



PENGARUH MODEL *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) BERBASIS STEM TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMP DALAM PEMBELAJARAN IPA

Fitriatul Aulia Rahma¹ & Ulin Nuha^{2*}

^{1&2}Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jalan Kalimantan Nomor 37, Jember, Jawa Timur 68121, Indonesia

*Email: ulin.fkip@unej.ac.id

Submit: 17-11-2025; Revised: 18-11-2025; Accepted: 19-11-2025; Published: 01-01-2026

ABSTRAK: Studi ini bertujuan untuk menyelidiki dampak model *Project Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan STEM terhadap Kemampuan Proses Sains (KPS) siswa sekolah menengah pertama pada mata pelajaran IPA. Dasar penelitian ini berangkat dari rendahnya kompetensi ilmiah siswa, khususnya dalam aspek merumuskan hipotesis, menyusun eksperimen, mengaplikasikan konsep, dan menyampaikan hasil, sebagaimana dilaporkan oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian ini menggunakan rancangan kuasi-eksperimental dengan desain *pretest-posttest control group* yang melibatkan dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran PjBL berbasis STEM, dan kelas kontrol yang menggunakan pendekatan saintifik. Metode pengumpulan data meliputi tes, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan melalui uji normalitas, uji homogenitas, uji *Mann-Whitney U*, serta penghitungan *N-Gain*. Temuan penelitian menunjukkan bahwa model PjBL berbasis STEM memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan proses sains siswa yang ditandai oleh nilai *p* pada uji *Mann-Whitney U* sebesar 0,003 ($< 0,05$). Peningkatan kompetensi ilmiah tersebut diperkuat oleh nilai *N-Gain* sebesar 0,61 (kategori sedang), dengan peningkatan tertinggi pada aspek menyusun eksperimen dan menyampaikan hasil. Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa penerapan PjBL berbasis STEM mampu menciptakan pembelajaran yang kontekstual, aplikatif, dan efektif dalam memperkuat pola pikir ilmiah siswa.

Kata Kunci: Keterampilan Proses Sains, Pembelajaran IPA, PjBL Berbasis STEM.

ABSTRACT: This study aims to investigate the impact of the *Project Based Learning* (PjBL) model integrated with STEM on the Science Process Ability (PPP) of junior high school students in science subjects. The basis of this research departs from the low scientific competence of students, especially in the aspects of formulating hypotheses, compiling experiments, applying concepts, and conveying results, as reported by previous studies. This study used a quasi-experimental design with a *pretest-posttest control group* design involving two classes, namely an experimental class that obtained STEM-based PjBL learning, and a control class that used a scientific approach. Data collection methods include tests, observations, interviews, and documentation. Data analysis was carried out through normality tests, homogeneity tests, *Mann-Whitney U* tests, and *N-Gain* calculations. The findings of the study showed that the STEM-based PjBL model exerted a significant influence on students' science process skills which were characterized by a *p*-value on the *Mann-Whitney U* test of 0.003 (< 0.05). The increase in scientific competence was strengthened by an *N-Gain* value of 0.61 (medium category), with the highest increase in the aspect of compiling experiments and delivering results. The results of this study confirm that the application of STEM-based PjBL is able to create contextual, applicative, and effective learning in strengthening students' scientific mindsets.

Keywords: Science Process Skills, Science Learning, STEM-Based PjBL.

How to Cite: Rahma, F. A., & Nuha, U. (2026). Pengaruh Model *Project Based Learning* (PjBL) Berbasis STEM terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMP dalam Pembelajaran IPA. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(1), 66-74. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i1.800>



PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berperan krusial dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah siswa melalui aktivitas eksplorasi, pengolahan data, dan penyampaian temuan ilmiah. Penguasaan Keterampilan Proses Sains (KPS) yang mencakup penyusunan hipotesis, perencanaan eksperimen, penerapan konsep, dan penyampaian hasil merupakan elemen esensial dari literasi sains (Suja, 2020). Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa tingkat KPS siswa di Indonesia masih belum memadai. Data PISA 2022 melaporkan skor literasi sains Indonesia sebesar 395, jauh lebih rendah dibandingkan rata-rata OECD (2023). Kajian di tingkat nasional juga mengungkap bahwa aspek penyusunan hipotesis dan perencanaan eksperimen merupakan titik lemah utama bagi siswa SMP (Nuha *et al.*, 2023; Saidaturrahmi *et al.*, 2019).

Rendahnya pencapaian KPS tersebut berkaitan dengan praktik pembelajaran IPA yang masih didominasi metode ceramah satu arah dan minim memberikan kesempatan bagi siswa untuk melakukan penyelidikan mandiri. Model PjBL menjadi alternatif potensial, karena melibatkan siswa dalam merancang, melaksanakan, dan melaporkan proyek yang relevan dengan kehidupan nyata. Ketika dikombinasikan dengan pendekatan STEM, proses pembelajaran menjadi lebih bermakna, karena mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika secara terpadu (Karlina *et al.*, 2023; Zendrato *et al.*, 2024).

Meskipun sejumlah studi telah membuktikan bahwa PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan kreativitas (Karlina *et al.*, 2023), kemampuan analisis (Pramasdyasari *et al.*, 2024), serta literasi sains (Zendrato *et al.*, 2024), penelitian tersebut belum mengkaji secara mendalam empat indikator utama KPS, terutama pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu ditindaklanjuti.

Sebagian besar penelitian dalam satu dekade terakhir lebih menyoroti aspek kreativitas, kemampuan analisis, atau literasi sains secara umum, sehingga belum memberikan evaluasi komprehensif terhadap indikator KPS secara spesifik, seperti kemampuan menyusun hipotesis, merancang eksperimen, menerapkan konsep, dan menyampaikan hasil ilmiah. Di samping itu, banyak bukti empiris berasal dari jenjang SMA atau studi di luar lingkungan sekolah, sehingga penelitian pada tingkat SMP, khususnya kelas VII masih terbatas, padahal fase ini penting untuk membangun dasar-dasar keterampilan ilmiah.

Proyek PjBL yang diteliti umumnya berfokus pada tema-tema teknis seperti hidrologi, rangkaian listrik, atau desain rekayasa. Dengan demikian, potensi PjBL berbasis STEM untuk meningkatkan KPS melalui proyek lingkungan lokal, seperti pemanfaatan minyak goreng bekas yang relevan dengan materi ekologi kelas VII, belum banyak dieksplorasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengkaji dampak PjBL berbasis STEM terhadap empat indikator KPS pada siswa SMP kelas VII melalui proyek kontekstual berupa pengolahan minyak jelantah.



METODE

Desain dan Lokasi

Penelitian ini menggunakan rancangan kuasi-eksperimental dengan model *pretest-posttest control group*. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 8 Jember selama semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Dua kelas dipilih sebagai subjek penelitian, yaitu kelas VII F sebagai kelas eksperimen dan kelas VII D sebagai kelas kontrol.

Sampel dan Teknik Sampling

Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas VII yang terdiri atas 8 kelas dengan total 256 siswa. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan kriteria keseragaman kemampuan akademik berdasarkan nilai ulangan harian serta kesiapan kelas untuk implementasi pembelajaran. Berdasarkan kriteria tersebut, ditetapkan dua kelas sebagai sampel, masing-masing berjumlah 28 siswa, sehingga total sampel penelitian adalah 56 siswa.

Instrumen dan Validitas/Reliabilitas

Instrumen utama penelitian berupa *pre-test* dan *post-test* yang terdiri atas 20 soal pilihan ganda untuk mengukur empat indikator Keterampilan Proses Sains (KPS), yaitu menyusun hipotesis, merancang percobaan, menerapkan konsep, dan menyampaikan hasil secara ilmiah. Validitas isi instrumen diperoleh melalui penilaian seorang dosen ahli dan dua guru IPA. Reliabilitas instrumen diuji menggunakan koefisien *Cronbach's α* dengan hasil sebesar 0,87 yang menunjukkan tingkat reliabilitas tinggi, sehingga instrumen layak digunakan. Selain itu, lembar observasi digunakan untuk menilai pelaksanaan aktivitas *project based learning*, tingkat partisipasi siswa, dan kualitas penyampaian ilmiah yang diisi oleh dua pengamat independen. Wawancara dengan guru dan dokumentasi juga dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai konteks pembelajaran, karakteristik siswa, serta hasil proyek, termasuk produk lilin aromaterapi yang dibuat dari minyak goreng bekas.

Prosedur Perlakuan

Perlakuan diberikan selama empat kali pertemuan, masing-masing berdurasi 2×40 menit. Pada kelas eksperimen diterapkan sintaks *project based learning* yang terintegrasi dengan pendekatan STEM, meliputi tahap menentukan pertanyaan mendasar, merancang proyek, menyusun jadwal, memantau dan merevisi, menguji hasil, serta melakukan refleksi. Proyek yang dikembangkan adalah pembuatan lilin aromaterapi berbahan minyak jelantah. Sebaliknya, kelas kontrol menerapkan pendekatan saintifik melalui tahapan *observe-question-experiment-explain-communicate* tanpa melibatkan kegiatan proyek produksi.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan kategori nilai berdasarkan Arikunto (2006), yaitu 81-100 (sangat baik), 61-80 (baik), 41-60 (cukup), 21-40 (kurang), dan 0-20 (sangat kurang). Uji normalitas dilakukan menggunakan *Kolmogorov-Smirnov*, sedangkan uji homogenitas menggunakan *Levene*. Karena data *post-test* tidak berdistribusi normal, digunakan uji nonparametrik *Mann-Whitney U* untuk melihat perbedaan hasil antara kedua kelompok. Peningkatan kemampuan siswa dihitung menggunakan *N-Gain* berdasarkan rumus menurut Hake (1998).



HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 8 Jember selama semester ganjil tahun pelajaran 2025/2026 dengan melibatkan dua kelas, yaitu kelas VII F sebagai kelas eksperimen dan kelas VII D sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen menerima pengajaran melalui model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran dengan pendekatan saintifik. Pengumpulan data dilakukan melalui tes Kemampuan Proses Sains (KPS) pada tahap *pre-test* dan *post-test* yang mencakup empat indikator, yaitu menyusun hipotesis, merancang eksperimen, menerapkan konsep, dan mengomunikasikan hasil secara ilmiah.

Uji Normalitas

Hasil uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan bahwa data *post-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak berdistribusi normal, dengan nilai signifikansi masing-masing 0,001 dan 0,000 ($< 0,05$). Berdasarkan temuan tersebut, analisis hipotesis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik *Mann-Whitney U*.

Uji Homogenitas

Uji homogenitas dengan *Levene Test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,777 untuk *pre-test* dan 0,287 untuk *post-test* yang keduanya berada di atas 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa variansi skor *pre-test* dan *post-test* dari kedua kelompok adalah homogen, sehingga kondisi kemampuan awal siswa dapat dikatakan setara sebelum perlakuan diberikan.

Uji Mann-Whitney U

Hasil uji *Mann-Whitney U* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,003 ($< 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kemampuan KPS siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan diberikan. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran PjBL berbasis STEM memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa.

Hasil Pre-Test dan Post-Test

Kelas eksperimen menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 67,85 pada *pre-test* menjadi 87,50 pada *post-test*. Peningkatan ini mengindikasikan adanya perkembangan yang substantif pada pemahaman dan kemampuan proses ilmiah setelah siswa mengikuti pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEM. Peningkatan juga terlihat pada setiap indikator KPS, dengan perbaikan paling besar pada aspek merancang percobaan dan mengomunikasikan hasil ilmiah. Temuan ini memperkuat bahwa integrasi PjBL dan STEM dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih aplikatif dan mendorong pengembangan keterampilan ilmiah secara komprehensif. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa menjadi lebih mampu mengaitkan konsep teoretis dengan penerapannya dalam konteks nyata.

Analisis N-Gain

Tabel 1. N-Gain Kelas Eksperimen.

No.	Eksperimen N-Gain Score	Kategori
1	0.6111111	Sedang (<i>Medium Gain</i>)

Analisis *N-Gain* menunjukkan rata-rata 0,61 yang berada pada kategori sedang sesuai kriteria Hake (1998).



Tabel 2. *N-Gain* per Indikator KPS.

No.	Indikator KPS	Score <i>N-Gain</i>	Kriteria
1	Merumuskan Hipotesis	0.055555556	Rendah (<i>Low Gain</i>)
2	Merencanakan Percobaan	0.737704918	Tinggi (<i>High Gain</i>)
3	Menerapkan Konsep	0.625	Sedang (<i>Medium Gain</i>)
4	Berkomunikasi	0.641509434	Sedang (<i>Medium Gain</i>)

Indikator dengan peningkatan tertinggi adalah indikator merencanakan percobaan dengan skor *N-Gain* 0,73 (kategori tinggi), dan indikator berkomunikasi ilmiah dengan skor *N-Gain* 0,64 (kategori sedang). Hal ini menunjukkan bahwa penerapan *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM sangat efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah berbasis proyek dan penyajian hasil penelitian.

Pengaruh Model PjBL berbais STEM terhadap Keterampilan Proses Sains

Analisis yang dilakukan mengungkapkan bahwa pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan STEM memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Hasil uji *Mann–Whitney* yang menunjukkan nilai signifikansi 0,003 membuktikan adanya perbedaan substansial antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah intervensi pembelajaran diberikan. Temuan ini sejalan dengan pandangan bahwa PjBL memberikan kesempatan luas bagi siswa untuk terlibat aktif dalam seluruh tahapan proses ilmiah, mulai dari merancang proyek, menyusun prosedur eksperimen, melakukan pengamatan, hingga mempresentasikan serta mempertanggungjawabkan hasil. Kerangka PjBL mendorong terjadinya penyelidikan berkelanjutan, kerja sama kelompok, dan pembuatan produk autentik yang dapat dinilai secara nyata dalam konteks pembelajaran.

Bukti empiris di bidang pendidikan menunjukkan bahwa penggabungan PjBL dengan pendekatan STEM memungkinkan adanya pengalaman praktis dan reflektif yang memperkuat kemampuan investigasi serta penerapan konsep ilmiah (Karlina *et al.*, 2023; Zendrato *et al.*, 2024). Penelitian lain juga menegaskan bahwa proyek yang dirancang secara kontekstual dan sistematis dapat meningkatkan partisipasi siswa serta kemampuan mereka dalam merancang dan melaksanakan eksperimen (Amanda *et al.*, 2023; Nuha *et al.*, 2023; Safnowandi, 2021). Integrasi pendekatan STEM semakin meningkatkan keefektifan PjBL, karena siswa dituntut menghubungkan elemen sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam menyelesaikan suatu tantangan. Pendekatan ini selaras dengan tuntutan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kecakapan teknologi, sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih mendalam dan bermakna.

Temuan penelitian ini diperkuat oleh kajian Karlina *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa PjBL berbasis STEM secara nyata meningkatkan kreativitas dan kompetensi ilmiah siswa, serta oleh penelitian Zendrato *et al.* (2024) yang melaporkan kenaikan literasi sains dari 58,12 menjadi 79,56 melalui penerapan PjBL berbasis STEM pada mata pelajaran IPA. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa PjBL berbasis STEM tidak hanya memberikan pengaruh signifikan terhadap keterampilan proses sains, tetapi juga didukung oleh bukti empiris yang kuat sebagai salah satu inovasi pembelajaran yang efektif dalam



pendidikan sains. Penerapan model ini berpotensi menjadi strategi berkelanjutan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains di berbagai jenjang pendidikan.

Peningkatan Keterampilan Proses Sains Berdasarkan *N-Gain*

Berdasarkan hasil analisis *N-Gain* pada Tabel 1, seluruh indikator Keterampilan Proses Sains (KPS) menunjukkan peningkatan setelah penerapan model *project based learning* berbasis STEM pada kelas eksperimen. Secara keseluruhan, nilai *N-Gain* sebesar 0,61 berada pada kategori “sedang” yang mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis proyek memberikan kontribusi efektif dalam meningkatkan kemampuan ilmiah siswa. Peningkatan ini mencerminkan keberhasilan penerapan sintaks PjBL yang berorientasi pada aktivitas penyelidikan, pemecahan masalah, serta evaluasi berbasis produk.

Peningkatan paling signifikan terjadi pada indikator “merencanakan percobaan” dengan nilai *N-Gain* 0,7377 yang termasuk kategori tinggi. Tingginya peningkatan pada indikator ini disebabkan oleh keterlibatan siswa dalam menyusun rancangan eksperimen secara mandiri, mulai dari pemilihan bahan, penentuan langkah kerja, hingga identifikasi variabel. Selama proses pembuatan lilin aromaterapi dari minyak jelantah, siswa diarahkan menyusun prosedur praktikum secara sistematis, sehingga kemampuan mereka dalam mengorganisasi dan merancang langkah-langkah percobaan berkembang secara kuat. Hal ini menunjukkan bahwa PjBL berbasis STEM memberikan ruang luas bagi siswa untuk mengonstruksi proses ilmiah secara menyeluruh.

Indikator “berkomunikasi ilmiah” juga mengalami peningkatan dengan nilai *N-Gain* 0,6415 yang berada pada kategori sedang. Peningkatan ini dipengaruhi oleh intensitas kegiatan komunikasi ilmiah selama proyek, seperti presentasi kelompok, diskusi kelas, penyusunan laporan praktikum, dan penjelasan hasil eksperimen. Aktivitas tersebut melatih siswa menyampaikan gagasan secara runtut dan argumentatif sesuai dengan tahapan PjBL yang menempatkan komunikasi sebagai fase akhir penyajian produk.

Indikator “menerapkan konsep” memperoleh nilai *N-Gain* 0,625 (kategori sedang) yang mencerminkan kemampuan siswa dalam mengaplikasikan konsep ekologi dan materi terkait sepanjang proses pembuatan lilin. Siswa memanfaatkan prinsip ilmiah untuk menjelaskan perubahan fisik dan kimia pada minyak jelantah, menghubungkan teori dengan fenomena praktis, serta menggunakan perhitungan sederhana dalam menentukan komposisi bahan. Kegiatan berbasis konteks ini memungkinkan *transfer* pengetahuan teoretis ke aplikasi praktis dan memperkuat pemahaman konsep, karena siswa menguji asumsi, merancang langkah kerja, serta memverifikasi temuan secara empiris. Temuan ini sejalan dengan Fadhli *et al.* (2022) mengenai efektivitas proyek pemrosesan minyak jelantah dalam pembelajaran kimia praktis, dukungan Karlina *et al.* (2023) terkait penerapan konsep melalui PjBL berbasis STEM, dan hasil Nuha *et al.* (2023) yang menyoroti peran aktivitas *hands-on* dalam peningkatan KPS.

Indikator “merumuskan hipotesis” menunjukkan peningkatan terendah dengan nilai *N-Gain* 0,0555 (kategori rendah). Nilai *pre-test* yang relatif tinggi mempersempit kemungkinan peningkatan lebih besar pada indikator ini. Walaupun demikian, siswa tetap dilatih merumuskan hipotesis melalui kegiatan pengamatan awal dan penayangan video mengenai dampak minyak jelantah terhadap



lingkungan. Aktivitas tersebut membantu siswa membiasakan diri menuliskan dugaan ilmiah menggunakan format “Jika..., maka...”, meskipun keterampilan merumuskan hipotesis masih memerlukan latihan yang lebih intensif.

Tren peningkatan kemampuan proses sains pada penelitian ini menunjukkan bahwa siswa memperoleh pembelajaran yang lebih efektif melalui pengalaman langsung (*experiential learning*). Aktivitas proyek merangsang partisipasi aktif, memosisikan siswa sebagai pembangun pengetahuan, bukan sekadar penerima informasi. Pendekatan ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa belajar menjadi lebih bermakna ketika siswa membentuk pemahaman berdasarkan pengalaman praktis. Integrasi STEM membuat pembelajaran lebih terkait dengan konteks kehidupan nyata, karena siswa menyelesaikan tantangan autentik melalui perspektif lintas disiplin. Hal ini menjadikan pembelajaran lebih aplikatif, menumbuhkan rasa ingin tahu, serta memperkuat motivasi belajar yang pada akhirnya meningkatkan KPS secara bermakna.

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan sebelumnya. Karlina *et al.* (2023) melaporkan bahwa PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan kreativitas dan proses ilmiah siswa, selaras dengan peningkatan indikator perencanaan eksperimen dalam studi ini. Zendrato *et al.* (2024) juga menunjukkan bahwa integrasi STEM dalam PjBL mampu mendorong peningkatan literasi sains, sejalan dengan peningkatan indikator penerapan konsep. Pramasdyasari *et al.* (2024) mengidentifikasi bahwa PjBL memperkuat kemampuan analitis dalam kegiatan eksperimen ilmiah. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa PjBL berbasis STEM merupakan pendekatan yang efektif untuk membangun keterampilan proses sains siswa SMP. Hasil penelitian ini turut mengindikasikan bahwa penerapan PjBL berbasis STEM tidak hanya memperkuat kemampuan kognitif, tetapi juga mendorong keterampilan kolaboratif dan pemecahan masalah siswa. Temuan ini semakin menegaskan bahwa penerapan PjBL berbasis STEM layak dipertimbangkan sebagai strategi pembelajaran berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Project Based Learning* (PjBL) yang dipadukan dengan pendekatan STEM memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan Kemampuan Proses Sains (KPS) siswa SMP pada mata pelajaran IPA. Temuan ini diperkuat oleh hasil uji *Mann-Whitney* yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,003 ($<0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan KPS siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Selain itu, hasil analisis *N-Gain* sebesar 0,61 yang termasuk dalam kategori “sedang” menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek efektif dalam meningkatkan kompetensi ilmiah siswa. Peningkatan terbesar terjadi pada indikator merancang eksperimen dan menyajikan hasil secara ilmiah, sedangkan indikator merumuskan hipotesis mengalami peningkatan paling rendah, karena nilai awal siswa pada aspek tersebut sudah relatif tinggi. Temuan penelitian ini menegaskan bahwa integrasi PjBL dengan pendekatan STEM mampu memberikan pengalaman belajar yang kontekstual, aplikatif, dan mendorong perkembangan kemampuan berpikir kritis serta proses ilmiah siswa secara lebih komprehensif.



SARAN

Berdasarkan temuan penelitian serta batasan yang teridentifikasi, beberapa rekomendasi dapat dijadikan acuan untuk penerapan pembelajaran maupun penelitian lanjutan. Pertama, pendidik disarankan untuk mengadopsi pendekatan *project based learning* yang terintegrasi dengan STEM sebagai alternatif dalam pengajaran IPA, mengingat efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa, terutama pada aspek merancang eksperimen dan menyajikan temuan secara ilmiah. Kedua, pada tahap penyusunan hipotesis, guru perlu memberikan dukungan konseptual melalui studi kasus, dialog terstruktur, atau lembar kerja yang membimbing agar peningkatan pada indikator tersebut dapat lebih optimal. Ketiga, penelitian selanjutnya dapat memperluas jenis proyek dengan tema yang lebih beragam, seperti isu ekologi atau inovasi teknologi, untuk menilai keberlanjutan dampak PjBL berbasis STEM pada topik yang berbeda. Di samping itu, peneliti berikutnya dapat memperluas jumlah peserta, memilih institusi pendidikan dengan karakteristik yang bervariasi, atau menambahkan instrumen observasi proses guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai perkembangan keterampilan proses sains siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi yang tulus kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam pelaksanaan studi ini. Terima kasih khusus disampaikan kepada Kepala SMP Negeri 8 Jember atas pemberian izin penelitian serta penyediaan fasilitas selama proses pengumpulan data. Penghargaan yang mendalam juga ditujukan kepada guru mata pelajaran IPA dan seluruh siswa kelas VII yang telah berpartisipasi aktif dalam penelitian ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta dorongan mulai dari penyusunan proposal hingga penyelesaian artikel ini. Komitmen dan ketelatenan beliau menjadi bagian penting dalam keberhasilan penyusunan karya ilmiah ini. Penulis memberikan apresiasi kepada Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember yang telah menyediakan dukungan akademik dan lingkungan pembelajaran yang kondusif, sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik. Terima kasih turut disampaikan kepada seluruh pihak lain yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Amanda, N. G., Biru, L. T., & Suryani, D. I. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* terhadap Keterampilan Proses Sains. *Pendipa : Journal of Science Education*, 7(2), 168-177. <https://doi.org/10.33369/pendipa.7.2.168-177>
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Fadhli, K., Fahimah, M., Widyaningsih, B., Sari, E. N., & Pratama, A. A. (2022). Edukasi Peningkatan Nilai Ekonomi Limbah Minyak Goreng Bekas Pakai melalui Pembuatan Lilin Aromatherapy. *Jumat Ekonomi : Jurnal*



- Pengabdian Masyarakat, 2(3), 175-180.
https://doi.org/10.32764/abdimas_ekon.v2i3.2246
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
<https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Karlina, C. M., Susilowati, E., & Fakhruddin, I. A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran STEM-PjBL terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Negeri 1 Slogohimo Wonogiri di Era Pandemi pada Materi Hidrosfer. *JagoMIPA : Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 3(1), 33-41.
<https://doi.org/10.53299/jagomipa.v3i1.270>
- Nuha, U., Chusnayani, Y., & Wahyuni, D. (2023). Development of Collaborative Based Worksheets to Improve Science Process Skills in Science Learning. *Jurnal Studi Pendidikan IPA*, 9(7), 5390-5397.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.2927>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.
- Pramasdyasari, A. S., Aini, S. N., & Setyawati, R. D. (2024). Enhancing Students' Mathematical Critical Thinking Skills through Ethnomathematics Digital Book STEM-PjBL. *Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 97-112. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v13i1.1979>
- Safnowandi, S. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (CTL) terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Literasi Sains Siswa. *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(1), 40-54.
<https://doi.org/10.32938/jbe.v6i1.831>
- Saidaturrahmi, S., Gani, A., & Hasan, M. (2019). Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 7(1), 1-8.
<https://doi.org/10.24815/jpsi.v7i1.13554>
- Suja, W. (2020). *Keterampilan Proses Sains dan Instrumen Pengukurannya*. Depok: Rajawali Press.
- Zendrato, E. K., Gea, H. A., Telaumbanua, G. C., Gea, F. K., Halawa, E. K., Hulu, E. N., Telaumbaua, H., Gulo, F. N., & Harefa, E. (2024). Efektivitas Model *Project-Based Learning* Terintegrasi STEM dalam Peningkatan Kemampuan Literasi Sains. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(4), 4842-4850. <https://doi.org/10.54373/imeij.v5i4.1615>