

Dari Hafalan ke PjBL-STEM: Peningkatan Literasi Sains dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP di Thailand Selatan

Solehatunisa¹, Hadi Purwanto^{2*}, Berry Kurnia Vilmala³, Wandi Syahfutra⁴, Suraida Ma-saman⁵, Eka Frima Asda⁶

^{1,2,3,4,6}Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru, Indonesia

⁵Prince of Songkla University, Pattani Campus, Thailand

*Corresponding Author: hadipurwanto@umri.ac.id

Dikirim: 12-04-2026; Direvisi: 21-04-2026; Diterima: 25-04-2026

Abstrak: Latar belakang penelitian ini adalah dominannya praktik pembelajaran konvensional yang berorientasi pada hafalan, dengan pola interaksi yang cenderung satu arah dari guru kepada siswa. Kondisi tersebut menyebabkan siswa kurang mampu mengaitkan konsep sains dengan fenomena kehidupan sehari-hari serta belum terbiasa menerapkan langkah-langkah dalam proses penyelidikan ilmiah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektif penerapan model pembelajaran berbasis proyek yang dipadukan dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan proses sains siswa tingkat SMP di wilayah Thailand Selatan. Salah satu upaya dalam mengatasi kondisi tersebut adalah dengan menggunakan model *Project Based Learning* yang diintegrasikan dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (PjBL-STEM) sebagai bentuk inovasi dalam proses pembelajaran. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dan kualitatif dengan desain *pre-eksperimen* tipe *One Group Pretest-Posttest*. Subjek penelitian adalah 25 siswa kelas VIII yang dipilih melalui *purposive sampling*. Data dikumpulkan melalui tes literasi sains, lembar observasi keterampilan proses sains, serta angket respons siswa. Analisis kuantitatif meliputi uji normalitas, N-Gain, dan uji-t, sedangkan data kualitatif dianalisis secara deskriptif untuk memperkuat hasil kuantitatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan PjBL-STEM mampu meningkatkan literasi sains dengan rata-rata N-Gain sebesar 32,81% dan keterampilan proses sains sebesar 35,47%, yang keduanya termasuk dalam kategori sedang. Implikasi dari studi ini menegaskan bahwa perangkat pembelajaran PjBL-STEM berpotensi dijadikan strategi pedagogis alternatif yang efektif di sekolah menengah.

Kata Kunci: Literasi Sains; Keterampilan Proses Sains; *Project Based Learning*; STEM; Sekolah Menengah.

Abstract: The background of this research is the dominance of conventional learning practices that are oriented towards memorization, with a pattern of interaction that tends to be one-way from teacher to student. This condition causes students to be less able to connect scientific concepts with everyday life phenomena and are not accustomed to applying the steps in the scientific investigation process. This study aims to examine the effectiveness of the application of a project-based learning model combined with a STEM approach in improving scientific literacy and science process skills of junior high school students in Southern Thailand. One effort to overcome this condition is to use a Project Based Learning model integrated with a Science, Technology, Engineering, and Mathematics (PjBL-STEM) approach as a form of innovation in the learning process. The research method used is quantitative and qualitative with a pre-experimental design of the One Group Pretest-Posttest type. The research subjects were 25 eighth grade students selected through purposive sampling. Data were collected through a science literacy test, a science process skills observation sheet, and a student response questionnaire. Quantitative analysis includes

normality tests, N-Gain, and t-tests, while qualitative data were analyzed descriptively to strengthen the quantitative results. The analysis results show that the implementation of PjBL-STEM is able to improve scientific literacy with an average N-Gain of 32.81% and science process skills by 35.47%, both of which are included in the moderate category. The implications of this study confirm that the PjBL-STEM learning tool has the potential to be used as an effective alternative pedagogical strategy in secondary schools.

Keywords: Science Literacy; Science Process Skills; Project Based Learning; STEM; Middle School.

PENDAHULUAN

Pendidikan pada era abad ke-21 menuntut agar pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) tidak sekadar berorientasi terhadap pemahaman konsep, melainkan harus mampu mengembangkan penalaran analitis sebagai salah satu aspek kompetensi esensial yang perlu dikuasai oleh peserta didik (Wahyudi & Purwanto, 2024). Pembelajaran IPA hendaknya turut mendorong penguatan kemampuan metakognitif, sehingga peserta didik mampu menyadari, memahami, dan mengontrol proses berpikirnya sendiri sebagai bagian dari tuntutan kompetensi abad ke-21 (Asda, 2024). pembelajaran IPA juga menjadi dasar dalam membentuk berbagai kompetensi yang diperlukan peserta didik guna menghadapi berbagai persoalan di era mendatang (Kalengkongan et al., 2025). Keberhasilan pembelajaran IPA tidak semata-mata bergantung pada pemahaman konsep saja, tetapi juga dipengaruhi oleh aspek lain yang sama pentingnya, seperti literasi sains, kemampuan berpikir kritis, serta keterampilan proses sains (Fadlurrahman et al., 2026).

Antara berbagai kompetensi tersebut, literasi sains menempati urutan prioritas dalam kurikulum pendidikan sains modern (Wisdayana et al., 2025). Kompetensi ini mencakup kapasitas individu untuk memahami prinsip dan mekanisme ilmu pengetahuan, merumuskan pertanyaan yang bersifat saintifik, serta menggunakan data empiris sebagai dasar dalam menjelaskan peristiwa alam sekaligus membuat keputusan yang memiliki tanggung jawab terhadap masyarakat dan ekosistem lingkungan (OECD, 2023). Era transformasi digital yang berlangsung pesat saat ini, kemampuan tersebut menjadi semakin kritis karena individu dituntut mampu menafsirkan informasi ilmiah, menyelesaikan masalah berbasis data, dan memahami isu-isu global yang berdimensi saintifik (Sari et al., 2025). Berbagai evaluasi berskala internasional secara konsisten memperlihatkan bahwa penguasaan literasi sains di negara-negara berkembang masih jauh dari memuaskan (Khairrunisa et al., 2025).

Gambaran yang serupa juga terlihat pada temuan dari *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 yang diterbitkan oleh OECD, yang memperlihatkan bahwa negara-negara di Asia Tenggara, termasuk Thailand, masih memiliki rata-rata kemampuan literasi sains di bawah standar internasional (OECD, 2023). Situasi ini menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup signifikan antara kebutuhan kompetensi abad ke-21 dengan pendekatan pembelajaran di kelas yang masih didominasi oleh metode ceramah satu arah, sehingga pengembangan literasi sains siswa belum dapat berlangsung secara maksimal (Parisu et al., 2025).

Literasi sains memiliki keterkaitan yang erat dengan keterampilan proses sains sehingga tidak terpisahkan satu sama lain. Keterampilan proses sains mencakup



berbagai aktivitas ilmiah yang dilakukan secara langsung oleh siswa, seperti melakukan observasi, mengelompokkan objek, membuat prediksi, melakukan pengukuran, menganalisis serta menafsirkan data, hingga menyusun kesimpulan dan mengomunikasikan hasil penelitian (Wardhani et al., 2023). Keterampilan proses sains berperan dalam memperdalam pemahaman konsep, sementara literasi sains membantu siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan tersebut untuk menjelaskan fenomena alam secara sistematis (Sari et al., 2024). Berbagai studi sebelumnya mengungkapkan bahwa penggunaan pendekatan pembelajaran yang inovatif mampu meningkatkan kedua kemampuan tersebut secara simultan (Imron et al., 2025).

Beragam pendekatan pembelajaran inovatif telah dibuktikan mampu meningkatkan literasi sains dan keterampilan proses sains (Chatmaneerungcharoen, 2025). Pendekatan berbasis inkuiri, misalnya, merangsang siswa agar aktif merumuskan pertanyaan serta menemukan solusi secara mandiri. Sementara itu, Pembelajaran berbasis masalah berperan dalam mengasah kemampuan analisis serta menyelesaikan permasalahan yang relevan dengan kondisi kehidupan sehari-hari (Issaramanorose et al., 2024). Di sisi lain, pembelajaran kooperatif menumbuhkan kemampuan berkolaborasi dan berkomunikasi ilmiah (Ramli et al., 2024). Namun di antara berbagai pendekatan tersebut, model *Project Based Learning* (PjBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dianggap paling relevan untuk konteks pendidikan sains modern karena mengintegrasikan aktivitas ilmiah autentik dengan tantangan dunia nyata yang multidisiplin (Arumningtyas & Ilyas, 2025).

Model PjBL-STEM yang diterapkan dalam penelitian ini dirancang dengan sintak dan tahapan yang sistematis. Tahap pertama adalah penentuan pertanyaan mendasar, di mana siswa dihadapkan pada permasalahan nyata terkait fenomena sains di sekitar mereka yang melibatkan unsur teknologi, rekayasa, dan matematika. Tahap kedua adalah perencanaan proyek, di mana siswa merancang prosedur kerja dan alokasi sumber daya melalui Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis proyek. Tahap ketiga adalah penyusunan jadwal, yakni penentuan langkah-langkah penyelesaian proyek secara terstruktur. Tahap keempat adalah pelaksanaan dan monitoring, di mana siswa mengerjakan proyek secara kelompok sembari guru memantau kemajuan dan memberikan umpan balik. Tahap kelima adalah pengujian hasil, di mana siswa mempresentasikan produk atau temuan mereka. Tahap keenam adalah evaluasi dan refleksi, melalui di mana siswa dan guru secara kolaboratif mengevaluasi proses dan hasil pembelajaran. Selama seluruh tahapan ini, aktivitas siswa mencakup observasi, klasifikasi data, perumusan hipotesis, perancangan percobaan, penggunaan alat dan bahan sains, hingga komunikasi ilmiah.

Menurut Arumningtyas & Ilyas, (2025), integrasi pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dengan model *Project-Based Learning* (PjBL) terbukti mampu meningkatkan literasi sains serta keterampilan proses sains siswa melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan berpusat pada aktivitas siswa. Pendekatan STEM mengintegrasikan empat disiplin ilmu untuk memecahkan permasalahan nyata sehingga mampu mendorong berkembangnya keterampilan proses sains, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Keterampilan tersebut merupakan bagian penting dari kompetensi yang dibutuhkan dalam menghadapi tuntutan pendidikan abad ke-21 (Vilmala et al., 2025).



Kajian empiris mengenai implementasi PjBL terintegrasi STEM dalam konteks spesifik Thailand Selatan masih sangat minim (Komalasari et al., 2024). Wilayah ini memiliki keunikan tersendiri, sistem pendidikannya bersifat bilingual, mayoritas sekolahnya berbasis nilai-nilai Islam, dan komunitasnya bersifat multikultural, ditambah keterbatasan dalam fasilitas belajar dan peluang pengembangan kapasitas pendidik (Arumningtyas & Ilyas, 2025). Kondisi lapangan menunjukkan bahwa pengembangan literasi sains dan keterampilan proses sains masih dihadap berbagai kendala. Metode hafalan masih mendominasi proses belajar mengajar di sejumlah sekolah, terutama di kawasan Thailand Selatan, di mana guru mendominasi ruang kelas sebagai satu-satunya sumber pengetahuan sementara siswa hanya berposisi sebagai penerima informasi (Sari et al., 2024). Kekurangan fasilitas laboratorium, kelangkaan media pembelajaran yang memadai, serta minimnya pelatihan pendidik dalam menerapkan model inovatif memperparah kondisi tersebut (Izzania et al., 2024). sehingga siswa terbiasa menghafal tanpa pernah benar-benar mengembangkan nalar ilmiah melalui pengalaman belajar yang nyata.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menghadirkan suatu inovasi melalui pengujian model *Project Based Learning* (PjBL) yang dipadukan dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) serta didukung oleh penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis proyek. Penelitian ini berfokus pada upaya meningkatkan literasi sains sekaligus keterampilan proses sains siswa secara terpadu, khususnya dalam konteks lingkungan pendidikan di Thailand Selatan yang memiliki karakter bilingual, multikultural, serta menghadapi keterbatasan fasilitas pendukung pembelajaran. Oleh karena itu, rumusan masalah penelitian ini mencakup bagaimana implementasi *model Project-based Learning* (PjBL) terintegrasi STEM mempengaruhi kemampuan literasi sains dan keterampilan sains siswa, dan apakah penerapan model tersebut yang didukung oleh LKPD berbasis proyek efektif dalam meningkatkan kedua kemampuan tersebut secara simultan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif serta kualitatif, dengan analisis statistik deskriptif dan inferensial, guna mengukur peningkatan kemampuan literasi sains dan keterampilan proses sains siswa, termasuk perbedaan kemampuan sebelum dan setelah perlakuan.

Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan *pre-eksperimen* dengan tujuan untuk mengkaji sejauh mana model PjBL-STEM memengaruhi kemampuan peserta didik. Secara spesifik, desain penelitian yang dipakai adalah *One Group Pretest-Posttest*, yaitu pengukuran dilaksanakan dua kali terhadap pada satu kelompok yang sama, sebelum dan setelah pemberian perlakuan, tanpa kelompok control sebagai pembanding. Pengumpulan data dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu teknik tes dan non-tes (Jariyah & Efendi, 2024). Pada teknik tes, digunakan instrumen dalam bentuk pertanyaan pilihan ganda guna mengukur aspek literasi sains. serta soal uraian untuk mengevaluasi keterampilan proses sains. Kedua jenis instrumen tersebut dilaksanakan sebelum proses pembelajaran (*pre-test*) serta setelah proses



pembelajaran (*post-test*) (Jariyah & Efendi, 2024). Teknik non-tes mencakup pengisian angket respon siswa yang dianalisis secara persentase, wawancara singkat dengan beberapa siswa terpilih untuk menggali persepsi mereka terhadap model pembelajaran, serta pengambilan dokumentasi fotografi sepanjang kegiatan berlangsung (Fahreza & Zuhriyah, 2024).

Lokasi dan Subjek Penelitian

Studi ini diselenggarakan di Jariyathan Foundation Islamic School Satun, yang berlokasi di negara Thailand Selatan, selama semester genap tahun akademik 2026/2027 pada rentang waktu Januari hingga Februari. Sekolah ini dipilih karena mewakili karakteristik pendidikan khas Thailand Selatan, yakni sistem bilingual berbasis Islam dengan keterbatasan fasilitas pembelajaran sains. Subjek penelitian terdiri dari siswa kelas VIII yang melibatkan 25 orang siswa yang terlibat penuh dalam seluruh sesi pembelajaran, dipilih melalui teknik *purposive sampling* dengan memerhatikan ketersediaan dan kondisi kelas yang sesuai untuk penerapan model PjBL-STEM.

Teknik Analisis Data

Pendekatan analisis pada penelitian ini menerapkan desain *mixed methods* tipe *explanatory sequential design*, yaitu penggabungan metode kuantitatif dan kualitatif yang dilakukan secara bertahap. Tahap pertama, difokuskan pada pengumpulan serta pengolahan data kuantitatif untuk mengetahui tingkat literasi sains dan keterampilan proses sains, sekaligus menguji perbedaan kemampuan peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan. Analisis kuantitatif mencakup uji normalitas untuk memastikan distribusi data yang diperoleh (Niswandia et al., 2024). Perhitungan N-Gain guna mengevaluasi efektivitas perlakuan berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* sesuai kriteria N-Gain pada tabel 1, serta uji-t untuk menguji hipotesis penelitian. Selanjutnya, tahap kedua dilakukan melalui pengumpulan dan analisis data kualitatif berupa angket respon siswa untuk memperkuat dan menjelaskan secara lebih mendalam hasil analisis kuantitatif yang telah diperoleh (Ardiyansah et al., 2024).

Tabel 1. Kriteria N-Gain Ternormalisasi

Rata-Rata	Kriteria
$0,70 \leq g \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,00 < g < 0,30$	Rendah
$g = 0,00$	Tidak Terjadi Peningkatan
$-1,00 \leq g < 0,00$	Terjadi Penurunan

*N-Gain = Gain Ternormalisasi, Sumber : (Sukarelawa et al., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Penelitian ini menggunakan serangkaian analisis statistik yang disajikan secara rinci berikut ini.

1. Uji Normalitas

Sebagai prasyarat analisis lanjutan, uji normalitas dilakukan terhadap seluruh data penelitian. Rekapitulasi temuannya disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Table 2. Hasil Uji Normalitas

	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pre-Test	0,182	25	0,032	0,946	25	0,206
Post-Test	0,171	25	0,057	0,925	25	0,066

Uji normalitas dengan metode Shapiro-Wilk menghasilkan nilai signifikansi pada data *pre-test* sebesar 0,206, dan pada data *post-test* sebesar 0,066. Nilai-nilai tersebut melebihi batas alpha 0,05, sehingga data tersebut berdistribusi normal. Mengingat syarat normalitas telah terpenuhi, analisis statistik Wilcoxon (non-parametrik) dapat diteruskan pada tahap berikutnya.

2. Uji N-Gain

Penilaian terhadap peningkatan kemampuan siswa dianalisis melalui uji *Wilcoxon Signed Rank Test*, dengan *Rank Test*, dengan ringkasan hasil yang disajikan pada Tabel 3.

Table 3. Test Statistics (Wilcoxon Signed Rank Test)

	Literasi Sains	Keterampilan Proses Sains
Z	-4,154b	-4,374b
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001	<,001

Hasil *Wilcoxon Signed Rank Test* menunjukkan bahwa 25 siswa menghasilkan *positive ranks*, artinya nilai *post-test* mereka semuanya lebih baik dari *pre-test*, tanpa adanya satu pun *negative rank*. Walaupun ditemukan 3 siswa dengan nilai yang tidak berubah (*ties*), pola data secara keseluruhan dengan jelas mengindikasikan adanya kemajuan belajar pada hampir seluruh proses pembelajaran.

3. Literasi Sains

Untuk memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh terkait efektivitas penerapan model PjBL-STEM, diperlukan penyajian data yang mampu merefleksikan perubahan kemampuan literasi sains siswa secara kuantitatif (Yudiana et al., 2025). Analisis ini dilakukan guna mengkaji Perbedaan capaian hasil belajar siswa sebelum dan setelah pelaksanaan intervensi pembelajaran, sehingga hasil peningkatan yang terjadi dapat diidentifikasi secara objektif (Pertiwi et al., 2024).

Adapun hasil peningkatan nilai literasi sains siswa sebelum dan sesudah diberikan intervensi disajikan secara terperinci dalam Gambar 1 dan Tabel 4.

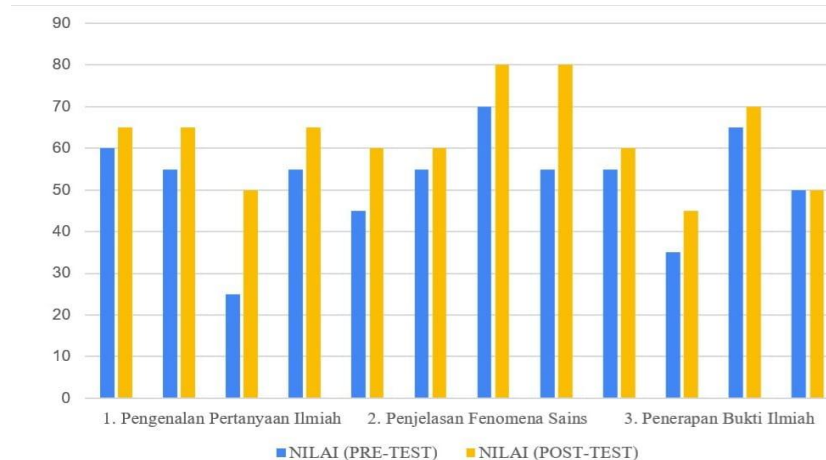
**Gambar 1.** Skor Pretest dan Posttest untuk Literasi Sains Siswa

Table 4. Skor N-Gain pada Literasi Sains Siswa

No	Indikator	Nilai (Pre-Test)	Nilai (Post-Test)	Nilai Maksimum	N-Gain	Kategori
1	Pengenalan Pertanyaan Ilmiah	60	65	100	0.14	Rendah
		55	65	100	0.28	Rendah
		25	50	100	0.5	Sedang
		55	65	100	0.28	Rendah
2	Penjelasan Fenomena Sains	45	60	100	0.37	Sedang
		55	60	100	0.12	Rendah
		70	80	100	0.5	Sedang
		55	80	100	1.25	Tinggi
3	Penerapan Bukti Ilmiah	55	60	100	0.12	Rendah
		35	45	100	0.18	Rendah
		65	70	100	0.16	Rendah
		50	50	100	0	Rendah

Analisis terhadap tiga indikator literasi sains, yaitu kemampuan mengenali pertanyaan ilmiah, mendeskripsikan fenomena sains, serta mengaplikasikan bukti ilmiah, menunjukkan gambaran yang bervariasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai N-Gain siswa berada pada kategori rendah hingga sedang. Rata-rata N-Gain literasi sains sebesar 0,33 (32,81%), yang berdasarkan tabel kriteria N-Gain ternormalisasi ($0,30 \leq g \leq 0,70$) termasuk kategori sedang (Putri et al., 2025). Indikator penjelasan fenomena sains menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan indikator lainnya. Sementara itu, indikator pengenalan pertanyaan ilmiah dan penerapan bukti ilmiah masih didominasi kategori rendah.

4. Keterampilan Proses Sains

Untuk mengidentifikasi penerapan model PjBL-STEM terhadap keterampilan proses sains siswa, dilakukan analisis terhadap perubahan skor sebelum dan sesudah intervensi pembelajaran (Rahma & Nuha, 2026). Analisis ini dimaksudkan untuk menunjukkan peningkatan kemampuan siswa dalam melakukan proses ilmiah secara sistematis (Surya et al., 2023).

Perubahan skor keterampilan proses sains siswa sebelum dan sesudah intervensi dirangkum dalam Gambar 2 dan Tabel 5 berikut.

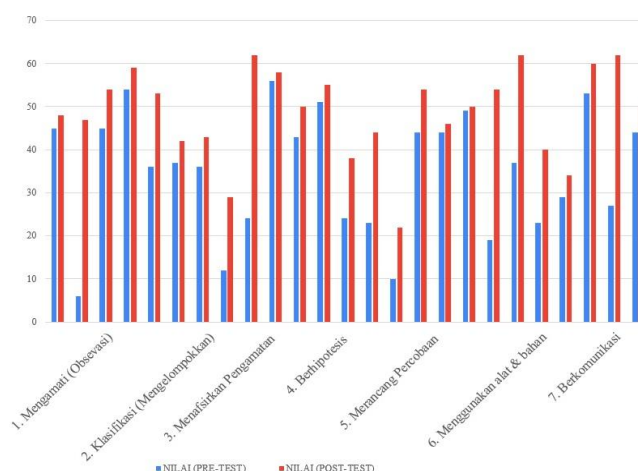


Table 2. Skor Pretest dan Posttest untuk Keterampilan Proses Sains Siswa



Tabel 5. Skor N-Gain Keterampilan Proses Sains Siswa

No	Indikator	Nilai (Pre-Test)	Nilai (Post-Test)	Skor Maksimum	N-Gain	Kategori
1	Mengamati (Obsevasi)	45	48	70	0.12	Rendah
		6	47	70	0.64	Sedang
		45	54	70	0.36	Sedang
		54	59	70	0.31	Sedang
2	Klasifikasi (Mengelompokkan)	36	53	70	0.5	Sedang
		37	42	70	0.15	Rendah
		36	43	70	0.20	Rendah
3	Menafsirkan Pengamatan	12	29	70	0.29	Rendah
		24	62	70	0.82	Tinggi
		56	58	70	0.14	Rendah
		43	50	70	0.25	Rendah
4	Berhipotesis	51	55	70	0.21	Rendah
		24	38	70	0.30	Sedang
		23	44	70	0.44	Sedang
5	Merancang Percobaan	10	22	70	0.2	Rendah
		44	54	70	0.3	Sedang
		44	46	70	0.07	Rendah
		49	50	70	0.04	Rendah
6	Menggunakan alat & bahan	19	54	70	0.68	Sedang
		37	62	70	0.75	Tinggi
		23	40	70	0.36	Sedang
		29	34	70	0.12	Rendah
7	Berkomunikasi	53	60	70	0.41	Sedang
		27	62	70	0.81	Tinggi
		44	50	70	0.23	Rendah

Berdasarkan data pada Tabel 5, nilai N-Gain keterampilan proses sains siswa setelah diterapkannya model PjBL-STEM memperlihatkan perbedaan pada setiap indikator yang diukur. Secara keseluruhan, peningkatan kemampuan siswa berada pada rentang kategori rendah sampai tinggi (Srimaya, 2025). Hal tersebut menyatakan bahwa implementasi model pembelajaran tersebut menghasilkan pengaruh yang bervariasi terhadap masing-masing komponen keterampilan proses sains (Rahma & Nuha, 2026).

Peningkatan paling tinggi ditemukan pada indikator menafsirkan pengamatan dengan nilai N-Gain sebesar 0,82 yang termasuk kategori tinggi. Selanjutnya, indikator berkomunikasi memperoleh nilai 0,81, serta indikator menggunakan alat dan bahan sebesar 0,75. Hasil ini mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu membantu siswa dalam mengolah hasil pengamatan, mempresentasikan hasil kerja, serta memanfaatkan alat dan bahan secara lebih tepat (Rohmah et al., 2026). Melalui kegiatan proyek, siswa terlibat langsung dalam proses investigasi sehingga kemampuan tersebut dapat berkembang secara lebih maksimal (Sutanto et al., 2026).

Di sisi lain, peningkatan terendah dari beberapa indikator diatas terlihat pada indikator merancang percobaan, yaitu dengan nilai N-Gain sebesar 0,04 dan 0,07 yang berada pada kategori rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa siswa masih menghadapi kendala dalam menyusun prosedur eksperimen secara mandiri (Yusra et al., 2025). Keterampilan merancang percobaan memerlukan pembiasaan yang



berkelanjutan, penguasaan konsep yang memadai, serta pengalaman praktikum yang cukup (Rohmah et al., 2026).

Hasil penelitian ini mengisyaratkan bahwa model PjBL-STEM layak digunakan sebagai alternatif pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains, terutama dalam aspek penafsiran data, komunikasi ilmiah, serta penggunaan alat praktikum. Meskipun demikian, guru perlu memberikan arahan dan pendampingan yang lebih optimal pada tahap penyusunan rancangan eksperimen agar kemampuan siswa dalam merancang percobaan dapat berkembang lebih baik.

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis data uji coba awal (*pre-test*) dan uji coba akhir (*post-test*) yang telah dilaksanakan, didapatkan gambaran mengenai peningkatan kemampuan siswa setelah penerapan pembelajaran. Rata-rata N-Gain keseluruhan pada keterampilan proses sains sebesar 0,35 atau 35,47% termasuk dalam kategori sedang ($0,30 \leq g \leq 0,70$), sedangkan rata-rata N-Gain keseluruhan pada literasi sains sebesar 0,33 atau 32,81% termasuk dalam kategori sedang. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan model PjBL-STEM relatif efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa, walaupun peningkatannya belum optimal (Surya et al., 2023). Kategori sedang mengindikasikan bahwa siswa telah mengalami perkembangan dalam kemampuan mengamati, merancang percobaan, menganalisis data, dan menarik kesimpulan melalui aktivitas berbasis proyek.

Temuan ini memberikan implikasi bahwa pembelajaran PjBL-STEM dapat dijadikan alternatif strategi pembelajaran untuk melatih keterampilan abad ke-21, terutama kemampuan keterampilan proses sains, berpikir kritis, literasi sains, kolaborasi, dan pemecahan masalah (Lestari et al., 2024). Sementara guru perlu mengoptimalkan pendampingan, pengelolaan waktu, serta pemberian proyek yang sesuai dengan karakteristik siswa agar peningkatan hasil belajar menjadi lebih maksimal (Sutanto et al., 2026).

Literasi Sains Siswa Setelah Penerapan PjBL-STEM

Analisis data penelitian mengungkapkan peningkatan signifikan pada kemampuan literasi sains siswa pasca-implementasi model pembelajaran yang diterapkan. Berdasarkan data yang terkumpul, model PjBL-STEM terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa, dengan nilai rata-rata N-Gain mencapai 0,33 (32,81%), yang dikategorikan sebagai tingkat sedang. Hasil ini mengindikasikan kontribusi positif yang substansial dari model PjBL-STEM terhadap kemajuan literasi sains siswa, walaupun tingkat peningkatan tersebut belum memasuki kategori tinggi.

Peningkatan pada indikator penjelasan fenomena sains merupakan yang paling signifikan, dengan beberapa siswa bahkan mencapai kategori tinggi. Fakta tersebut menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan konteks STEM berhasil mendorong siswa untuk mengkoneksikan teori ilmiah dengan kejadian nyata di sekitar mereka. Kemajuan ini relevan dengan pernyataan Pane et al., (2024) bahwa pemahaman sejati dalam literasi sains tidak hanya berhenti pada tataran teoritis, melainkan berlanjut ke penerapan praktis dalam konteks kehidupan nyata. Aktivitas proyek dalam model PjBL-STEM memberikan peluang bagi siswa guna menemukan dan menjelaskan fenomena sains melalui



pengalaman langsung, sehingga pemahaman konsep menjadi lebih bermakna (Putri et al., 2025).

Melalui wawancara secara langsung salah satu siswa mengungkapkan pembelajaran PjBL-STEM ini menyenangkan, bukan hanya dengar penjelasan guru tetapi langsung dalam mengerjakan Proyek. Pernyataan hal ini didukung oleh temuan penelitian yang mengindikasikan bahwa partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM berperan dalam meningkatkan pemahaman konseptual secara lebih mendalam karena siswa terlibat secara aktif dalam proses eksplorasi serta pemecahan masalah (Lestari et al., 2024).

Meskipun demikian, indikator pengenalan pertanyaan ilmiah dan penerapan bukti ilmiah masih didominasi kategori rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan siswa dalam merumuskan pertanyaan saintifik dan melakukan penalaran berbasis data empiris masih memerlukan pembinaan yang lebih intensif (Imron et al., 2025). Keterbatasan ini dapat dikaitkan dengan rendahnya paparan siswa terhadap kegiatan penyelidikan ilmiah yang terstruktur sebelumnya, mengingat budaya belajar hafalan yang telah lama tertanam di lingkungan sekolah Thailand Selatan (Issaramanorose et al., 2024). Waktu intervensi yang relatif singkat juga menjadi faktor pembatas, karena pengembangan literasi sains yang komprehensif membutuhkan proses pembelajaran yang berkelanjutan (Sagrada et al., 2023).

Keterampilan Proses Sains Siswa Setelah Penerapan PjBL-STEM

Peningkatan kemampuan keterampilan proses sains siswa mencapai nilai rata-rata N-Gain mencapai 0,35 (35,47%), yang termasuk kategori sedang. Tingkat kemajuan siswa tidak seragam di setiap dimensi, dan pola tersebut memberikan gambaran yang kaya tentang dampak pembelajaran PjBL-STEM terhadap pengembangan kecakapan ilmiah siswa.

Dimensi penggunaan alat dan bahan serta dimensi menafsirkan pengamatan menunjukkan kemajuan yang paling menonjol, dengan beberapa siswa mencapai kategori tinggi. Kemajuan pada dimensi ini mencerminkan keterlibatan aktif siswa dalam aktivitas berbasis praktikum selama pembelajaran PjBL-STEM (Fikriya et al., 2023). Kegiatan merancang dan mengerjakan proyek secara langsung memberikan konteks nyata bagi siswa untuk berlatih menggunakan peralatan ilmiah dan menginterpretasikan data yang mereka kumpulkan sendiri. Hal ini konsisten dengan prinsip PjBL yang menempatkan siswa sebagai pelaku utama pembelajaran, bukan hanya sebagai penerima informasi (Widodo, 2024).

Sementara itu, dimensi hipotesis, perancangan percobaan, dan komunikasi ilmiah menunjukkan capaian yang lebih bervariasi, dari rendah hingga tinggi. Variasi ini dapat dijelaskan melalui perbedaan tingkat kesiapan akademik siswa dalam menghadapi tuntutan berpikir tingkat tinggi yang menjadi karakteristik utama PjBL-STEM. Sebagian siswa yang belum terbiasa dengan pendekatan ilmiah sistematis memerlukan waktu adaptasi yang lebih panjang sebelum dapat mengoptimalkan proses kognitif mereka (Firdausi et al., 2025).

Sejumlah faktor turut memengaruhi terbatasnya peningkatan yang diraih. Pertama, waktu pembelajaran yang tidak cukup memadai menjadi hambatan utama dalam penerapan model secara penuh. Kedua, latar belakang belajar siswa yang belum terbiasa dengan kegiatan PjBL-STEM membatasi kemajuan. Ketiga, hambatan bahasa menjadi tantangan tambahan yang menghambat pemahaman siswa



secara komprehensif. Keempat, budaya belajar hafalan yang telah lama tertanam membuat siswa membutuhkan masa transisi yang tidak singkat untuk beradaptasi dengan tuntutan keterlibatan aktif dalam pembelajaran (Zulkarnain & Tanjung, 2023).

Hasil tersebut selaras dengan sejumlah penelitian terdahulu yang mengindikasikan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan STEM terbukti meningkatkan literasi sains serta keterampilan proses sains melalui kegiatan eksplorasi yang kontekstual, investigasi ilmiah, serta kerja sama yang mendorong kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah (Vilmala et al., 2025).

KESIMPULAN

Studi ini membuktikan bahwa implementasi model *Project-Based Learning* yang dipadukan dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (PjBL-STEM) memberikan dampak positif terhadap peningkatan literasi sains serta keterampilan proses sains siswa SMP di Thailand Selatan. Hasil analisis N-Gain menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan literasi sains sebesar 32,81% dan keterampilan proses sains sebesar 35,47%, yang keduanya termasuk dalam kategori sedang. Walaupun belum mencapai kategori tinggi, hasil tersebut mengindikasikan bahwa model PjBL-STEM efektif dalam membantu siswa memahami konsep sains sekaligus mengasah kemampuan ilmiah melalui pembelajaran yang aktif dan relevan dengan kehidupan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyansah, E., Rinto, R., & Fatnah, N. (2024). Pengaruh Model PjBL-STEM Menggunakan Algodoo terhadap Pembelajaran IPA dalam Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis dan Keterampilan Berpikir Kreatif. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(2), 160. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v13i2.91876>
- Arumningtyas, H., & Ilyas, I. (2025). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM terhadap Keterampilan Abad 21 di Educourse.id. *Kappa Journal*, 9(2), 241–245. <https://doi.org/10.29408/kpj.v9i2.30467>
- Asda, E. F. (2024). Analisis Perbedaan Metakognisi Siswa Pada Pembelajaran Kimia Ditinjau Dari Gender Dan Prestasi Akademik. *Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 7(2), 149–159.
- Chatmaneerungcharoen, S. (2025). The School-Based Professional Development for Teachers' STEM Teaching: A Focus on Contextualized STEM Education in the Phuket Education Sandbox (Southern Regions of Thailand). *Journal of Education and Learning*, 14(4), 93. <https://doi.org/10.5539/jel.v14n4p93>
- Fadlurrahman, M., Suastra, I. W., Wibawa, I. M., & Arnyan, I. B. putu. (2026). Peran Pembelajaran IPA Dalam Membangun Kompetensi Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 7(1), 243–255.



- Fahreza, M., & Zuhriyah, I. A. (2024). Desain Instrumen Non Tes dalam Meningkatkan Pencapaian Kompetensi Pembelajaran PAI. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 7(9), 9666–9672.
- Fikriya, N., Hidayat, O. S., & Hasanah, U. (2023). The Influence Of STEM Learning Models On Science Literation Ability Of Elementary School Students. *Jurnal Pendidikan Dan Humaniora*, 16(1), 176–181.
- Firdausi, N., Sugiharto, B., & Karyanto, P. (2025). A Systematic Literature Review : Project-Based Learning to Empower Students ' Science Process Skills. *Jurnal PAJAR (Pendidikan Dan Pengajaran)*, 9(3), 315–325.
- Imron, E. M., Nugraheni, Asri, F. S., Utami, B., Nursalsabila, Z., Mahardiani, L., Bramastia, & Tanghal, A. B. (2025). Effectiveness of Ethno-STEM-Based Science Teaching with the Project- Based Learning Model on Students ' Scientific Literacy. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 11(2), 435–453.
- Issaramanorose, N., Yakeaw, C., Eambua, M., Janbuala, S., & Nimnuan, P. (2024). The Study of Current Situations Problems and Needs for Science and Mathematics Learning Management for Early Childhood Children in the Central Region of Thailand. *Jurnal Universitas Kamar Dagang Thailand, Fakultas Humaniora Dan Ilmu Sosial*, 44(2), 131–147.
- Izzania, R. A., Sumarni, W., & Harjono, H. (2024). Pengembangan E-Modul Ajar Kimia Hijau Bermuatan Etno-STEM Berbasis Guided Inquiry untuk Membekali Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 7–16. <https://doi.org/10.15294/jipk.v18i1.46536>.
- Jariyah, A., & Efendi, N. (2024). Pengaruh Model Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Jurnal Biologi*, 1(4), 1–14.
- Kalengkongan, J., Montori, S., Lengkong, G., Caroles, D., & Rorimpandey, W. H. F. (2025). Inovasi Teknologi dalam Pembelajaran IPA Sekolah Dasar di Era Digital Abad 21. *Jurnal Cendekia Ilmiah*, 5(1), 2524–2534.
- Khairrunisa, A. N., Yusup, I. R., & Paujiah, E. (2025). Improving students' scientific literacy through a problem-based learning model integrated with socio-scientific issues on ecosystem learning. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 18(2), 276–289.
- Komalasari, Y., Nugraha, M. E., Danim, S., & Razak, A. Z. A. (2024). Implementation Of STEM Learning With A Scientific Approach To Improving Critical, Creative Thinking, and Learning Outcomes. *Pendidikan IPA Indonesia*, 13(2), 182–194. <https://doi.org/10.15294/jpii.v13i2.3320>.
- Lestari, A., Tersta, F. W., Firman, & Sofyan. (2024). Implementation of Project-Based Learning Through the STEM (Science, Technology, Engineering and Math). *International Journal of Education, Culture, and Society*, 2(3), 175–186. <https://doi.org/10.58578/ijecs.v2i3.3410>.
- Lestari, H. D., Rahmawati, Y., & Husman, H. (2024). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Dalam Konteks STEM Pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih



- Keterampilan Berpikir Kritis. *Prosiding Seminar Nasional Keguruan Dan Pendidikan*, 1(7), 189–195.
- Niswandia, A. Z., Putri, D. A., Hafidotur, I., Zahiro, R., Wahyuni, S., & Bachtiar, R. W. (2024). Jurnal Pendidikan MIPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(2), 551–555.
- OECD. (2023). PISA 2022 Results. In *Factsheets: Vol. I*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en.
- Pane, E. P., Lubis, N. F., & Simarmata, G. (2024). Application of Interactive Virtual Lab Media Based on a STEM Approach in Improving Students ' Scientific Literacy and Learning Motivation. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(12), 10736–10744. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.8589>.
- Parisu, C. Z. L., Sisi, L., & Juwairiyah, A. (2025). Pengembangan Literasi Sains pada Siswa Sekolah Dasar melalui Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Multidisiplin*, 1(1), 50–58. <https://doi.org/10.54297/jpmd.v1i2.1246>.
- Pertiwi, T. U., Oetomo, D., & Sugiharto, B. (2024). The effectiveness of STEM Project-Based Learning in improving students' environmental literacy abilities. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(2), 476–485. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i2.33562>.
- Putri, A. S., Prasetyo, Z. K., Purwastuti, L. A., & Purnama, A. Y. (2025). The effectiveness of green technology-based STEAM projects to improve scientific literacy. *Education in Physics*, 22(1), 1–6.
- Rahma, F. A., & Nuha, U. (2026). Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMP Dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains Dan Terapan*, 6(1), 66–74.
- Ramli, M., Novalya, A. D., Indriyanti, N. Y., Wichaidit, S., & Wichaidit, P. R. (2024). The Validity and Practical Test of STEM@Home Learning Design to Empower Student's Science Literacy. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 10(1), 86–97. <https://doi.org/10.21831/jipi.v10i1.70941>.
- Rohmah, A., Wardani, I. S., & Ladyawati, E. (2026). Pengaruh Model PjBL Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SD. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, 5(6), 274–284.
- Sagrada, B., Santos, F., Murti, R. C., Limiansih, K., & Tahu, G. P. (2023). Scientific Literacy in Hybrid Learning with the STEM Approach for the Students of Primary School Teacher Education. *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Agama*, 15(2), 657–666. <https://doi.org/10.37680/qalamuna.v15i2.2839>.
- Sari, N. I., Mahanal, S., & Prabaningtyas, S. (2024). The complexity science problem-based learning: Correlation of science literacy and concept mastery to problem-solving skills. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(3), 920–927. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i3.35793>.
- Sari, S. W., Yokhebed, & Tenriawaru, A. B. (2025). Jurnal Pendidikan MIPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(3), 1222–1231.



- Srimaya. (2025). Efektivitas Penerapan Model PjBL Terintegrasi STEAM terhadap Keterampilan Proses Sains, Berpikir kreatif, dan Berpikir kritis pada Bidang Studi Biologi Siswa SMA. *Jurnal Biotek*, 13(2), 141–153.
- Sukarelawa, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-Gain vs Stacking Analisis Perubahan*.
- Surya, Y. F., Sumianto, Witarsa, R., & Subhanadri. (2023). Penerapan Project-Based Learning (PJBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Hasil Belajar IPA. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 08(01), 223–233.
- Sutanto, Masykuri, M., & Sukarmin. (2026). Stem-Integrated Project-Based Learning With Flipbook Media to Enhance Science Process Skills and Learning Outcomes. *Jurnal PAJAR (Pendidikan Dan Pengajaran)*, 10(1), 49–62.
- Vilmala, B. K., Ridwan, I. M., Salman, Zamista, A. A., Rihan, H. G., & Nandiani, E. M. (2025). Science Lecture Innovation Using PJBLSTEM-ESD To Improve Students Critical Thinking Skills And Sustainability Consciousness To Strengthen SDGS 4. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(4), 691–708. <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i4.34818>.
- Wahyudi, A., & Purwanto, H. (2024). Menganalisis Aspek Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran IPA. *Edukasi Elita : Jurnal Inovasi Pendidikan*, 1(4), 162–178. <https://doi.org/10.62383/edukasi.v1i4.640>.
- Wardhani, R. S., Utamingtyas, S., & Trisnani, N. (2023). Pengaruh Pendekatan Keterampilan Proses terhadap Hasil Belajar IPA Siswa di Sekolah Dasar. *Bima Journal of Elementary Education*, 1(2), 72–78. <http://ejournal.tsb.ac.id/index.php/bijee/index72>.
- Widodo, J. P. (2024). Unleashing Student Potential: Enhancing Creativity and Performance with Project-Based Learning. *Jurnal Sosioteknologi*, 23(2), 148–163. <https://doi.org/10.5614/sostek.itbj.2024.23.2.1>
- Wisdayana, N., Achyani, Aththibby, A. R., & Pratiwi, D. (2025). Integrasi Literasi Sains pada Bahan Ajar Berbasis Socio Scientific Issue. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(1), 40–50.
- Yudiana, I. K. E., Suastra, I. W., & Arnyana, I. B. P. (2025). Implementation of a Project-Based Learning (PjBL) STEM Approach in IPAS Learning to Improve Students' Scientific Literacy and Critical Thinking Skills. *Indonesian Journal of Instruction*, 6(1), 98–112. <https://doi.org/10.23887/iji.v6i1.86609>
- Yusra, R. A., Kusumah, F. H., & Suryadi, A. (2025). Pengaruh PjBL-STEM terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Energi Terbarukan dalam Mendukung Pendidikan yang Berkualitas. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13(1), 26–37. https://doi.org/10.21831/jpms.v13ispecial_issue.86537
- Zulkarnain, T. S., & Tanjung, I. F. (2023). STEM Based Ecosystem Module : An Effort to Improve Students ' Science Process Skill. *JURNAL PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN*, 56(1), 33–44.

