



Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa SMA melalui Proyek Sains Kimia Lingkungan pada Praktikum Pengukuran pH Air Laut dan Tanah Mangrove

Steva Dara Putri ✉, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Rita Fitriani, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Yudi Umara, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Anggra Prasetya Cahya, Universitas Maritim Raja Ali Haji

✉ stevadaraputri@umrah.ac.id

Abstract: This study aims to analyze senior high school students' science process skills through an environmental chemistry project in a practicum on measuring the pH of seawater and mangrove soil. A descriptive quantitative approach was employed with students from SMA Negeri 5 Tanjungpinang participating in Project-Based Learning activities. Data were collected using observation sheets and assessment rubrics measuring indicators of science process skills, including observing, classifying, measuring, interpreting data, drawing conclusions, and communicating results. The data were analyzed descriptively to determine the level of achievement for each indicator. The findings show that students demonstrated adequate to good proficiency in procedural skills particularly observation, measurement, and classification while analytical skills such as data interpretation and conclusion drawing were comparatively lower. These results indicate that project-based learning is effective in facilitating fundamental scientific competencies but still requires stronger reflective support to optimize higher-order scientific thinking. This study contributes to the development of contextual chemistry learning practices based on coastal environmental issues and provides practical implications for teachers in utilizing mangrove ecosystems as authentic learning resources.

Keywords: Science process skills, Environmental chemistry, Project-based learning, pH measurement, Mangrove ecosystem

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis keterampilan proses sains siswa SMA melalui proyek sains kimia lingkungan pada praktikum pengukuran pH air laut dan tanah mangrove. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan subjek siswa SMA Negeri 5 Tanjungpinang yang terlibat dalam kegiatan pembelajaran berbasis proyek. Data dikumpulkan menggunakan lembar observasi dan rubrik penilaian yang mengukur indikator keterampilan proses sains meliputi mengamati, mengklasifikasi, mengukur, menafsirkan data, menyimpulkan, dan mengomunikasikan hasil. Analisis data dilakukan secara deskriptif untuk memperoleh gambaran tingkat pencapaian setiap indikator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan prosedural siswa terutama observasi, pengukuran, dan klasifikasi berada pada kategori cukup hingga baik, sementara keterampilan analitis seperti penafsiran data dan penarikan kesimpulan masih relatif lebih rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek efektif dalam memfasilitasi keterampilan ilmiah dasar, tetapi masih memerlukan penguatan tahap refleksi konseptual untuk mengoptimalkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan praktik pembelajaran kimia yang kontekstual berbasis isu lingkungan pesisir serta memberikan implikasi bagi guru untuk memanfaatkan ekosistem mangrove sebagai sumber belajar autentik.

Kata kunci: Keterampilan proses sains, Kimia lingkungan, Pembelajaran berbasis proyek, Pengukuran pH, Ekosistem mangrove

Received 7 Januari 2026; **Accepted** 30 Januari 2026; **Published** 10 Februari 2026

Citation: Putri, S.D., Fitriani, R., Umara, Y., & Cahya, A.P. (2026). Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa SMA melalui Proyek Sains Kimia Lingkungan pada Praktikum Pengukuran pH Air Laut dan Tanah Mangrove. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 6 (01), 86-93.



Copyright ©2026 Jurnal Jendela Pendidikan

Published by CV. Jendela Edukasi Indonesia. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Pendidikan sains berperan penting dalam membentuk kemampuan berpikir ilmiah siswa dan menyiapkan mereka menghadapi tuntutan kompetensi abad ke-21, termasuk keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi sains. Salah satu kompetensi utama dalam literasi sains adalah keterampilan proses sains (*science process skills*), yaitu kemampuan melakukan langkah-langkah ilmiah seperti mengamati, mengukur, merumuskan pertanyaan, merancang eksperimen, menganalisis data, serta menginterpretasikan dan mengomunikasikan temuan secara logis (Gizaw & Sota, 2023). Keterampilan proses sains terbukti tidak hanya berkontribusi pada pemahaman konsep sains, tetapi juga meningkatkan partisipasi siswa dalam pembelajaran serta kemampuan memecahkan persoalan kehidupan nyata secara ilmiah (Kurt & Akoglu, 2023).

Berbagai studi melaporkan bahwa penguasaan keterampilan proses sains siswa SMA masih belum optimal karena pembelajaran sains cenderung berorientasi pada hafalan konsep dan praktikum verifikatif yang kurang menuntut inkuiri ilmiah (Rintayati, 2023). Padahal kurikulum Indonesia menekankan pembelajaran kontekstual, kolaboratif, dan berbasis pengalaman autentik. Di wilayah pesisir seperti Kota Tanjungpinang, potensi lingkungan sekitar seperti ekosistem mangrove dan perairan laut belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai sumber belajar ilmiah, padahal kegiatan ilmiah nyata, misalnya pengukuran pH air laut dan tanah mangrove yang sangat relevan untuk melatih keterampilan proses sains siswa.

Pembelajaran berbasis proyek dipandang sebagai pendekatan yang efektif untuk mengembangkan keterampilan proses sains karena menempatkan siswa sebagai *problem solver* yang melakukan investigasi ilmiah autentik (Munawwarah & Side, 2025). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran berbasis proyek dalam pembelajaran kimia berdampak positif terhadap keterampilan berpikir ilmiah, keterlibatan belajar, dan keterampilan proses sains siswa (Pertiwi et al., 2024)(Rusly et al., 2025). Temuan-temuan tersebut memperkuat pandangan bahwa pengalaman belajar yang bersentuhan langsung dengan fenomena lingkungan nyata mampu meningkatkan kualitas proses berpikir ilmiah siswa.

Beberapa penelitian sebelumnya berfokus pada peningkatan keterampilan proses sains melalui model pembelajaran tertentu seperti *guided inquiry learning*, *experiential learning* maupun *project based learning* pada berbagai materi sains (Siregar et al., 2025) (Kastawaningtyas & Martini, 2017) (Astuti et al., 2025). Namun, penelitian yang secara spesifik mengaitkan pembelajaran kimia lingkungan dengan konteks pengukuran parameter lingkungan nyata seperti pH air laut dan tanah mangrove masih terbatas. Selain itu penelitian sebelumnya jarang memadukan kegiatan praktikum dengan isu lingkungan lokal sebagai konteks pembelajaran yang kaya akan fenomena ilmiah.

Berdasarkan telaah literatur, terdapat beberapa kesenjangan penelitian yang relevan. Pertama, meskipun hubungan antara pembelajaran berbasis proyek dan keterampilan proses sains telah banyak dikaji, studi yang secara spesifik menganalisis keterampilan proses sains siswa SMA dalam konteks proyek sains kimia lingkungan masih sangat terbatas. Kedua, penelitian sebelumnya jarang memanfaatkan fenomena lingkungan lokal seperti ekosistem mangrove sebagai sumber belajar ilmiah yang autentik. Padahal mangrove memiliki fungsi ekologis penting, misalnya mitigasi abrasi pantai dan indikator kesehatan perairan melalui parameter seperti pH. Ketiga, studi yang memotret profil KPS siswa secara deskriptif kuantitatif dalam kegiatan praktikum pengukuran pH air laut dan tanah mangrove melalui PjBL pada tingkat SMA di wilayah pesisir hampir belum ditemukan dalam literatur terkini (Munawwarah & Side, 2025).

Penelitian ini memiliki urgensi karena menawarkan kerangka pembelajaran kimia yang autentik, kontekstual, dan relevan secara ekologis dengan mengintegrasikan proyek sains lingkungan ke dalam praktikum sekolah. Secara ilmiah, penelitian ini berkontribusi memperkaya kajian mengenai hubungan PjBL dan KPS dalam konteks kimia lingkungan,

khususnya pada ekosistem mangrove yang jarang dijadikan objek pembelajaran. Secara praktis, temuan penelitian ini diharapkan memberikan panduan bagi guru dalam merancang pengalaman belajar berbasis proyek yang dekat dengan kehidupan siswa dan mendorong keterlibatan ilmiah yang lebih bermakna. Dengan demikian, pembelajaran kimia bukan hanya sebagai sarana penguasaan konsep, tetapi juga sebagai wahana pembentukan keterampilan proses ilmiah yang berorientasi pada pemecahan masalah lingkungan nyata.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Desain penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menginterpretasikan profil Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa secara sistematis berdasarkan fakta yang tampak selama proyek sains berlangsung tanpa memberikan perlakuan khusus yang bertujuan mencari korelasi atau kausalitas (Creswell & Creswell, 2022). Subjek penelitian adalah siswa SMA Negeri 5 Tanjungpinang tahun ajaran 2025/2026. Karakteristik subjek mencakup siswa yang telah mendapatkan materi dasar mengenai Kimia Larutan (Asam-Basa) dan berdomisili di wilayah pesisir, sehingga memiliki kedekatan sosiokultural dengan ekosistem mangrove dan laut.

Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling. Kriteria penentuan sampel didasarkan pada: 1) siswa yang sedang mempelajari mata pelajaran kimia, 2) kelompok siswa yang memiliki aksesibilitas terhadap lokasi pengambilan sampel mangrove dan air laut di sekitar Tanjungpinang, 3) ketersediaan siswa untuk mengikuti seluruh rangkaian proyek sains. Variabel dalam penelitian ini adalah Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa. KPS dioperasionalkan ke dalam beberapa indikator yang meliputi: mengamati, mengklasifikasi, mengukur, mengkomunikasikan, menafsirkan data, mengajukan pertanyaan dan menyimpulkan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan analisis lembar kerja siswa. Instrumen yang digunakan adalah lembar kerja siswa, lembar observasi dan rubrik penilaian. Masing-masing indikator keterampilan proses sains dijabarkan ke dalam rubrik penilaian yang dapat dilihat pada **Tabel 1**. Rubrik ini dikembangkan sesuai dengan standar penilaian keterampilan ilmiah dalam pendidikan sains (Abd-El-Khalick & Lederman, 2023) dan diadaptasi untuk konteks kegiatan proyek di lapangan.

TABEL 1. Rubrik Penilaian Keterampilan Proses Sains

Aspek	Indikator	Sangat baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Sangat kurang (1)
Mengamati	Ketelitian dalam menggunakan pancaindra & instrumen (pH meter, soil tester)	Mengamati dengan sangat cermat; menggunakan alat dengan tepat; data akurat.	Mengamati dengan cukup baik; penggunaan alat sesuai prosedur meskipun masih perlu sedikit arahan	Pengamatan kurang cermat; sering salah membaca alat; data kurang konsisten	Tidak menunjukkan pengamatan bermakna; salah menggunakan alat; data tidak valid
Mengklasifikasi	Kemampuan mengelompokkan data (mangrove vs non-mangrove)	Data dikelompokkan dengan jelas, logis, konsisten, dan disertai alasan ilmiah	Pengelompokan benar namun alasan ilmiah belum kuat	Pengelompokan kurang tepat atau tidak konsisten	Tidak mampu mengelompokkan data
Mengukur	Ketepatan menggunakan alat ukur	Menggunakan alat sesuai SOP (kalibrasi,	Menggunakan alat dengan benar tetapi	Sering salah prosedur, misalnya	Tidak memahami cara

	sesuai prosedur	pengulangan, pencatatan satuan & kondisi) tanpa kesalahan	masih melewati beberapa prosedur kecil	membaca alat sebelum stabil	penggunaan alat
Mengkomunikasikan Data	Ketepatan dan kerapian pencatatan data	Mencatat lengkap, sistematis, rapi, dan konsisten (lokasi, waktu, jenis sampel, nilai pH, satuan)	Pencatatan cukup sistematis tetapi ada data yang belum lengkap	Pencatatan tidak rapi dan banyak data hilang	Tidak mencatat atau catatan tidak dapat digunakan
Menafsirkan Data	Kemampuan menjelaskan arti data yang diperoleh	Menafsirkan hasil secara logis & ilmiah; mengaitkan dengan konsep pH dan fungsi mangrove	Menafsirkan data dengan benar namun belum mendalam	Penafsiran kurang tepat atau hanya mengulang data	Tidak mampu menafsirkan data
Mengajukan Pertanyaan	Relevansi dan kualitas pertanyaan tentang fenomena yang diamati	Mengajukan pertanyaan kritis, mendalam, dan berbasis data	Bertanya relevan tetapi belum mendalam	Pertanyaan kurang relevan / hanya teknis	Tidak mengajukan pertanyaan
Menyimpulkan	Kemampuan menyusun kesimpulan berbasis data	Kesimpulan tepat, sesuai data, menyebutkan pola hasil, dan mengaitkan dengan konsep ilmiah	Kesimpulan sesuai data namun belum mendalam	Kesimpulan lemah atau tidak sepenuhnya sesuai data	Kesimpulan tidak berdasarkan data / tidak dibuat

Penelitian dilaksanakan melalui empat tahap utama sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan: Penyusunan instrumen, validasi ahli (*expert judgment*), dan koordinasi dengan pihak sekolah serta pengelola kawasan mangrove.
2. Tahap Pelaksanaan (Proyek Sains): Siswa melakukan pengambilan sampel di ekosistem mangrove, melakukan pengukuran pH air dan tanah di sekitar Kawasan mangrove, serta mencatat hasil pengamatan pada lembar kerja.
3. Tahap Observasi: Peneliti dan tim observer melakukan penilaian menggunakan lembar observasi saat siswa melakukan praktikum.
4. Tahap Evaluasi: Pengumpulan lembar kerja dan pengolahan skor keterampilan proses sains.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Langkah-langkah analisis yaitu: 1) menghitung skor dari lembar observasi untuk setiap indikator KPS, 2) mengonversi skor mentah menjadi nilai persentase menggunakan rumus:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (1)$$

(keterangan: P = persentase, f = Skor yang diperoleh, N = Skor maksimal), 3) mengelompokkan hasil persentase ke dalam kriteria tingkat penguasaan KPS berdasarkan kriteria interpretasi skor pada **Tabel 2**, 4) mendeskripsikan indikator keterampilan proses sains siswa (Abubakar, 2021).

TABEL 2. Kategori Keterampilan Proses Sains

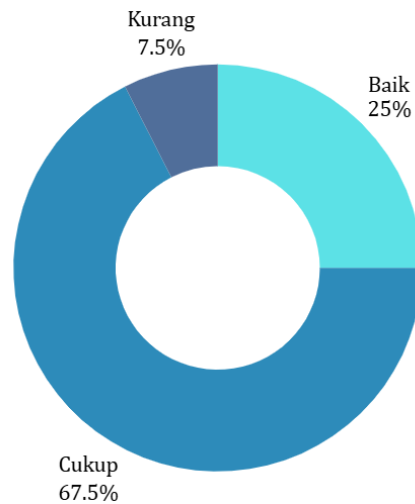
Persentase	Indikator
Sangat baik	≥85%
Baik	70–84%
Cukup	55–69%
Kurang	<55%

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa melalui proyek sains kimia lingkungan. Data penelitian yang diperoleh dari lembar observasi dan rubrik penilaian dikelompokkan menjadi dua bagian utama: capaian KPS berdasarkan kategori umum siswa dan capaian KPS berdasarkan masing-masing indikator keterampilan.

1. Profil Keterampilan Proses Sains Siswa secara Umum

Berdasarkan hasil analisis data, sebaran tingkat penguasaan keterampilan proses sains siswa dalam praktikum pengukuran pH air laut dan tanah mangrove menunjukkan variasi pada tiga kategori utama. Data distribusi kemampuan siswa disajikan pada **Gambar 1**.

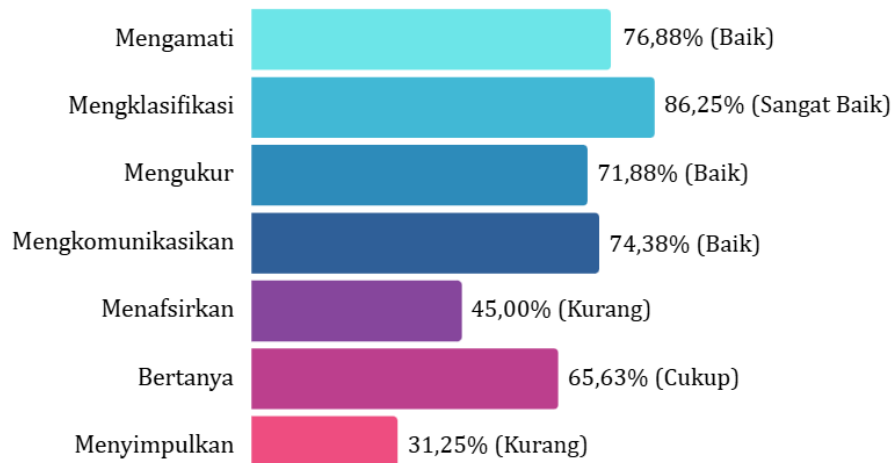


GAMBAR 1. Persentase Kategori Keterampilan Proses Sains Siswa

Secara keseluruhan, mayoritas siswa berada pada kategori "Cukup" dengan persentase sebesar 67,5%. Sementara itu, sebanyak 25% siswa telah mencapai kategori "Baik", dan sisanya sebesar 7,5% masih berada pada kategori "Kurang". Data ini mengindikasikan bahwa secara kolektif, keterampilan proses sains siswa masih didominasi oleh tingkat penguasaan menengah dan memerlukan penguatan lebih lanjut pada aspek-aspek tertentu.

2. Analisis Capaian Per Indikator Keterampilan Proses Sains

Analisis lebih lanjut dilakukan terhadap capaian setiap indikator keterampilan proses sains, yaitu mengamati, mengklasifikasi, mengukur, mengkomunikasikan data, menafsirkan data, mengajukan pertanyaan, dan menyimpulkan. Persentase capaian tiap indikator dapat dilihat pada **Gambar 2**.



GAMBAR 2. Capaian Keterampilan Proses Sains per Indikator

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa indikator mengklasifikasi memperoleh rata-rata tertinggi yaitu 86,25% (kategori sangat baik). Indikator mengamati, mengukur, dan mengkomunikasikan data berada pada kategori baik, yang berarti siswa telah mampu melakukan pengamatan, menggunakan alat ukur, dan mencatat data secara sistematis. Namun, indikator menafsirkan data (45,00%) dan menyimpulkan (31,25%) masih berada pada kategori kurang, sedangkan indikator mengajukan pertanyaan berada pada kategori cukup. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains dasar siswa relatif baik, terutama pada aspek yang bersifat prosedural seperti pengamatan, pengukuran, dan pengklasifikasian data. Namun keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti menafsirkan data, mengajukan pertanyaan kritis, dan menyimpulkan masih perlu ditingkatkan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memiliki keterampilan proses sains pada kategori cukup hingga baik, terutama pada keterampilan prosedural seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, dan mengkomunikasikan data. Temuan ini sesuai dengan temuan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa dengan signifikan, terutama pada aspek teknis dan langkah-langkah praktikal yang bersifat prosedural (Napitupulu et al., 2024)(Ramlawati et al., 2025). Dalam perspektif teori konstruktivisme, pengetahuan sains dibangun melalui interaksi aktif siswa dengan lingkungan belajar. Melalui kegiatan autentik seperti pengukuran pH air laut dan tanah mangrove, siswa memperoleh pengalaman langsung yang memperkuat keterampilan observasi, pengukuran, dan pengorganisasian data. Hal ini menjelaskan capaian tinggi pada indikator prosedural dalam penelitian ini. Pembelajaran berbasis proyek yang digunakan dalam penelitian ini juga sejalan dengan pendekatan konstruktivistik, karena memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar melalui aktivitas pemecahan masalah nyata (Dolapcioglu & Subasi, 2022) (Setiyadi et al., 2024).

Namun demikian, indikator berpikir tingkat tinggi seperti menafsirkan data, menyimpulkan, dan mengajukan pertanyaan masih berada pada kategori cukup hingga rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa lebih menguasai *basic science process skills* dibandingkan *integrated science process skills*, yang menuntut kemampuan analisis dan penalaran ilmiah yang lebih kompleks. Pola ini konsisten dengan pandangan bahwa penguasaan keterampilan proses sains merupakan konstruksi bertahap, di mana keterampilan prosedural berkembang lebih dahulu sebelum kemampuan penalaran ilmiah yang lebih abstrak (Astalini et al., 2024).

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan temuan bahwa pembelajaran berbasis proyek efektif meningkatkan keterampilan proses sains, terutama pada dimensi praktik ilmiah, namun dampak pada kemampuan konseptual dan metakognitif memerlukan intervensi pembelajaran yang lebih intensif (Dimitra Kokotsaki et al., 2016). Kesamaan hasil ini menunjukkan bahwa implementasi proyek berbasis konteks lingkungan seperti pengukuran pH air laut dan tanah mangrove secara alami menyediakan pengalaman investigatif autentik, tetapi belum sepenuhnya menjamin terinternalisasinya kemampuan berpikir ilmiah tingkat tinggi tanpa arahan reflektif dari guru.

Perbedaan penelitian ini dengan beberapa studi sebelumnya terletak pada konteks ekologis lokal. Sebagian besar penelitian terdahulu menempatkan pembelajar berbasis proyek pada konteks laboratorium sekolah, sedangkan penelitian ini memanfaatkan ekosistem mangrove sebagai sumber belajar autentik. Pendekatan berbasis lingkungan seperti ini terbukti memperkuat relevansi pembelajaran dan motivasi intrinsik siswa (Monroe et al., 2019). Dengan demikian, salah satu kontribusi penelitian ini adalah menunjukkan bahwa keterampilan proses ilmiah dapat dibangun melalui integrasi pendidikan kimia dan literasi lingkungan pesisir.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa SMA yang terlibat dalam proyek sains kimia lingkungan pada praktikum pengukuran pH air laut dan tanah mangrove berada pada kategori cukup hingga baik pada aspek prosedural seperti observasi, pengukuran, dan klasifikasi, namun masih terbatas pada aspek analitis seperti penafsiran data dan penyusunan kesimpulan. Pembelajaran berbasis proyek efektif memfasilitasi keterampilan ilmiah dasar, tetapi memerlukan penguatan tahap refleksi konseptual agar kemampuan berpikir tingkat tinggi berkembang lebih optimal.

Secara ilmiah, penelitian ini berkontribusi pada pengayaan literatur pendidikan kimia lingkungan dengan menunjukkan bahwa konteks ekosistem mangrove dapat menjadi wahana autentik pengembangan keterampilan proses sains siswa. Secara praktis, guru disarankan memadukan proyek lapangan dengan diskusi reflektif, bimbingan penalaran ilmiah, dan penilaian berbasis rubrik untuk memperdalam kemampuan analitis siswa. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain eksperimen, melibatkan lebih banyak sekolah, serta menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh gambaran perkembangan keterampilan proses sains yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2023). Research on Teaching, Learning, and Assessment of Nature of Science. In *Handbook of Research on Science Education Volume III* (p. 850). Routledge Taylor & Francis.
2. Abubakar, R. (2021). *Pengantar Metodologi Penelitian*. SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga.
3. Astalini, Kurniawan, D. D. A., Trian, E., & Oktavia, S. W. (2024). The Relationship of Students' Science Process and Critical Thinking Skills in Momentum and Impulse Materials. *Jurnal Kependidikan*, 8(2), 196–206.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/jk.v8i2.52141>
4. Astuti, W., Awalia, T., Assalamah, U. A., Asyiah, N., & Khotimah, F. (2025). Analisis Profil Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Model Project Based Learning. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 5(03), 446–453.
5. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
6. Dimitra Kokotsaki, Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-Based Learning: A Review of The Literature. *Sage Journals Home*, 19(3).
7. Dolapcioglu, S., & Subasi, M. (2022). The Relationship between Scientific Process Skills

- and Science Achievement : A Meta-Analysis Study. *Journal of Science Learning*, 5(2), 363–372. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i2.39356>
8. Gizaw, G. G., & Sota, S. S. (2023). Improving Science Process Skills of Students : A Review of. *Science Education International*, 34(3), 216–224. <https://doi.org/https://doi.org/10.33828/sei.v34.i3.5>
 9. Kastawaningtyas, A., & Martini. (2017). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa melalui Model Experiential Learning pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 2(2), 45–52.
 10. Kurt, G., & Akoglu, K. (2023). Project-based learning in science education : A comprehensive literature review. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 19(3), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.29333/ijese/13677>
 11. Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying Effective Climate Change Education Strategies: A Systematic Review of The Research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
 12. Munawwarah, & Side, S. (2025). The Effectiveness of Project-Based Learning on Science Process Skills in Chemistry Education: A Research Findings Perspective. *Journal of Educational Sciences*, 9(2), 513–525.
 13. Napitupulu, N. D., Hutahaean, J., & Fauziyyah, A. N. L. (2024). Trends Research Project Based Learning (PjBL) Model to Improve Science Process Skills in Students ' Science Learning (2015-2024): A Systematic Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(7), 488–497. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i7.8577>
 14. 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.
 15. Ramlawati, Sari, N. I., Arif, R. N. H., & Ilmi, N. (2025). The Effect of Project-Based Learning E-Modules on Student Competence in Developing Science Process Skills Assessment Instruments. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 13(4), 1268–1280. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.24815/jpsi.v13i4.49142>
 16. Rintayati, P. (2023). The Effect of Project-Based Learning Models toward Science Process Skills (SPS) in Elementary School Students. *Journal of General Education Science*, 1(2), 126–130.
 17. Rusly, N., Toge, S., & Tualeka, E. (2025). The Effect of Coastal Environment-Based Project-Based Learning Model on the Science Literacy Skills of Elementary School Students at SD Negeri 127 in South Halmahera ¹ Primary School Teacher Education Study Program , Universitas Nurul Hasan Bacan ² Facult. *International Journal of Education, Information Technology and Others (IJEIT)*, 8(April), 27–32.
 18. Setiyadi, M. W., Sudiarmika, A. A. I. A. R., Suma, K., & Suardana, N. (2024). Meta-Analysis : The Effect of Project Based Learning on Science Process Skills. *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, 10(1), 52–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.36987/jpbn.v10i1.5227>
 19. Siregar, S. D., Saefudin, S., & Riandi, R. (2025). Improving student ' s science process skills through environment-based guided inquiry on biodiversity in outdoor learning. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(3), 841–847.

PROFIL SINGKAT

Steva Dara Putri adalah dosen Program Studi S1 Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Rita Fitriani adalah dosen Program Studi S1 Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Yudi Umara adalah dosen Program Studi S1 Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Anggra Prasetya Cahya adalah dosen Program Studi S1 Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji.