



---

**PROJECT BASED LEARNING DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN  
PROSES SAINS: KAJIAN LITERATUR**

**\*<sup>1</sup>Munawwarah, <sup>2</sup>Marcindy Reinard, <sup>3</sup>Shoffan Fatkhulloh, <sup>4</sup>Akhmad Syakur,**

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Negeri Makassar, Indonesia

\*Corresponding author E-mail: [munawwarah@unm.ac.id](mailto:munawwarah@unm.ac.id).

---

**DOI : 10.30605/biogenerasi.v10i4.7129**

**Accepted : 4 Oktober 2025    Approved : 10 November 2025    Published : 11 November 2025**

**Abstract**

This study aims to examine the impact of Project-Based Learning (PjBL) on students' science process skills (SPS) in science education through a systematic literature review. Out of 70 initially identified articles, 30 were shortlisted, and 14 were ultimately selected based on their relevance and methodological rigor. The reviewed studies were obtained from open-access journals and employed various research designs, including quasi-experimental, classroom action research, qualitative case study, and research and development (R&D) approaches. A systematic review protocol was applied, comprising stages of identification, title and abstract screening, and full-text assessment to ensure inclusion quality. Data were analyzed through the extraction of article characteristics, research design, educational level, science domain, SPS instruments, major findings, and pedagogical mechanisms. The findings indicate that most studies reported significant enhancement of SPS following the implementation of PjBL, with the most frequently improved dimensions being observation (64%), classification (36%), experimental planning (50%), hypothesis formulation (36%), and communication (29%). Supporting factors for effective implementation included the integration of local contexts (ethnoscience), the use of interactive digital media (e.g., comics, Lectora applications), validation of learning materials, teacher scaffolding, and student collaboration, whereas studies reporting non-significant effects were mainly constrained by poor adherence to PjBL syntax and limited project duration. Overall, the results affirm that PjBL holds strong potential for enhancing SPS across various areas of science learning, particularly when supported by coherent pedagogical mechanisms, consistent instructional design, sufficient teacher facilitation, and the use of contextualized media to maximize its educational effectiveness.

**Keywords :** *Project-Based Learning (PjBL), Science Process Skills (SPS), Systematic Literature Review, Science Education; Pedagogical Mechanisms.*

## PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA di sekolah sering menghadapi tantangan klasik: dominasi metode ceramah, praktikum yang cenderung bersifat verifikasi, serta penilaian yang lebih menekankan hasil akhir daripada proses ilmiah. Abad ke-21 menuntut peserta didik memiliki literasi sains yang kuat, termasuk kemampuan merumuskan masalah, merancang dan menjalankan eksperimen, menganalisis data, serta menarik kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan (Jufrida et al., 2019). Keterampilan proses sains (KPS)—baik yang dasar (mengamati, mengklasifikasi, mengukur, memprediksi) maupun yang terpadu (mengidentifikasi variabel, merumuskan hipotesis, merancang penyelidikan, menginterpretasi data)—adalah fondasi dari literasi sains tersebut. Project Based Learning (PjBL) menawarkan ekosistem belajar yang autentik dan berorientasi produk, sehingga secara teoritis memberi ruang luas bagi berkembangnya KPS melalui siklus penyelidikan yang nyata (Safitri, 2022).

Dalam konteks ini, PjBL dipandang mampu menjembatani kesenjangan antara konsep-konsep sains yang abstrak dengan pengalaman belajar nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Melalui proyek yang menuntut siswa untuk melakukan penyelidikan, kolaborasi, dan presentasi hasil, pembelajaran tidak hanya berorientasi pada produk akhir, tetapi juga pada proses berpikir ilmiah yang ditempuh (Aliftika et al., 2019). Hal ini sejalan dengan tuntutan kurikulum modern yang mendorong lahirnya peserta didik yang kreatif, kritis, dan mampu memecahkan masalah (Indarta et al., 2022). Dengan demikian, penerapan PjBL menjadi salah satu strategi potensial untuk memperkuat penguasaan keterampilan proses sains di kelas IPA.

Penelitian terdahulu secara umum melaporkan bahwa PjBL dapat meningkatkan keterlibatan belajar, pemahaman konsep, dan hasil belajar IPA. Dalam biologi, proyek klasifikasi keanekaragaman hayati atau investigasi ekologi mendorong keterampilan mengamati, mengukur, dan menyimpulkan (Shohib et al., 2021). Dalam kimia, proyek perancangan produk (misalnya sabun atau indikator alami) memantik keterampilan

identifikasi variabel, kontrol, dan interpretasi data (Amala et al., 2023). Dalam fisika, proyek perancangan alat sederhana atau analisis gerak mendorong perumusan hipotesis dan pemodelan. Beberapa studi juga menunjukkan bahwa PjBL memperkaya diskursus ilmiah di kelas (argumentasi berbasis bukti) dan memperbaiki kualitas laporan ilmiah siswa (Dori et al., 2018). Meskipun demikian, temuan-temuan ini kerap tersebar di berbagai subbidang IPA, level pendidikan, dan menggunakan instrumen penilaian KPS yang berbeda-beda, sehingga sulit ditarik kesimpulan lintas studi tanpa tinjauan literatur yang sistematis (Fadhilla, 2022).

Namun, masih terdapat sejumlah celah penelitian yang perlu dicermati. Pertama, belum banyak ulasan yang secara spesifik memetakan dimensi-dimensi KPS mana yang paling terfasilitasi oleh PjBL (Wulandah et al., 2023). Kedua, adanya ketidakseragaman instrumen KPS (rubrik proyek, tes kinerja, lembar observasi, jurnal refleksi) membuat perbandingan hasil penelitian menjadi tidak langsung (Polat et al., 2021). Ketiga, banyak studi menggunakan desain jangka pendek dengan ukuran sampel terbatas, sehingga dampak jangka panjang PjBL terhadap KPS belum sepenuhnya teruji (Aliftika et al., 2019). Keempat, variabel seperti jenjang pendidikan, peran guru dalam memberikan scaffolding, durasi proyek, dan kompleksitas tugas sering belum dianalisis secara mendalam (Rahayu & Ismawati, 2022). Kelima, penelitian pada IPA Terpadu dalam konteks kurikulum Indonesia relatif jarang terdokumentasi dalam satu sintesis yang utuh (Nofiana, 2017).

Berdasarkan kondisi tersebut, artikel ini bertujuan melakukan analisis berbasis literatur untuk: (1) memetakan bagaimana PjBL memengaruhi setiap komponen KPS (dasar dan terpadu) dalam pembelajaran IPA; (2) mengidentifikasi mekanisme pedagogis yang menjelaskan pengaruh tersebut, seperti pertanyaan pemantik (*driving question*), siklus inkuiri, kolaborasi, penggunaan data dan bukti, serta refleksi; (3) mengeksplorasi faktor-faktor moderator (jenjang pendidikan, desain proyek, scaffolding guru, durasi, asesmen) yang memperkuat atau melemahkan pengaruh PjBL; dan (4) menyintesis implikasi praktis bagi guru dan sekolah, termasuk rekomendasi desain

proyek, strategi asesmen KPS, dan pengembangan profesional guru agar implementasi PjBL lebih konsisten dalam memfasilitasi keterampilan proses. Dengan demikian, diharapkan artikel ini akan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan pendidikan sains yang lebih relevan dan efektif dalam mempersiapkan siswa menghadapi tantangan di masa depan.

Sejalan dengan tujuan tersebut, rumusan masalah artikel ini dirancang sebagai berikut: (1) Bagaimana pola pengaruh PjBL terhadap keterampilan proses sains pada pembelajaran IPA jika ditinjau dari dimensi KPS yang berbeda? (2) Mekanisme pedagogis apa yang paling konsisten dikaitkan dengan peningkatan KPS dalam implementasi PjBL? (3) Faktor-faktor apa yang memoderasi efektivitas PjBL terhadap KPS (misalnya jenjang, durasi, kompleksitas proyek, *scaffolding* guru, dan asesmen)? (4) Praktik, strategi asesmen, dan dukungan apa yang direkomendasikan agar PjBL secara berkelanjutan mengembangkan KPS dalam konteks kelas IPA? Dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan ini melalui sintesis kritis terhadap penelitian yang ada, artikel diharapkan memberi kontribusi konseptual dan praktis sekaligus: menyediakan peta bukti yang lebih tajam, kerangka desain instruksional yang operasional, dan arah penelitian lanjutan yang lebih terfokus.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode literature review dengan pendekatan sistematis untuk menelaah pengaruh *Project Based Learning* (PjBL) terhadap keterampilan proses sains (KPS) dalam pembelajaran IPA. Literature review dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menyintesis temuan-temuan empiris yang telah dipublikasikan, mengidentifikasi pola dan perbedaan hasil penelitian, serta memetakan faktor-faktor yang memoderasi efektivitas PjBL dalam meningkatkan KPS.

### Sumber Data

Artikel yang ditelaah diperoleh dari jurnal ilmiah bereputasi yang bersifat open access, sehingga dapat diakses secara penuh oleh peneliti. Basis pencarian menggunakan mesin pencari akademik seperti Google Scholar, DOAJ, ResearchGate, ERIC, dan portal jurnal universitas.

## Strategi Pencarian

Pencarian artikel dilakukan dengan menggunakan kata kunci gabungan dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, di antaranya: “*Project Based Learning*”, “*science process skills*”, “*keterampilan proses sains*”, “*pembelajaran IPA*”, “*biology*”, “*physics*”, “*chemistry*”, serta kombinasi dengan istilah “*education*” dan “*learning*”. Operator Boolean (*AND*, *OR*) digunakan untuk memperluas atau mempersempit hasil pencarian.

## Kriteria Inklusi

Artikel yang dikaji dalam penelitian ini dipilih berdasarkan sejumlah kriteria yang dirancang untuk memastikan relevansi dan kualitas data yang diperoleh. Kajian ini hanya mencakup artikel penelitian empiris yang secara langsung meneliti penerapan *Project Based Learning* (PjBL) dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), baik di bidang Biologi, Fisika, Kimia, maupun IPA Terpadu. Setiap artikel yang disertakan harus secara eksplisit mengukur atau melaporkan keterampilan proses sains (KPS), baik yang bersifat dasar maupun terpadu, sebagai salah satu variabel utama dalam penelitiannya. Selain itu, sumber artikel dibatasi pada jurnal-jurnal ilmiah yang bersifat *open access* agar dapat diakses secara penuh dan diverifikasi oleh peneliti. Untuk menjaga kebaruan temuan, hanya artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu 2015 hingga 2024 yang disertakan dalam analisis. Dengan demikian, kriteria inklusi ini memastikan bahwa seluruh artikel yang dipilih memiliki kesesuaian konteks, kekuatan metodologis, serta relevansi terhadap tujuan penelitian yang ingin dicapai.

## Kriteria Eksklusi

Sebaliknya, artikel-artikel yang tidak memenuhi kriteria tersebut dikeluarkan dari proses analisis. Penelitian yang berfokus pada penerapan PjBL di luar ranah pembelajaran sains—misalnya pada mata pelajaran matematika, bahasa, atau bidang non-IPA—tidak disertakan dalam kajian ini karena tidak relevan dengan tujuan penelitian. Artikel yang tidak membahas keterampilan proses sains secara eksplisit, atau yang hanya menyajikan uraian teoretis tanpa data empiris yang mendukung, juga dikeluarkan. Selain itu, penelitian yang tidak tersedia dalam bentuk teks penuh, maupun artikel yang tidak memuat informasi metodologis yang memadai, tidak

dimasukkan ke dalam sintesis. Pendekatan ini memastikan bahwa hasil kajian literatur yang diperoleh benar-benar mencerminkan bukti empiris yang kuat mengenai pengaruh *Project Based Learning* terhadap keterampilan proses sains dalam konteks pembelajaran IPA.

### Prosedur Seleksi

Dari hasil pencarian awal, diperoleh 70 artikel. Tahap pertama dilakukan penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, sehingga terpilih 30 artikel yang lebih sesuai dengan fokus penelitian. Selanjutnya dilakukan pembacaan penuh dan penilaian kualitas terhadap 30 artikel tersebut. Berdasarkan proses seleksi akhir, diperoleh 14 artikel yang paling relevan dan memenuhi kriteria inklusi. Artikel-artikel inilah yang dianalisis lebih mendalam dalam penelitian ini.

### Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan melalui tiga tahap yaitu Ekstraksi data: setiap artikel dianalisis terkait identitas penelitian (penulis, tahun, konteks, jenjang pendidikan, bidang IPA), desain penelitian, instrumen KPS yang digunakan, hasil utama, dan keterbatasan. Appraisal kualitas metodologis: artikel dinilai dari kejelasan intervensi, kesesuaian dengan indikator KPS, kekuatan desain penelitian, kualitas instrumen, serta validitas hasil.

Tabel 1. . Sintesis Hasil Penelitian tentang Project Based Learning dan Keterampilan Proses Sains (14 Studi Terpilih)

N O	Penulis (Tahun)	Jenjang & Bidang IPA	Desain & Sampel	Variasi PjBL / Media	Instrumen KPS	Hasil Utama	Dimensi KPS yang menonjol	Keterbatasan
1	Rahimanisa, Marjahan, & Khalil (2025)	SMA – Biologi	Pre-eksperimental, n=24	PjBL + JAS (Jelajah Alam Sekitar)	Tes KPS + observasi	Skor 64,5→84,8; N-Gain 0,59 (sedang)	Observasi, klasifikasi, perencanaan percobaan	Tanpa kontrol, sampel kecil
2	Del Rosario & Chua (2023)	SMP – IPA (Iklim & Cuaca)	Pre-post 1 kelompok, n=70	Case-based + PjBL	Tes 80 butir + angket	Dari low mastery → mastery; pre-post signifikan	Kontrol variabel, hipotesis, interpretasi data	Tanpa kontrol; efek CBL vs PjBL tak terpisah
3	Rusmini, Suyono, & Agustini (2021)	PT – Kimia (Ekstraksi)	Deskriptif komparatif	Self-PjBL (mandiri)	Rubrik multi-parameter + respons mahasiswa	KPS dominan “baik”; variasi antar mahasiswa	Variabel & prosedur relatif kuat	Bukan uji efektivitas; tanpa pre-post setara
4	Maulizar, Rahmatan, & Ali S. (2018)	SMA – Biologi (Biodiversitas)	Quasi pre-post + kontrol, n=40	PjBL keanekaragaman hayati	Tes hasil belajar + observasi	Post Eks 84,6 > Kon 53,1; t=7,99 p<.05	Hipotesis, pemodelan sederhana, observasi	Fokus kognitif; KPS deskriptif; sampel kecil
5	Sukardi & Nawawi (2020)	SMA – Biologi (Genetika)	PTK (2 siklus), n=36	PjBL kontekstual	Observasi, tes, refleksi	KPS tinggi+ sangat tinggi: 63,9%→83,3%	Diskusi, kolaborasi, sikap ilmiah	Tanpa kontrol; perbaikan siklus multi faktor

Sintesis temuan: hasil-hasil penelitian dibandingkan untuk mengidentifikasi pola umum, variasi hasil, serta faktor yang memengaruhi keberhasilan penerapan PjBL terhadap keterampilan proses sains. Sintesis dilakukan secara naratif dan disertai tabel matriks untuk memudahkan perbandingan antar studi.

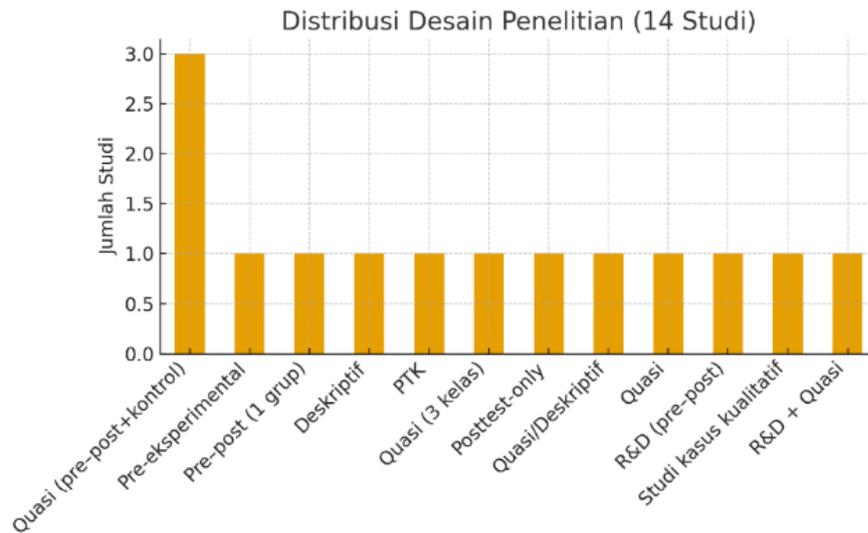
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Analisis literatur terhadap 14 artikel terpilih dari total 70 artikel yang diidentifikasi menunjukkan bahwa penerapan Project Based Learning (PjBL) secara umum memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan proses sains (KPS) dalam pembelajaran IPA. Keempat belas artikel yang dikaji memenuhi kriteria inklusi karena secara eksplisit meneliti hubungan antara implementasi PjBL dengan peningkatan KPS, baik melalui pendekatan kuantitatif, kualitatif, maupun penelitian pengembangan. Rangkuman temuan utama dari masing-masing studi disajikan pada **Tabel 1**, yang memuat informasi tentang jenjang pendidikan, bidang IPA, desain penelitian, variasi model atau media PjBL, instrumen KPS yang digunakan, hasil utama, dimensi KPS yang menonjol, serta keterbatasan yang diidentifikasi oleh peneliti.

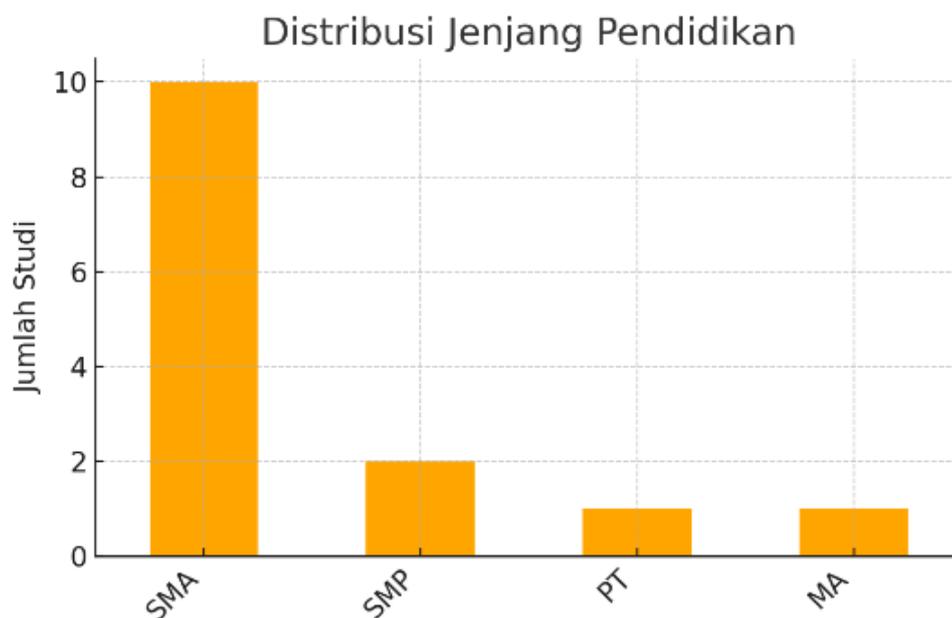
6	Kurnia, Hamidah, & Anggereini (2025)	SMP – IPA (Etnosains)	Quasi, 3 kelas	PjBL vs PjBL+etnosains vs PBL	Observasi 10 indikator	Kontrol=2,20; PjBL=2,49; PjBL+etnosains=2,78	Klasifikasi, rencana eksperimen, analisis	Statistik inferensial terbatas
7	Roziqin, Lesmono, & Bachtiar (2018)	SMA – Fisika (Gerak Parabola)	Posttest-only control, n=80	PjBL fisika	Angket minat + tes unjuk kerja	KPS Eks 73,54 > Kon 61,56 (p<.05)	Rancang eksperimen, analisis, variabel	Representasi data (grafik) masih lemah
8	Surayya, Anwar, & Loka (2024)	SMA – Kimia (Redoks)	Quasi pre-post + kontrol, n≈61	PjBL + Lectora Inspire	Tes PG beralasan + observasi	N-gain Eks 0,34 vs Kon 0,15; t=5,14	Observasi, klasifikasi, hipotesis, komunikasi	70% siswa “tidak efektif” adaptasi awal
9	Nurwanti Fatmah dkk. (—)	SMA – Biologi	Quasi/Deskriptif	PjBL + media kontekstual	Tes/observasi	KPS naik terutama observasi, klasifikasi, inferensi	Observasi, klasifikasi, inferensi	Data statistik terbatas
10	Sukardi (—)	SMA – Fisika (Energi)	Quasi	PjBL kontekstual	Tes/observasi	PjBL unggul pada rencana eksperimen & prediksi	Rencana eksperimen, prediksi	Durasi singkat; komunikasi ilmiah lemah
11	Hasanah, Sarwanto, & Masykuri (2018)	MA – Fisika (Suhu-Kalor)	R&D (ADDIE) + pre-post	Modul PjBL tervalidasi	Tes KPS per dimensi	Skor 59→81; g=0,4–0,8; tertinggi rencana eksperimen (0,7) & evaluasi (0,8)	Rencana eksperimen, evaluasi	Tanpa kontrol; evaluasi awal kurang sesuai
12	Irawan, Haris, & Hidayanti (2024)	SMA – Kimia (Laju Reaksi)	Quasi pre-post + kontrol, n=62	PjBL + komik	Tes KPS + rubrik proyek	N-gain Eks 0,335 vs Kon 0,011; Δt=3,15; posttest t=1,31 ns	Observasi, hipotesis, rencana eksperimen, komunikasi	Baseline memengaruhi; penting analisis gain
13	Nawahdani dkk. (2021)	SMA – Fisika	Studi kasus kualitatif	Implementasi PjBL	Wawancara guru + observasi	PjBL → keaktifan & KPS dasar (naratif)	Observasi, komunikasi, klasifikasi, prediksi	Tanpa data kuantitatif/kontrol
14	Kusumaningrum & Djukri (2016)	SMA – Biologi (Daur Ulang)	R&D + quasi pre-post + kontrol	Perangkat PjBL tervalidasi	Tes KPS; kreativitas; observasi	MANOVA ns; N-gain KPS=0,115; keterlaksanaan 72,2%	Produk kreatif baik, KPS tak naik signifikan	Waktu & monitoring kurang; fidelity rendah

Berdasarkan **Tabel 1**, sebagian besar penelitian menggunakan desain quasi-eksperimen, baik dengan maupun tanpa kelompok kontrol, diikuti oleh penelitian tindakan kelas, penelitian dan pengembangan (R&D), serta studi kasus kualitatif. Desain quasi-eksperimen banyak digunakan karena dianggap paling memungkinkan untuk menguji efektivitas intervensi PjBL di konteks kelas yang nyata, sementara penelitian tindakan kelas lebih menyoroti perbaikan praktik pembelajaran secara siklikal. Hasil visualisasi dalam **Gambar 1** menunjukkan bahwa proporsi terbesar penelitian berada pada kategori quasi-eksperimen, diikuti oleh tindakan kelas, sedangkan penelitian murni eksperimental dan kualitatif relatif lebih sedikit.



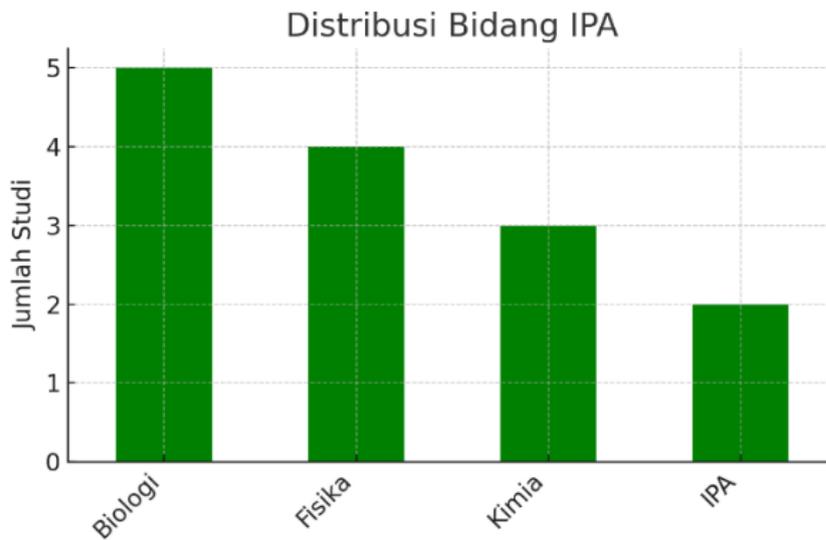
Gambar 1. Distribusi Jenis Penelitian

Jika ditinjau dari jenjang pendidikan, sebagaimana tergambar pada Gambar 2, mayoritas penelitian dilakukan di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA). Kondisi ini menunjukkan bahwa fokus penelitian tentang PjBL dan KPS masih terpusat pada jenjang pendidikan menengah atas, sementara studi pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan perguruan tinggi masih terbatas. Hal tersebut dapat dipahami karena materi IPA di SMA umumnya lebih kompleks dan membutuhkan strategi pembelajaran inovatif untuk mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah siswa. Selain itu, Gambar 3 memperlihatkan bahwa bidang Biologi merupakan yang paling banyak dikaji, diikuti oleh Fisika dan Kimia.



Gambar 2. Distribusi Jenjang Pendidikan

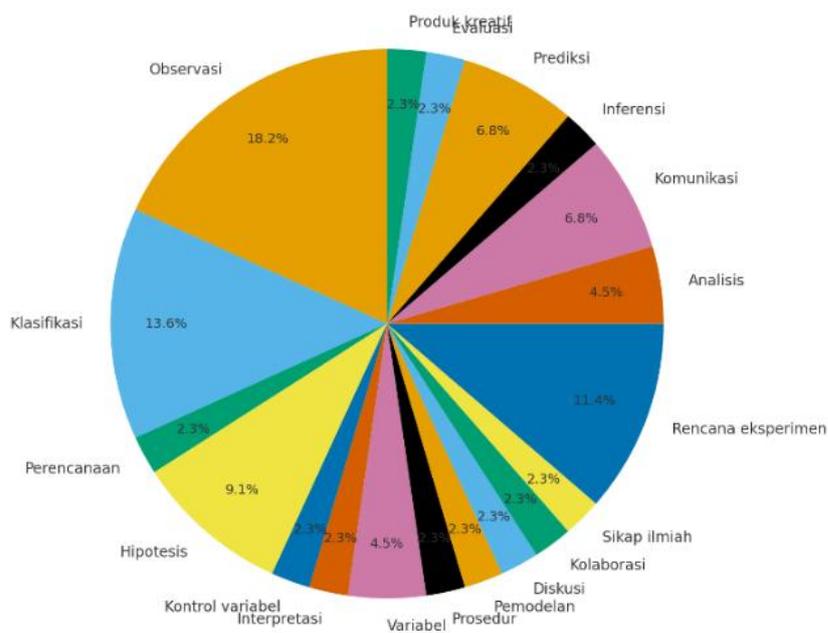
Dominasi bidang Biologi disebabkan oleh karakteristik materinya yang lebih mudah dikontekstualisasikan dalam bentuk proyek nyata seperti keanekaragaman hayati, ekologi, atau daur ulang. Sementara itu, penelitian pada bidang Fisika dan Kimia juga menunjukkan tren positif, terutama ketika didukung oleh penggunaan media digital interaktif seperti aplikasi Lectora atau komik pembelajaran.



Gambar 2. Distribusi Bidang IPA

Selanjutnya, hasil sintesis menunjukkan bahwa dimensi keterampilan proses sains yang paling sering mengalami peningkatan melalui penerapan PjBL meliputi observasi (64%), perencanaan eksperimen (50%), klasifikasi (36%), perumusan hipotesis (36%), dan komunikasi (29%). Proporsi peningkatan masing-masing dimensi ini divisualisasikan pada Gambar 4, yang memperlihatkan bahwa aspek observasi menjadi keterampilan yang paling sering berkembang, diikuti oleh kemampuan merancang eksperimen dan mengklasifikasi data. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas proyek yang melibatkan eksplorasi langsung terhadap fenomena alam memberi kontribusi besar terhadap penguatan KPS dasar maupun terpadu. Beberapa penelitian, seperti yang dilakukan oleh Rahimanisa, Marjahan, dan Khalil (2025), menunjukkan peningkatan skor KPS dari 64,5 menjadi 84,8 dengan kategori *N-gain* sedang, sementara penelitian Irawan, Haris, dan Hidayanti (2024) juga mencatat perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol dengan *N-gain* sebesar 0,335 melalui penggunaan PjBL berbantuan komik. Hasil-hasil ini memperkuat temuan bahwa penerapan PjBL yang dikombinasikan dengan media kontekstual dan interaktif mampu memfasilitasi keterampilan berpikir ilmiah secara efektif.

Proporsi Dimensi KPS yang Paling Sering Dilaporkan Meningkat



Gambar 4. Sebaran dimensi KPS yang paling banyak dikaji

Meskipun mayoritas studi menunjukkan peningkatan signifikan, beberapa penelitian melaporkan hasil yang kurang optimal. Misalnya, Kusumaningrum dan Djukri (2016) menemukan bahwa meskipun perangkat pembelajaran PjBL tervalidasi dengan sangat baik, hasil analisis MANOVA terhadap KPS tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Hal ini dikaitkan dengan tingkat keterlaksanaan sintaks PjBL yang hanya mencapai 72,2%, sehingga aspek seperti monitoring dan scaffolding guru belum terlaksana secara konsisten. Variasi hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas PjBL tidak hanya bergantung pada rancangan model, tetapi juga pada fidelitas implementasi di lapangan, waktu pelaksanaan proyek, dan dukungan fasilitator pembelajaran.

Selain peningkatan dimensi KPS, hasil sintesis juga mengungkapkan berbagai mekanisme pedagogis yang berkontribusi terhadap keberhasilan penerapan PjBL. Rangkuman hubungan antara mekanisme pedagogis dan dampaknya terhadap keterampilan proses sains disajikan pada Tabel 2. Beberapa mekanisme yang paling sering dilaporkan adalah integrasi konteks lokal atau etnosains, penggunaan media digital interaktif seperti Lectora dan komik, validasi perangkat pembelajaran dengan rubrik sintaks PjBL, peran scaffolding guru dalam memfasilitasi investigasi siswa, serta kolaborasi kelompok dalam proses pembelajaran. Secara umum, studi yang menggabungkan unsur-unsur tersebut menunjukkan peningkatan KPS yang lebih konsisten dibanding studi yang tidak melaksanakannya.

Tabel 2. Mekanisme Pedagogis yang Berkorelasi dengan Peningkatan KPS

Mekanisme Pedagogis	Dampak pada KPS
Integrasi konteks lokal (etnosains)	Mengaitkan proyek dengan budaya/kearifan lokal meningkatkan klasifikasi & analisis (Studi 6).
Media digital interaktif (Lectora, Komik)	Memperkuat observasi, hipotesis, & komunikasi (Studi 8 & 12).
Modul tervalidasi dengan rubrik sintaks PjBL	Memberi peningkatan tinggi pada rencana eksperimen & evaluasi (Studi 11).
Scaffolding guru & monitoring	Menjadi kunci; saat keterlaksanaan rendah (72,2%), KPS tidak signifikan naik (Studi 14).
Kolaborasi & diskusi kelompok	Meningkatkan sikap ilmiah & keterampilan argumentasi (Studi 5 & 13).

Secara keseluruhan, hasil analisis literatur ini menunjukkan bahwa Project Based Learning berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa pada berbagai bidang IPA. Efektivitasnya paling menonjol ketika PjBL diimplementasikan dengan dukungan mekanisme pedagogis yang kuat, media pembelajaran yang kontekstual, dan pendampingan guru yang memadai untuk memastikan setiap tahapan proyek berjalan sesuai sintaks model pembelajaran.

### Pembahasan

Hasil kajian literatur yang disajikan pada bagian sebelumnya menegaskan bahwa penerapan Project Based Learning (PjBL) secara konsisten berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan proses sains (KPS) pada berbagai konteks pembelajaran IPA. Peningkatan ini dapat dijelaskan melalui karakteristik PjBL yang berpusat pada peserta didik dan berbasis pada proses inkuiri, kolaborasi, serta penyelesaian masalah nyata. Struktur sintaks PjBL yang melibatkan tahapan

penentuan pertanyaan pemantik, perancangan proyek, pelaksanaan investigasi, penyusunan produk, dan presentasi hasil memungkinkan siswa untuk mengalami proses ilmiah secara utuh. Melalui tahapan tersebut, peserta didik tidak hanya memahami konsep secara konseptual, tetapi juga menginternalisasi langkah-langkah berpikir ilmiah seperti mengamati, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, serta menginterpretasi data.

Dominasi peningkatan pada dimensi observasi, perencanaan eksperimen, dan klasifikasi sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4 menunjukkan bahwa PjBL secara efektif menstimulasi keterampilan dasar ilmiah yang bersifat empiris dan investigatif. Proses pengamatan yang dilakukan dalam konteks proyek menuntut siswa untuk memperhatikan fenomena secara sistematis, sementara kegiatan perencanaan eksperimen memberi ruang bagi mereka untuk mengidentifikasi variabel, menentukan prosedur, dan memprediksi hasil. Temuan ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa

pengetahuan dibangun melalui pengalaman langsung dan refleksi terhadap hasil tindakan. Dengan demikian, PjBL menyediakan lingkungan belajar yang mendukung terjadinya *meaningful learning*, di mana keterampilan proses berkembang sebagai akibat dari keterlibatan aktif siswa dalam pemecahan masalah ilmiah yang autentik. Penelitian oleh Fadhilah et al., 2021 menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis masalah efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa, yang sejalan dengan prinsip-prinsip konstruktivisme dalam pembelajaran. Namun, perlu dicatat bahwa sementara penelitian ini mengkaji literatur tentang model *problem-based learning*, tidak ada data empiris yang disajikan untuk mendukung klaim tersebut.

Penelitian lainnya juga berfokus pada analisis keyakinan diri siswa dalam konteks pemecahan masalah matematika dan menemukan bahwa percaya diri siswa dapat mempengaruhi kemampuan mereka dalam menyelesaikan masalah, meskipun tidak secara langsung berhubungan dengan PjBL (Agustina et al., 2018). Oleh karena itu, meskipun terdapat dukungan untuk ide partisipasi aktif, relevansi antara keyakinan diri dan PjBL tidak sepenuhnya jelas dalam konteks ini. Penelitian oleh Nurmilah et al. menunjukkan bahwa pendekatan yang relevan dan realistis dalam pembelajaran dapat membantu siswa mengaitkan pengetahuan dengan pengalaman sehari-hari mereka, yang berkontribusi pada pembelajaran yang bermakna (Nurmilah et al., 2023). Namun, penelitian ini berfokus pada pembelajaran matematika, sehingga relevansinya dengan PjBL perlu dianalisis lebih lanjut. Oleh karena itu, penerapan PjBL dalam konteks pendidikan adalah langkah yang krusial dalam memfasilitasi pertumbuhan keterampilan proses ilmiah dan pemecahan masalah yang kontekstual.

Namun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan variasi efektivitas yang cukup besar antar studi, terutama yang berkaitan dengan fidelitas implementasi model. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, beberapa penelitian yang melaporkan peningkatan KPS tidak signifikan disebabkan oleh keterlaksanaan sintaks PjBL yang rendah, durasi proyek yang terbatas, serta keterbatasan monitoring guru. Kondisi ini menegaskan bahwa keberhasilan PjBL tidak hanya

bergantung pada desain pembelajaran, tetapi juga pada kualitas pelaksanaannya di lapangan. Tanpa pendampingan guru yang memadai, tahapan inkuiri seperti perumusan hipotesis atau analisis data sering kali tidak berjalan optimal. Hal ini konsisten dengan temuan Kusumaningrum dan Djukri (2016), yang mencatat bahwa keterlaksanaan sintaks hanya 72,2% mengakibatkan peningkatan KPS tidak signifikan meskipun perangkat pembelajaran telah tervalidasi baik. Dengan kata lain, *implementation fidelity* menjadi faktor kunci yang menentukan sejauh mana PjBL mampu menumbuhkan keterampilan ilmiah siswa.

Selain faktor implementasi, keberhasilan PjBL juga dipengaruhi oleh mekanisme pedagogis yang mendukung. Tabel 2 menunjukkan bahwa integrasi konteks lokal (etnosains), penggunaan media digital interaktif, validasi perangkat pembelajaran, *scaffolding* guru, dan kolaborasi kelompok merupakan elemen penting yang secara konsisten berkontribusi terhadap peningkatan KPS. Integrasi konteks lokal, misalnya, membuat kegiatan proyek lebih bermakna karena mengaitkan konsep ilmiah dengan kehidupan sehari-hari siswa. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan motivasi belajar, tetapi juga memfasilitasi keterampilan analisis dan klasifikasi melalui fenomena yang dekat dengan budaya dan lingkungan peserta didik. Sementara itu, pemanfaatan media digital seperti komik atau aplikasi *Lectora* memperkaya pengalaman belajar dengan menampilkan informasi secara visual dan interaktif, sehingga membantu siswa memahami konsep yang abstrak serta melatih keterampilan komunikasi ilmiah mereka. Hasil studi seperti yang dilakukan oleh Surayya, Anwar, dan Loka (2024) maupun Irawan, Haris, dan Hidayanti (2024) memperkuat argumentasi ini dengan menunjukkan peningkatan signifikan pada dimensi observasi, hipotesis, dan komunikasi melalui dukungan media digital.

Temuan penting lainnya adalah peran *scaffolding* guru yang terbukti menjadi determinan keberhasilan paling kuat. PjBL menuntut tingkat otonomi siswa yang tinggi, namun keberhasilan proses tersebut sangat bergantung pada kemampuan guru dalam memfasilitasi setiap tahap proyek. Guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan bimbingan konseptual, mengarahkan

eksplorasi, serta membantu siswa merefleksikan hasil kerja mereka. Studi dengan tingkat scaffolding tinggi cenderung melaporkan peningkatan signifikan dalam perencanaan eksperimen dan evaluasi, sebagaimana terlihat pada penelitian Hasanah, Sarwanto, dan Masykuri (2018). Sebaliknya, ketika guru tidak memberikan dukungan yang memadai, siswa sering kali kesulitan memahami hubungan antar variabel dan proses penarikan kesimpulan ilmiah.

Distribusi penelitian yang mayoritas berfokus pada jenjang SMA dan bidang Biologi, sebagaimana terlihat dalam Gambar 2 dan Gambar 3, menunjukkan bahwa penerapan PjBL lebih banyak dieksplorasi pada konteks di mana materi pembelajaran bersifat konkret dan dapat dihubungkan dengan kehidupan nyata. Meskipun demikian, hal ini sekaligus mengindikasikan perlunya penelitian lebih lanjut di jenjang SMP dan perguruan tinggi agar efektivitas PjBL terhadap KPS dapat dipahami secara lebih komprehensif lintas tingkat pendidikan. Topik-topik Fisika dan Kimia juga masih memiliki potensi untuk dikembangkan melalui proyek berbasis eksperimen yang melatih keterampilan pengukuran, interpretasi data, serta komunikasi hasil ilmiah.

Secara konseptual, hasil kajian ini memperkuat pandangan bahwa PjBL merupakan model pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada produk akhir, tetapi juga pada proses ilmiah yang membangun keterampilan berpikir kritis, analitis, dan reflektif. Proyek yang dirancang dengan konteks autentik memungkinkan siswa untuk menjalani seluruh tahapan metode ilmiah dalam situasi yang bermakna. Hal ini sejalan dengan tujuan pendidikan sains abad ke-21 yang menekankan pada pengembangan *scientific literacy*, di mana siswa tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga mampu menerapkan keterampilan proses dalam situasi nyata. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa PjBL memiliki potensi besar untuk menjadi strategi utama dalam pembelajaran sains yang berorientasi pada pengembangan kompetensi ilmiah.

Meskipun demikian, sejumlah keterbatasan tetap perlu diperhatikan. Sebagian besar penelitian yang ditelaah menggunakan ukuran sampel kecil dan rentang waktu implementasi yang relatif singkat, sehingga

efek jangka panjang PjBL terhadap keterampilan proses sains belum sepenuhnya dapat digeneralisasikan. Selain itu, belum adanya keseragaman instrumen pengukuran KPS antar studi menyebabkan perbandingan hasil masih bersifat deskriptif. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan instrumen KPS yang tervalidasi lintas bidang dan menerapkan desain longitudinal untuk mengamati perkembangan keterampilan ilmiah secara berkelanjutan.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil telaah literatur terhadap 14 artikel terpilih, dapat disimpulkan bahwa *Project Based Learning* (PjBL) secara konsisten memberikan dampak positif terhadap keterampilan proses sains (KPS) siswa dalam pembelajaran IPA. Mayoritas studi menunjukkan peningkatan signifikan, terutama pada dimensi observasi, klasifikasi, perencanaan eksperimen, hipotesis, dan komunikasi. Meskipun demikian, terdapat variasi besar dalam capaian peningkatan yang dipengaruhi oleh desain penelitian, fidelitas implementasi, serta dukungan media dan konteks pembelajaran. Temuan penting lainnya adalah bahwa mekanisme pedagogis tertentu berperan sebagai faktor penguat, di antaranya integrasi konteks lokal (etnosains), pemanfaatan media digital interaktif, validasi perangkat pembelajaran, peran scaffolding guru, serta kolaborasi antar siswa. Ketika mekanisme ini dijalankan secara konsisten, PjBL tidak hanya mendorong keterampilan dasar, tetapi juga KPS terpadu seperti merancang eksperimen, mengevaluasi data, dan mengkomunikasikan hasil penelitian. Dengan demikian, dapat ditegaskan bahwa PjBL merupakan strategi pembelajaran yang potensial untuk meningkatkan KPS di berbagai bidang IPA. Namun, efektivitasnya sangat ditentukan oleh kualitas implementasi, keterlibatan guru dalam memfasilitasi, serta dukungan perangkat dan media yang relevan. Untuk itu, penelitian selanjutnya disarankan memperluas kajian pada jenjang SMP dan perguruan tinggi, memperdalam dimensi KPS yang jarang disentuh seperti komunikasi ilmiah dan evaluasi, serta menggunakan desain penelitian yang lebih kuat untuk memperkuat validitas temuan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, C. A., Rahayuningsih, S., & Ngatiman, N. (2018). Analisis Keyakinan Diri (Self Efficacy) Siswa SMA Dalam Memecahkan Masalah Matematika Ditinjau Dari Perbedaan Gender. *Majamath Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*. <https://doi.org/10.36815/majamath.v1i2.292>
- Aliftika, O., Purwanto, P., & Utari, S. (2019). Profil Keterampilan Abad 21 Siswa SMA Pada Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Materi Gerak Lurus. *Wapfi (Wahana Pendidikan Fisika)*. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v4i2.20178>
- Amala, I. A., Sutarto, S., Aristya Putra, P. D., & Indrawati, I. (2023). Analysis of Scientific Literacy Ability Junior High School Students in Science Learning on Environmental Pollution. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.1816>
- Dori, Y. J., Avargil, S., Kohen, Z., & Saar, L. (2018). Context-Based Learning and Metacognitive Prompts for Enhancing Scientific Text Comprehension. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470351>
- Fadhilah, K., Roshayanti, F., & Purnamasari, V. (2021). Profile of Thematic Learning Viewed From STEAM in the 2013 Curriculum for Grade IV Elementary School. In *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*. <https://doi.org/10.23887/jisd.v5i2.26830>
- Fadhilla, S. A. (2022). Memahami Peran Guru Pada Abad 21 Serta Tantangan Pembelajaran. <https://doi.org/10.31237/osf.io/8ct9y>
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar Dengan Model Pembelajaran Abad 21 Dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif Jurnal Ilmu Pendidikan*. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2589>
- Jufrida, J., Basuki, F. R., Kurniawan, W., Pangestu, M. D., & Fitaloka, O. (2019). Scientific Literacy and Science Learning Achievement at Junior High School. *International Journal of Evaluation and Research in Education (Ijere)*. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i4.20312>
- Nofiana, M. (2017). Profil Kemampuan Literasi Sains Siswa SMP Di Kota Purwokerto Ditinjau Dari Aspek Konten, Proses, Dan Konteks Sains. *JSSH (Jurnal Sains Sosial Dan Humaniora)*. <https://doi.org/10.30595/jssh.v1i2.1682>
- Nurmilah, A. S., Karlimah, K., & Rahmat, C. (2023). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Sekolah Dasar Dengan Pendekatan Matematika Realistik. *Jiip - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i8.2661>
- Polat, D., Gödek, Y., & Kaya, V. H. (2021). Students' Views and Estimation Levels Concerning Their Self-Achievements Based on Learning Diaries: A Case Study of the Human Anatomy Course. *Eurasian Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.14689/ejer.2021.94.10>
- Rahayu, R., & Ismawati, R. (2022). Efektifitas Online Project Based Learning Berbasis Ethnosains Pada Pembelajaran IPA Terhadap Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Selama Pandemi. In *Jurnal Pendidikan Mipa*. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.738>
- Safitri, N. (2022). The STEAM Approach to Improve 21st Century Skills in Elementary Schools. *Kalam Cendekia Jurnal Ilmiah Kependidikan*. <https://doi.org/10.20961/jkc.v10i2.65493>
- Shohib, Moh., Rahayu, Y. S., Wasis, W., & Hariyono, E. (2021). Scientific Literacy Ability of Junior High School Students on Static Electricity and Electricity in Living Things. *Ijorer International Journal of Recent Educational Research*. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v2i6.170>
- Wulandah, S., Hufad, A., & Sulistiono, E. (2023). Urgensi Kurikulum Merdeka Dalam Pembelajaran Sosiologi Pada Pendidikan Abad 21. *Jurnal Sosialisasi Jurnal Hasil Pemikiran Penelitian Dan*

*Pengembangan Keilmuan Sosiologi  
Pendidikan.*

<https://doi.org/10.26858/sosialisasi.v1i1.41771>