket identitas sains sebanyak 20 butir pernyataan yang meliputi tiga dimensi pengukuran, yakni *Science Capital*, *Attitudinal*, dan *Environmental Constructs*; (3) lembar observasi yang digunakan untuk memantau keterlaksanaan model pembelajaran secara konsisten; (4) pedoman wawancara yang ditujukan kepada guru maupun siswa; serta (5) dokumentasi selama kegiatan penelitian berlangsung. Sebelum diaplikasikan dalam pengambilan data, seluruh instrumen tes diujicobakan terlebih dahulu kepada 26 siswa kelas VI D yang tidak termasuk dalam sampel penelitian namun memiliki karakteristik yang setara dengan sampel. Hasil analisis uji coba menggunakan program ANATES menunjukkan bahwa dari 25 butir soal yang diuji, sebanyak 15 butir dinyatakan valid ($r_{hitung} > 0,388$) dengan koefisien reliabilitas $r_{11} = 0,81$ (kategori

sangat tinggi). Sebanyak 15 butir soal yang valid inilah yang kemudian digunakan sebagai instrumen pengambilan data *pre-test* dan *post-test*.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui empat tahapan, yaitu: (1) analisis statistik deskriptif untuk menjawab rumusan masalah pertama; (2) uji prasyarat yang mencakup uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas varians menggunakan *Levene's Test*; (3) uji *Independent Sample t-Test* disertai penghitungan *effect size* dengan formula Cohen's d untuk menjawab rumusan masalah kedua; (4) analisis *N-Gain* (Hake, 1998) yang diterapkan pada dua lingkup, yaitu kelompok penelitian secara keseluruhan dan indikator literasi sains PISA yang meliputi aspek kompetensi, pengetahuan, dan konteks, guna menjawab rumusan masalah ketiga, dengan data pendukung berupa hasil angket identitas sains. Seluruh proses analisis kuantitatif dalam penelitian ini dikerjakan dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 27 dan Microsoft Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perbedaan Literasi Sains Kelas Eksperimen Sebelum dan Sesudah Pembelajaran

Untuk mengetahui gambaran kemampuan literasi sains siswa kelas eksperimen (VI C) secara menyeluruh, dilakukan analisis statistik deskriptif terhadap data hasil *pre-test* dan *post-test* setelah diterapkannya model *Project Based Learning* berbasis STEAM pada materi energi terbarukan. Ringkasan perbandingan hasil kedua tes tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai *Pre-test* dan *Post-test* Kelas Eksperimen

Komponen	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
Skor Tertinggi	73	100
Skor Terendah	27	47
Rata-rata	49,23	75,65
Selisih Peningkatan	+26,42	

Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026

Merujuk pada Tabel 1, terlihat bahwa capaian literasi sains siswa mengalami pergeseran yang sangat positif setelah mendapat perlakuan model *Project Based Learning* berbasis STEAM. Pergeseran ini tampak jelas dari perubahan batas atas maupun batas bawah skor siswa yang bergerak ke arah yang jauh lebih baik, bahkan skor tertinggi berhasil menyentuh nilai maksimal. Lonjakan pada nilai rata-rata kelas eksperimen secara keseluruhan semakin memperkuat bukti bahwa model pembelajaran yang diterapkan efektif meningkatkan kemampuan literasi sains. Temuan deskriptif ini mengindikasikan adanya perbedaan kemampuan literasi sains yang nyata dan bermakna pada peserta didik kelas VI SDN 021 Sungai Kunjang antara sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran berbasis STEAM.

Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis STEAM terhadap Literasi Sains Siswa

Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, terlebih dahulu dipenuhi dua asumsi prasyarat analisis, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas varians. Uji normalitas bertujuan untuk memverifikasi apakah sebaran data hasil belajar siswa mengikuti distribusi normal, sedangkan uji homogenitas dimaksudkan untuk memastikan kesetaraan varians antara kedua kelompok. Pengujian normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* ($n = 26 < 50$) menghasilkan seluruh nilai Sig. $> 0,05$, yang berarti data dari kedua kelas berdistribusi normal. Hasil disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas

Data	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol	Keterangan
<i>Pre-test</i>	0,268	0,096	Berdistribusi Normal
<i>Post-test</i>	0,366	0,401	Berdistribusi Normal

Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026

Tabel 2 memperlihatkan bahwa seluruh nilai signifikansi baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol, baik data *pre-test* maupun *post-test*, berada di atas ambang batas $\alpha = 0,05$. Ini menunjukkan bahwa seluruh data hasil tes literasi sains berdistribusi normal dan layak dianalisis menggunakan statistik parametrik. Setelah asumsi normalitas terpenuhi, uji homogenitas dilakukan menggunakan *Levene's Test* untuk memastikan kesetaraan varians antar kelompok. Hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas

Data	Sig. Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol	Keterangan
<i>Pre-test</i>		0,085	Homogen
<i>Post-test</i>		0,127	Homogen

Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026

Berdasarkan Tabel 3, nilai signifikansi pada data *pre-test* maupun *post-test* keduanya melampaui batas penolakan standar, yang membuktikan bahwa varians data antara kelas eksperimen dan kelas kontrol bersifat setara atau homogen. Dengan terpenuhinya kedua asumsi tersebut, pengujian hipotesis menggunakan *Independent Sample t-Test* dapat dilanjutkan. Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan ada tidaknya pengaruh model *Project Based Learning* berbasis STEAM terhadap kemampuan literasi sains siswa pada materi energi terbarukan. Ringkasan hasilnya disajikan pada Tabel 4.

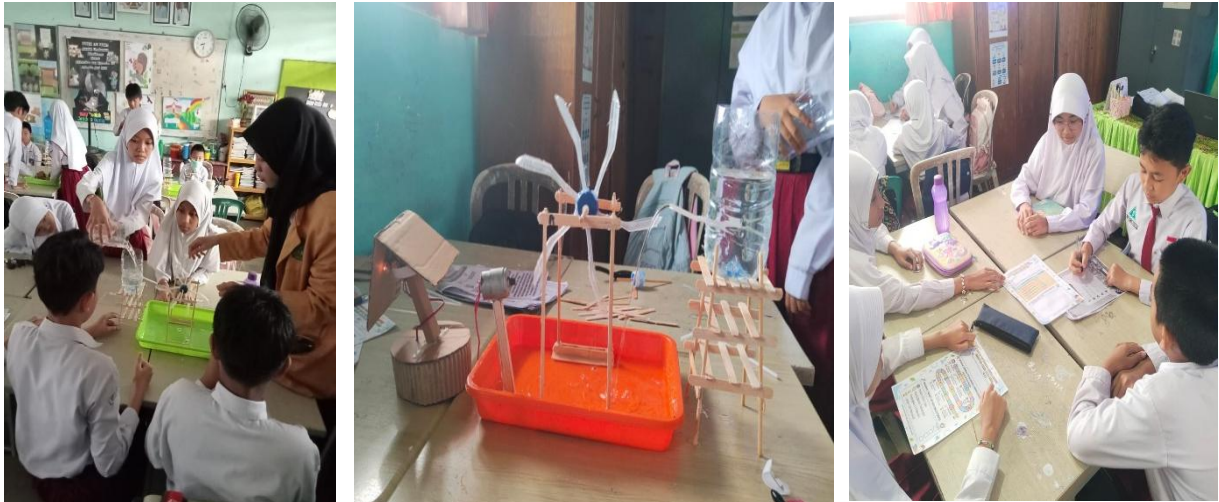
Tabel 4. Hasil Uji Independent Sample t-Test

Komponen	Nilai
t hitung	2,398
t tabel	2,009
Sig. (2-tailed)	0,020
Cohen's d (<i>Effect Size</i>)	0,665 (Sedang)
Keputusan	H_0 ditolak, H_1 diterima

Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai signifikansi dua arah yang diperoleh berada di bawah batas penolakan standar, dan nilai t hitung telah melampaui nilai t tabel. Berdasarkan kriteria tersebut, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis kerja (H_1) diterima. Hasil ini secara empiris membuktikan bahwa penerapan model *Project Based Learning* berbasis STEAM memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan literasi sains siswa kelas VI SDN 021 Sungai Kunjang pada materi energi terbarukan. Sementara itu, nilai *effect size* menunjukkan bahwa dampak praktis dari penerapan model ini tergolong dalam kategori sedang.

Keterlaksanaan pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEAM di kelas eksperimen selama penelitian berlangsung didokumentasikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Aktivitas Siswa dalam Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis STEAM pada Materi Energi Terbarukan di Kelas VI C SDN 021 Sungai Kunjang

Gambar 1 menunjukkan aktivitas siswa kelas VI C SDN 021 Sungai Kunjang yang sedang bekerja secara berkelompok merancang dan merakit miniatur pembangkit listrik sederhana berbasis STEAM menggunakan bahan daur ulang. Terlihat antusiasme siswa yang tinggi dalam mengeksplorasi konsep energi terbarukan secara langsung melalui pembuatan produk nyata.

Peningkatan Literasi Sains Berdasarkan Analisis *N-Gain*

Analisis *N-Gain* dilakukan pada dua lingkup kelompok penelitian dan indikator literasi sains PISA. Hasil *N-Gain* kelompok penelitian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *N-Gain* pada Kelompok Penelitian

Kelas	Rata-rata <i>Pre-test</i>	Rata-rata <i>Post-test</i>	<i>N-Gain</i>	<i>N-Gain</i> (%)	Kriteria
Eksperimen	49,23	75,65	0,506	50,62%	Sedang
Kontrol	46,15	64,38	0,292	29,19%	Rendah

Sumber: Data Olahan Peneliti, 2026

Tabel 5 memperlihatkan bahwa peningkatan literasi sains kelas eksperimen jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, baik dari sisi nilai *N-Gain* maupun kategori kriterianya.

Tabel 6. Hasil *N-Gain* Berdasarkan Indikator Literasi Sains PISA

Aspek	Indikator	Kelas	N-Gain	Kriteria
Kompetensi	Menjelaskan Fenomena Ilmiah	Eksperimen	0,573	Sedang
		Kontrol	0,349	Sedang
	Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah	Eksperimen	0,153	Rendah
		Kontrol	0,192	Rendah
	Menafsirkan Data dan Bukti Ilmiah	Eksperimen	0,714	Tinggi
		Kontrol	0,240	Rendah
Rata-rata Kompetensi Eksperimen			0,480	Sedang
Rata-rata Kompetensi Kontrol			0,260	Rendah
Pengetahuan	Pengetahuan Konten	Eksperimen	0,384	Sedang
		Kontrol	0,192	Rendah
	Pengetahuan Prosedural	Eksperimen	0,718	Tinggi
		Kontrol	0,167	Rendah

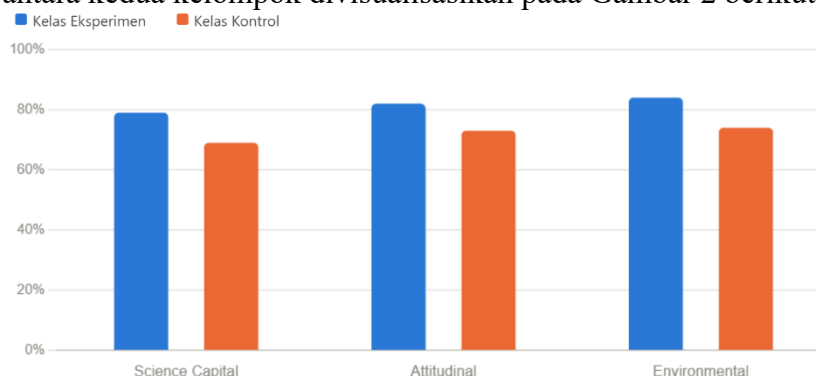
Aspek	Indikator	Kelas	N-Gain	Kriteria
Rata-rata Pengetahuan Eksperimen	Pengetahuan Epistemik	Eksperimen	0,652	Sedang
		Kontrol	0,532	Sedang
			0,585	Sedang
			0,297	Rendah
Konteks	Personal	Eksperimen	0,583	Sedang
		Kontrol	0,337	Sedang
	Lokal/Nasional	Eksperimen	0,585	Sedang
		Kontrol	0,394	Sedang
	Global	Eksperimen	0,194	Rendah
		Kontrol	0,225	Rendah
	Rata-rata Konteks Eksperimen		0,454	Sedang
	Rata-rata Konteks Kontrol		0,319	Sedang

Sumber: Data Olahan
 Peneliti, 2026

Berdasarkan Tabel 6, kelas eksperimen mencapai kategori sedang pada seluruh aspek literasi sains PISA, dengan peningkatan tertinggi pada aspek pengetahuan, diikuti kompetensi, dan konteks. Sementara itu, kelas kontrol cenderung tertahan pada kategori rendah.

Analisis Identitas Sains

Pengukuran afektif sains yang dihimpun melalui angket identitas sains pada akhir perlakuan memperkuat data keunggulan kognitif siswa. Komparasi skor persentase dimensi identitas sains antara kedua kelompok divisualisasikan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Perbandingan Hasil Angket Identitas Sains Siswa

Berdasarkan Gambar 2, kelas eksperimen memperoleh persentase lebih tinggi pada seluruh dimensi identitas sains dibandingkan kelas kontrol. Pada dimensi *Science Capital* (dukungan dan paparan sains dari lingkungan siswa), kelas eksperimen memperoleh 79% dibandingkan kontrol 69%. Dimensi *Attitudinal* (sikap, minat, dan kepercayaan diri terhadap sains) menunjukkan capaian 82% pada kelas eksperimen dan 73% pada kelas kontrol. Adapun dimensi *Environmental* (kesadaran terhadap isu lingkungan) mencatat capaian tertinggi pada kelas eksperimen sebesar 84% dibandingkan kelas kontrol 74%. Secara keseluruhan, rata-rata identitas sains kelas eksperimen (82%) lebih tinggi 10 poin persentase dibandingkan kelas kontrol (72%), menunjukkan bahwa penerapan *Project Based Learning* berbasis STEAM tidak hanya meningkatkan literasi sains secara kognitif, tetapi juga membentuk identitas sains siswa yang lebih positif.



Pembahasan

Perbedaan Literasi Sains Sebelum dan Sesudah Pembelajaran

Hasil analisis deskriptif menunjukkan terdapat perbedaan literasi sains siswa kelas eksperimen yang signifikan antara sebelum dan sesudah penerapan *Project Based Learning* berbasis STEAM, dengan peningkatan rata-rata sebesar 26,42 poin. Keterlaksanaan model oleh guru mencapai 85,23% (skor 75 dari 88) yang tergolong sangat baik, membuktikan guru telah memfasilitasi pembuatan model pembangkit listrik sederhana secara optimal sesuai sintaks *Project Based Learning*, mulai dari penentuan pertanyaan mendasar hingga pengujian produk. Meskipun demikian, skor yang belum tercapai (14,77%) terkonsentrasi pada tahap mengevaluasi pengalaman, khususnya presentasi kelompok, pemberian umpan balik, dan refleksi siswa. Kendala ini diduga disebabkan keterbatasan waktu dua kali pertemuan sehingga alokasi untuk tahap akhir menjadi sangat terbatas. Elemen *Art* dalam STEAM juga belum tereksplorasi maksimal karena siswa lebih memprioritaskan fungsi teknis produk dibandingkan estetika. Supriyatna et al. (2025) menegaskan bahwa meskipun implementasi STEM di sekolah dasar memiliki potensi besar, pelaksanaannya di lapangan masih sering menghadapi tantangan, terutama terkait manajemen waktu.

Tingginya peningkatan literasi sains pada kelas eksperimen sejalan dengan karakteristik *Project Based Learning* yang menuntut keterlibatan aktif siswa. Melalui serangkaian sintaks pembelajaran, siswa dilibatkan langsung merancang dan membuat miniatur pembangkit listrik sederhana berbasis STEAM sebagai representasi nyata konsep energi terbarukan (Nurazizah et al., 2025). Safitri et al. (2022) menegaskan bahwa pembelajaran berbasis STEAM di sekolah dasar sangat efektif meningkatkan motivasi dan keterlibatan aktif peserta didik. Selain itu, model ini memfasilitasi siswa untuk melakukan eksplorasi, sintesis, dan interpretasi informasi secara mandiri guna menghasilkan solusi inovatif atas tantangan dunia nyata (Alfiatunnisa et al., 2026; Azzahra et al., 2025; Louvette & Budiyanto, 2026; Sholekah, 2020).

Temuan ini juga selaras dengan teori konstruktivisme Piaget yang menekankan peran siswa membangun pengetahuannya sendiri melalui eksplorasi dan pengalaman langsung (Masgumelar & Mustafa, 2021). Siswa mengungkapkan kekaguman ketika menyaksikan langsung bagaimana aliran air dikonversi menjadi energi listrik, sekaligus mampu memecahkan kendala teknis secara mandiri saat merakit kincir, sebagaimana ditegaskan Habibah (2024) bahwa *Project Based Learning* efektif mendorong siswa memecahkan masalah nyata dan membekali pengetahuan yang bermakna. Karakteristik ini sejalan dengan pandangan Thomas yang menyatakan bahwa fokus pembelajaran terletak pada konsep inti disiplin studi, di mana siswa bekerja secara otonom untuk mengkonstruksi pemahaman mereka sendiri melalui kegiatan tugas bermakna yang berujung pada penciptaan produk nyata (Amelia & Aisyah, 2021; Apriany et al., 2020; Herpratiwi et al., 2021; Khoirunisa et al., 2020).

Temuan ini diperkuat pula oleh Ramadhan, (2023) dan Kamariah et al. (2023) yang membuktikan bahwa *Project Based Learning* memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan literasi sains peserta didik. Dengan demikian, dapat disimpulkan untuk menjawab rumusan masalah pertama bahwa terdapat perbedaan literasi sains siswa kelas VI SDN 021 Sungai Kunjang antara sebelum dan sesudah diterapkan model *Project Based Learning* berbasis STEAM pada materi energi terbarukan. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa model ini mampu menstimulasi kemampuan berpikir kritis serta kolaboratif siswa dalam memecahkan permasalahan otentik di lingkungan sekitar mereka (Aini et al., 2025; Kaharudin & Rosnawati, 2020; Mahajeng & Hendratmoko, 2026; Triprani et al., 2023).

Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis STEAM terhadap Literasi Sains



Hasil uji *Independent Sample t-Test* membuktikan terdapat pengaruh yang signifikan *Project Based Learning* berbasis STEAM terhadap literasi sains siswa ($t_{hitung} = 2,398 > t_{tabel} = 2,009$; Sig. $< 0,05$). Rata-rata *post-test* kelas eksperimen (75,65) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (64,38), dengan selisih 11,27 poin. Nilai Cohen's $d = 0,665$ menunjukkan pengaruh dengan kategori sedang secara praktis. Signifikansi pengaruh ini dapat dijelaskan melalui perbedaan mendasar antara *Project Based Learning* berbasis STEAM dan pembelajaran konvensional. *Project Based Learning* berbasis STEAM menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang terlibat langsung merancang, membuat, dan mempresentasikan miniatur pembangkit listrik sederhana dari bahan daur ulang.

Melalui proses ini, siswa mengembangkan ketiga kompetensi utama literasi sains OECD (2023) secara terintegrasi, yaitu menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan, serta menginterpretasikan data dan bukti ilmiah. Machdalena et al. (2025) membuktikan bahwa penerapan media berbasis STEAM pada materi energi di IPAS sangat efektif mendukung proses pembelajaran yang bermakna. Sebaliknya, pembelajaran konvensional pada kelas kontrol masih berpusat pada guru (*teacher-centered*) melalui ceramah dan penugasan tertulis, kondisi yang selaras dengan temuan awal penelitian di mana 82% pembelajaran IPAS di SDN 021 Sungai Kunjang masih didominasi metode ceramah sehingga 62% siswa merasa bosan dan pasif. Temuan ini memperkuat Putri et al. (2025) bahwa integrasi STEAM ke dalam *Project Based Learning* menciptakan kerangka pembelajaran yang kontekstual dan aplikatif, serta sejalan dengan Zahara et al. (2025) dan Mustamiroh et al (2024) yang membuktikan pengaruh signifikan *Project Based Learning* berbasis STEAM terhadap hasil belajar siswa dibandingkan pembelajaran konvensional.

Keunggulan kelas eksperimen juga terkonfirmasi dari data angket identitas sains. Rata-rata identitas sains kelas eksperimen (82%) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (72%), dengan keunggulan pada seluruh dimensi: *Science Capital* (79% vs 69%), *Attitudinal* (82% vs 73%), dan *Environmental* (84% vs 74%). Hal ini menunjukkan bahwa *Project Based Learning* berbasis STEAM tidak hanya meningkatkan literasi sains secara kognitif, tetapi juga membentuk identitas sains siswa yang lebih positif dari sisi modal sains, sikap terhadap sains, dan kesadaran lingkungan. Dengan demikian, dapat disimpulkan untuk menjawab rumusan masalah kedua bahwa terdapat pengaruh yang signifikan *Project Based Learning* berbasis STEAM terhadap literasi sains siswa kelas VI SDN 021 Sungai Kunjang, dengan kategori *effect size* tergolong sedang.

Besarnya Peningkatan Literasi Sains Berdasarkan *N-Gain*

Peningkatan literasi sains kelas eksperimen berada pada kategori sedang ($N-Gain = 0,506$; 50,62%), jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang berada pada kategori rendah ($N-Gain = 0,292$; 29,19%). Berdasarkan indikator PISA, peningkatan tertinggi terjadi pada aspek pengetahuan (rata-rata $N-Gain = 0,585$), diikuti kompetensi (0,480), dan konteks (0,454), seluruhnya dalam kategori sedang pada kelas eksperimen. Tingginya peningkatan pada indikator pengetahuan prosedural ($N-Gain = 0,718$; kategori tinggi) merupakan dampak langsung karakteristik *Project Based Learning* berbasis STEAM. Siswa tidak sekadar menghafal teori, melainkan aktif merancang, merangkai, dan menguji miniatur pembangkit listrik pengalaman langsung yang memperkuat pemahaman prosedural tentang perubahan bentuk energi dari air, gerak kincir, putaran dinamo, hingga nyala lampu LED. Kondisi ini sesuai dengan tahap operasional konkret Piaget, di mana pemahaman prosedural yang dapat diamati langsung lebih mudah terserap dibandingkan pemahaman epistemik yang bersifat abstrak.



Sebaliknya, indikator mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah mencatat *N-Gain* paling rendah pada kelas eksperimen (0,153; kategori rendah), bahkan sedikit di bawah kelas kontrol (0,192). Hal ini diduga karena keterbatasan waktu menyebabkan proses perancangan lebih banyak diarahkan guru, sehingga siswa lebih berperan sebagai pelaksana proyek daripada perancang penyelidikan secara mandiri. Temuan ini menjadi catatan penting bahwa tahap mendesain perencanaan proyek perlu dioptimalkan pada penelitian selanjutnya. Pada aspek konteks, meskipun kelas eksperimen dan kontrol sama-sama berada pada kategori sedang, kelas eksperimen tetap unggul (0,454 vs 0,319). Peningkatan paling rendah terjadi pada konteks global (0,194; kategori rendah), menunjukkan siswa lebih mudah memahami isu energi terbarukan dalam lingkup personal dan lokal yang dekat dengan pengalaman langsung mereka dibandingkan isu berskala dunia yang lebih abstrak. Hal ini wajar mengingat proyek yang dirancang memang berfokus pada pemanfaatan sumber daya lokal tanpa secara eksplisit mengaitkannya dengan isu energi global. Meskipun capaian keseluruhan berada pada kategori sedang, hasil ini tetap mencerminkan kontribusi nyata *Project Based Learning* berbasis STEAM dalam kondisi keterbatasan sumber daya, sebagaimana diperkuat Zendrato et al. (2024) yang menunjukkan bahwa *Project Based Learning* terintegrasi STEAM mampu meningkatkan *N-Gain* secara signifikan sekaligus mendorong keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa.

Berdasarkan keseluruhan analisis di atas, dapat ditarik kesimpulan akhir bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEAM terhadap literasi sains IPAS materi energi terbarukan siswa kelas VI SDN 021 Sungai Kunjang. Model ini terbukti mampu meningkatkan kemampuan literasi sains siswa secara signifikan, dan menariknya, proses pembelajaran tetap dapat berjalan dengan baik meskipun sarana dan prasarana sekolah masih terbatas. Ini membuktikan bahwa *Project Based Learning* berbasis STEAM berpotensi menjadi solusi pembelajaran yang efektif dan adaptif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPAS di sekolah dasar.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* berbasis STEAM berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan literasi sains siswa kelas VI SDN 021 Sungai Kunjang pada materi energi terbarukan. Keberhasilan model inovatif ini dibuktikan oleh adanya perbedaan capaian yang nyata antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, di mana kelas eksperimen mencatatkan skor perolehan ternormalisasi (*N-gain*) pada kategori sedang yang jauh melampaui kelas kontrol pada kategori rendah. Peningkatan paling dominan terbukti terjadi pada domain pengetahuan prosedural dan keterampilan interpretasi data ilmiah, yang didukung kuat oleh terbentuknya identitas sains serta kesadaran lingkungan yang lebih positif pada diri peserta didik.

Secara praktis, temuan ini merekomendasikan para guru sekolah dasar untuk mengadopsi model *Project Based Learning* berbasis STEAM sebagai alternatif strategi pembelajaran sains yang kontekstual, terkhusus pada satuan pendidikan yang menghadapi keterbatasan sarana laboratorium. Pemanfaatan material daur ulang terbukti mampu menjembatani pemahaman sains tanpa membebani biaya operasional sekolah. Bagi peneliti di masa depan, disarankan untuk memperpanjang durasi pertemuan agar tahap perancangan investigasi mandiri dapat dieksplorasi secara lebih leluasa oleh siswa, serta memperluas pengujian model ini pada materi IPAS lainnya dengan mengukur variabel keterampilan berpikir kreatif tingkat tinggi.



DAFTAR PUSTAKA

- Aini, J. N., Rusnayati, H., & Kaniawati, I. (2025). Enhancing students' critical thinking skills on the alternative energy topic in junior high school through integrated STEM-PjBL model. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 16(3), 252–260. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v16i3.1879>
- Alfiatunnisa, R. N., Syafe'i, I., & Sunarto, S. (2026). Model Problem Based Learning untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis peserta didik. *EDUCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan & Pengajaran*, 6(3), 2256–2265. <https://doi.org/10.51878/educational.v6i3.12932>
- Amelia, N., & Aisyah, N. (2021). Model pembelajaran berbasis proyek (project based learning) dan penerapannya pada anak usia dini di TKIT Al-Farabi. *Buhuts Al-Athfal: Jurnal Pendidikan dan Anak Usia Dini*, 1(2), 181–199. <https://doi.org/10.24952/alathfal.v1i2.3912>
- Apriany, W. A., Winarni, E. W., & Muktadir, A. (2020). Pengaruh penerapan model pembelajaran project based learning (PJBL) terhadap hasil belajar kognitif siswa pada mata pelajaran IPA di kelas V SD Negeri 5 Kota Bengkulu. *Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Pendidikan Dasar*, 3(2), 88–97. <https://doi.org/10.33369/dikdas.v3i2.12308>
- Azzahra, A., Cahyaningsih, U., & Kurino, Y. D. (2025). Penerapan model pembelajaran Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas V. *EDUCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan & Pengajaran*, 5(3), 722–733. <https://doi.org/10.51878/educational.v5i3.6838>
- Habibah, U. (2024). Penerapan model pembelajaran project based learning untuk meningkatkan kemampuan siswa SMK Al Musyawirin. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 3(4), 1025–1033. <https://doi.org/10.59188/jcs.v3i4.661>
- Herpratiwi, H., Taufiqurrahman, T., Widodo, S., & Effendi, R. (2021). Penerapan project based learning berbasis keterampilan sosial mata pelajaran kewarganegaraan di sekolah menengah atas. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(2), 487–495. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i2.313>
- Irsan. (2021). Implementasi literasi sains dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 524–532. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1416>
- Kaharudin, L. O., & Rosnawati, V. (2020). Perbandingan project based learning dan guided inquiry pada pengembangan pemahaman konsep peserta didik SMA. *Academy of Education Journal*, 11(2), 104–114. <https://doi.org/10.47200/aoej.v11i2.395>
- Kamariah, Muhlis, & Ramdani, A. (2023). Pengaruh penggunaan model pembelajaran project based learning (PjBL) terhadap literasi sains peserta didik. *Journal of Classroom Action Research*, 5(1), 209–216. <https://doi.org/10.29303/jcar.v5i1.2925>
- Kemendikbud Ristek. (2022). *Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) untuk SD/MI Kelas VI*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Khoirunisa, A. Z., Sunarya, I. K., & Rahdiyanta, D. (2020). Dampak implementasi model pembelajaran project-work berbasis karakter terhadap sikap dan prestasi belajar mahasiswa. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 5(1), 57–68. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v5i1.30996>
- Louvette, R. H., & Budiyo, M. (2026). Peningkatan keterampilan berpikir kritis melalui penerapan model Problem Based Learning berbasis STEM. *LEARNING: Jurnal*



- Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(2), 1346–1357.
<https://doi.org/10.51878/learning.v6i2.10017>
- Machdalena, M., Suhartini, E., & Haerani, R. P. R. (2025). Pengembangan media STEM Tora pada pembelajaran IPAS di sekolah dasar materi transformasi energi. *Media Penelitian Pendidikan: Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan dan Pengajaran*, 19(2), 145–156. <https://doi.org/10.26877/mpp.v19i2.22932>
- Mahajeng, M. C., & Hendratmoko, A. F. (2026). Implementasi Problem Based Learning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *SECONDARY: Jurnal Inovasi Pendidikan Menengah*, 6(2), 599–607. <https://doi.org/10.51878/secondary.v6i2.10004>
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori belajar konstruktivisme dan implikasinya dalam pendidikan. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49–57. <https://doi.org/10.62159/ghaitsa.v2i1.188>
- Mu'aziyah, S. E. S., Zainal, S., Agni, R., Supriyadi, S., & Isnawati, I. (2025). STEM-focused science identity questionnaire based on the PISA 2025 framework: Rasch model validation. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*, 13(3), 737–748. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2025-13-3-737-748>
- Nurazizah, Z., Mubarak, A. S. E. H., & Putri, D. P. (2025). Deep learning with project-based learning (PjBL) model for student creativity. *Pedagogia: Jurnal Pendidikan*, 14(2), 239–252. <https://doi.org/10.21070/pedagogia.v14i2.1957>
- OECD. (2023a). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- OECD. (2023b). *PISA 2025 science framework*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/pisa/sfpisa2025.htm>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2003). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 78. <https://pep.pps.uny.ac.id/sites/pep.pps.uny.ac.id/files/UU%20Nomor%2020%20Tahun%202003-Sistem%20Pendidikan%20Nasional.pdf>
- Putri, R. A., Nusa, R. D. M., & Arova, R. M. Y. (2025). Analisis model pembelajaran STEAM berbasis PjBL untuk meningkatkan kreativitas dan inovasi siswa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 221–227. <https://doi.org/10.24252/ip.v10i1.17642>
- Ramadhan, W. (2023). Pembelajaran berbasis pendekatan STEAM melalui project-based learning (PjBL) untuk meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar. *Ibriez: Jurnal Kependidikan Dasar Islam Berbasis Sains*, 8(2), 171–186. <https://doi.org/10.21154/ibriez.v8i2.390>
- Safitri, K. N., Wahyuningsih, T., Suhartini, E., Dwiyono, Y., & Arafah, A. A. (2022). Pengembangan LKPD berbasis STEM materi siklus air pada siswa kelas V sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(4), 1031–1037. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.729>
- Sholekah, A. W. (2020). Peningkatan motivasi dan hasil belajar IPA materi pencemaran lingkungan melalui model PjBL siswa kelas VII SMPN 9 Salatiga. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(1), 16–22. <https://doi.org/10.37630/jpm.v10i1.260>
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Edisi ke-2). Alfabeta.



- Supriyatna, Y., Suhartini, E., Zahra, I. R., Mannan, M. N., & Haerani, R. P. R. (2025). Analisis implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar: Studi kontekstual di Kota Samarinda. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(4), 368–379. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i04.31500>
- Triprani, E. K., Sulistyani, N., & Aini, D. F. N. (2023). Implementasi pembelajaran STEAM berbasis PjBL terhadap kemampuan problem solving pada materi energi alternatif di SD. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 13(2), 176–187. <https://doi.org/10.24246/j.js.2023.v13.i2.p176-187>
- Tunas, K. O., Daniel, R., & Pangkey, H. (2024). Kurikulum Merdeka: Meningkatkan kualitas pembelajaran dengan kebebasan dan fleksibilitas. *Journal on Education*, 6(4), 22031–22040. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.6324>
- Wahyudin, Subkhan, E., Malik, A., Hakim, M. A., & Sudiapermana, E. (2024). *Kajian akademik Kurikulum Merdeka*. Pusat Kurikulum dan Pembelajaran, Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.
- Yusmar, F., & Fadilah, R. E. (2023). Analisis rendahnya literasi sains peserta didik Indonesia: Hasil PISA dan faktor penyebab. *LENZA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11–19. <https://doi.org/10.24929/lenza.v13i1.283>
- Zendrato, K. V. F., Lase, S. N., Dohona, W. M., Gea, T. Y., Gulo, V. E. N., Telaumbanua, A., Humendru, N. A., Gulo, E. J. J., & Harefa, E. (2024). Efektivitas model pembelajaran project-based learning terintegrasi STEM dalam peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik sekolah dasar. *Jurnal Riset Pendidikan Dasar*, 5(2), 223–234. <https://doi.org/10.30595/jrpd.v5i2.23298>