



Murhum : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini

e-ISSN: 2723-6390, hal. 2400-2415

Vol. 7, No. 1, Juli 2026

DOI: 10.37985/murhum.v7i1.2279

Analisis Keterampilan Saintifik Generasi Alpha dalam Pembelajaran IPA Berbasis Pengalaman Ilmiah di Sekolah Dasar

Iffa Rohana Agustin¹, Wahono Widodo², dan Farida Istianah³

^{1,2,3} Pendidikan Anak Usia Dini, Universitas Negeri Surabaya

ABSTRAK. Pembelajaran IPA di sekolah dasar memiliki peran penting dalam membentuk kemampuan berpikir ilmiah peserta didik sejak usia dini. Keterampilan proses sains (KPS) menjadi komponen utama karena siswa tidak hanya dituntut memahami konsep, tetapi juga mampu melakukan proses ilmiah secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil keterampilan proses sains siswa Generasi Alpha sebagai studi pendahuluan di Kecamatan Rungkut, Surabaya. Penelitian menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan desain *sequential explanatory* yang diawali dengan pengumpulan data kuantitatif melalui tes, kemudian dilanjutkan dengan data kualitatif melalui wawancara guru. Subjek penelitian berjumlah 81 siswa kelas V dari tiga sekolah dasar negeri, yaitu X, Y, dan Z. Instrumen penelitian mengacu pada indikator keterampilan proses sains meliputi mengamati, mengelompokkan, mengukur, memprediksi, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa berada pada kategori sedang dengan kecenderungan lebih tinggi pada indikator mengamati dan mengelompokkan, serta lebih rendah pada indikator menyimpulkan dan mengkomunikasikan. Temuan ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains belum berkembang secara optimal, khususnya pada keterampilan tingkat lebih kompleks. Penelitian ini memberikan gambaran awal kondisi keterampilan proses sains siswa Generasi Alpha serta menjadi dasar bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan pembelajaran IPA yang lebih efektif dan kontekstual.

Kata Kunci : Keterampilan Proses Sains; Generasi Alpha; Pembelajaran IPA

ABSTRACT. Science learning in elementary schools plays a crucial role in developing students' scientific thinking skills from an early age. Science process skills (SPS) are a key component, as students are not only required to understand concepts but also to be able to directly carry out scientific processes. This study aims to analyze the profile of Generation Alpha students' science process skills as a preliminary study in Rungkut District, Surabaya. The study used a *mixed methods* approach with a *sequential explanatory* design, beginning with quantitative data collection through tests and then continuing with qualitative data through teacher interviews. The subjects were 81 fifth-grade students from three public elementary schools, namely X, Y, and Z. The research instrument referred to indicators of science process skills, including observing, grouping, measuring, predicting, concluding, and communicating. The results showed that students' science process skills were in the moderate category, with a tendency to be higher in the observing and grouping indicators and lower in the concluding and communicating indicators. These findings indicate that science process skills have not developed optimally, especially at more complex levels. This study provides an initial overview of the state of Generation Alpha students' science process skills and serves as a basis for further research in developing more effective and contextual science learning.

Keyword : Science Process Skills; Generation Alpha; Science Learning

Copyright (c) 2026 Iffa Rohana Agustin dkk.

✉ Corresponding author : Iffa Rohana Agustin

Email Address : zaraniar0@gmail.com

Received 18 Mei 2026, Accepted 18 Juni 2026, Published 18 Juni 2026

PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA di sekolah dasar memiliki peran penting dalam membentuk kemampuan berpikir ilmiah peserta didik sejak usia dini. Guru tidak hanya menyampaikan konsep, tetapi juga membimbing siswa untuk memahami bagaimana pengetahuan ilmiah diperoleh melalui proses yang sistematis dan berbasis bukti. Keterampilan proses sains (KPS) menjadi komponen utama dalam pembelajaran IPA karena mencakup kemampuan yang digunakan siswa untuk memahami fenomena alam secara ilmiah. Siswa tidak hanya dituntut untuk mengetahui fakta, tetapi juga mampu melakukan proses ilmiah secara langsung dalam kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, pembelajaran IPA perlu dirancang agar memberikan pengalaman belajar yang memungkinkan siswa mengembangkan keterampilan proses sains secara optimal [1].

Konsep keterampilan proses sains pada awalnya dipahami sebagai keterampilan dasar yang berkaitan dengan aktivitas ilmiah sederhana yang dapat diamati secara langsung. Pendekatan klasik menempatkan KPS sebagai kemampuan prosedural seperti mengamati, mengumpulkan data dan menarik kesimpulan. Namun, dalam perkembangan pendidikan modern, keterampilan proses sains tidak hanya dipandang sebagai aktivitas praktikum, tetapi juga sebagai bagian dari proses berpikir ilmiah yang melibatkan penalaran, komunikasi, dan refleksi. Pembelajaran IPA saat ini menekankan pentingnya keterlibatan aktif siswa dalam proses inkuiri agar mereka dapat membangun pengetahuan secara mandiri. Pendekatan ini mendorong siswa untuk tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memahami bagaimana konsep tersebut diperoleh [2].

Dalam konteks sekolah dasar, keterampilan proses sains dapat diidentifikasi melalui indikator-indikator yang konkret dan sesuai dengan tahap perkembangan siswa. Keterampilan proses sains meliputi beberapa kemampuan utama, yaitu mengamati, mengelompokkan, mengukur, memprediksi, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan. Mengamati berkaitan dengan kemampuan siswa dalam menggunakan indera untuk mengenali objek atau fenomena [3]. Mengelompokkan berkaitan dengan kemampuan mengklasifikasi berdasarkan kesamaan dan perbedaan. Mengukur menunjukkan kemampuan menggunakan alat atau satuan tertentu untuk memperoleh data. Memprediksi berkaitan dengan kemampuan memperkirakan kejadian berdasarkan pola atau data yang ada. Menyimpulkan menunjukkan kemampuan menarik makna dari hasil pengamatan, sedangkan mengkomunikasikan berkaitan dengan kemampuan menyampaikan hasil secara lisan maupun tulisan. Indikator-indikator ini menjadi dasar penting dalam mengukur keterampilan proses sains siswa sekolah dasar secara lebih kontekstual dan operasional [3].

Perkembangan keterampilan proses sains pada siswa sekolah dasar tidak terlepas dari aspek perkembangan kognitif. Siswa pada usia sekolah dasar berada pada tahap operasional konkret, sehingga mereka lebih mudah memahami konsep melalui pengalaman langsung dibandingkan dengan penjelasan abstrak. Pembelajaran IPA perlu dirancang dengan melibatkan aktivitas eksplorasi dan eksperimen sederhana agar sesuai dengan karakteristik perkembangan siswa. Pendekatan konstruktivisme juga menekankan bahwa siswa membangun pengetahuannya sendiri melalui interaksi

dengan lingkungan belajar. Guru memiliki peran penting dalam memfasilitasi pengalaman belajar yang memungkinkan siswa mengembangkan pemahaman secara aktif dan bermakna [4],[5].

Karakteristik peserta didik saat ini yang termasuk dalam Generasi Alpha khususnya siswa usia kelas V. Hal demikian juga memberikan pengaruh terhadap proses pembelajaran IPA. Generasi ini tumbuh dalam lingkungan digital sehingga memiliki kecenderungan belajar yang berbeda dibandingkan generasi sebelumnya. Siswa lebih tertarik pada pembelajaran yang bersifat visual, interaktif, dan berbasis teknologi. Kondisi ini menuntut guru untuk mampu menyesuaikan strategi pembelajaran agar sesuai dengan karakteristik siswa. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat membantu meningkatkan keterlibatan siswa serta mempermudah pemahaman konsep yang bersifat abstrak. Namun, penggunaan teknologi tetap perlu dikombinasikan dengan aktivitas langsung agar keterampilan proses sains tetap berkembang secara optimal [6].

Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) menunjukkan bahwa kemampuan literasi, numerasi, serta keterampilan berpikir ilmiah siswa Indonesia masih menghadapi tantangan yang cukup besar, sehingga integrasi teknologi digital dalam pembelajaran menjadi salah satu strategi penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains. Berdasarkan hasil PISA 2022, Indonesia memang mengalami kenaikan peringkat sekitar 5–6 posisi dibandingkan tahun 2018, namun secara skor masih mengalami penurunan pada aspek literasi membaca, matematika, dan sains akibat dampak learning loss pascapandemi. Skor literasi sains Indonesia turun dari 379 pada tahun 2018 menjadi 366 pada tahun 2022. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam memahami konsep sains, menganalisis fenomena, dan menerapkan pengetahuan ilmiah masih perlu ditingkatkan melalui pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif dan interaktif [7].

Di sisi lain, data Rapor Pendidikan 2022–2024 menunjukkan adanya peningkatan capaian kompetensi minimum literasi dan numerasi siswa di Indonesia. Berdasarkan data Kemendikdasmen, proporsi siswa yang mencapai kompetensi minimum literasi meningkat dari 59,49% pada tahun 2022 menjadi 70,03% pada tahun 2024. Sementara itu, kompetensi minimum numerasi meningkat dari 45,24% pada tahun 2022 menjadi 67,94% pada tahun 2024. Selain itu, pada jenjang SD/MI tahun 2024, capaian kompetensi minimum literasi mencapai 71,76% dan numerasi mencapai 69,51%. Data tersebut menunjukkan bahwa transformasi pembelajaran dan penggunaan teknologi pendidikan mulai memberikan dampak positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran di sekolah. Namun demikian, peningkatan tersebut masih perlu dioptimalkan agar kemampuan berpikir ilmiah dan keterampilan proses sains siswa dapat berkembang secara lebih maksimal [8].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital, seperti simulasi virtual, laboratorium digital, dan aplikasi pembelajaran interaktif, dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam melakukan pengamatan, pengumpulan data, analisis, serta penarikan kesimpulan secara ilmiah. Penggunaan teknologi yang tidak terarah berpotensi mengurangi pengalaman belajar langsung yang

menjadi karakteristik penting dalam pembelajaran IPA [9]. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada pengaruh penggunaan teknologi digital terhadap hasil belajar atau keterampilan proses sains secara umum, penelitian ini menitikberatkan pada analisis implementasi teknologi digital dalam pembelajaran IPA serta keterkaitannya dengan pengembangan keterampilan proses sains siswa pada konteks dan karakteristik pembelajaran yang diteliti, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris yang lebih spesifik terhadap pengembangan pembelajaran IPA berbasis teknologi.

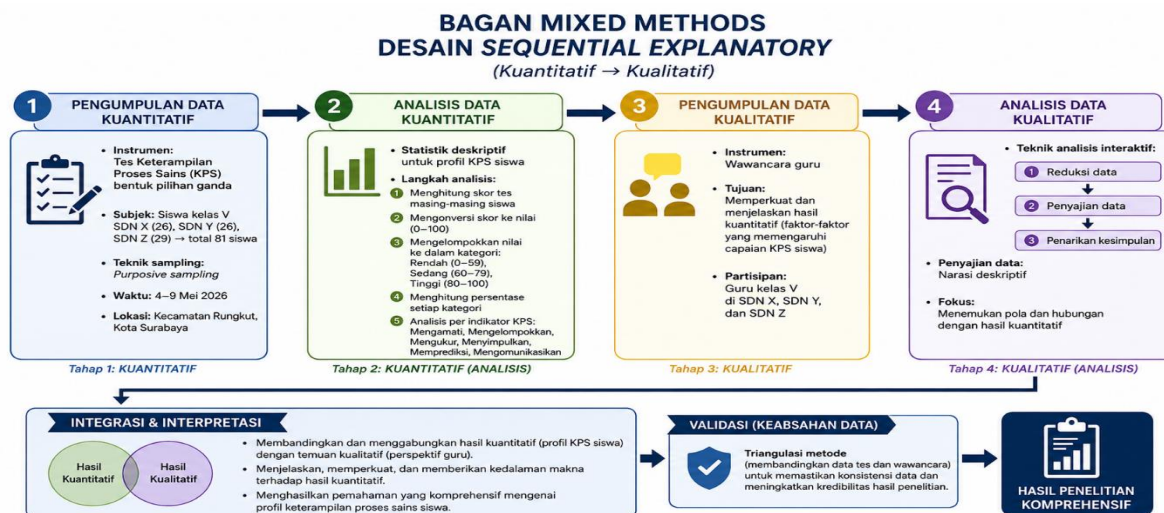
Pengukuran keterampilan proses sains memerlukan instrumen yang valid dan reliabel agar hasil yang diperoleh dapat menggambarkan kemampuan siswa secara akurat. Pengukuran tidak hanya dilakukan melalui tes tertulis, tetapi juga melalui wawancara terstruktur pada guru. Instrumen yang dikembangkan harus mengacu pada indikator keterampilan proses sains yang jelas agar dapat mengukur kemampuan siswa secara komprehensif. Dengan menggunakan indikator seperti yang dikemukakan oleh Borja & Panoy, pengukuran keterampilan proses sains dapat dilakukan secara lebih sistematis dan sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar [10],[11].

Berdasarkan uraian tersebut, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait keterampilan proses sains pada Generasi Alpha, khususnya dalam konteks lokal. Kesenjangan tersebut diperkuat oleh hasil observasi awal dan wawancara dengan beberapa guru sekolah dasar di Kecamatan Rungkut Surabaya yang menunjukkan bahwa keterampilan saintifik siswa belum berkembang secara optimal pada seluruh aspek keterampilan proses sains. Guru mengungkapkan bahwa sebagian siswa telah terbiasa menggunakan teknologi digital dalam kehidupan sehari-hari, namun masih mengalami kesulitan ketika diminta melakukan pengamatan secara sistematis, mengajukan pertanyaan ilmiah, menginterpretasikan data hasil pengamatan, serta mengomunikasikan hasil temuan secara logis.

Hasil observasi pembelajaran juga menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran IPA masih didominasi oleh penyampaian materi dan penggunaan sumber belajar yang terbatas sehingga kesempatan siswa untuk memperoleh pengalaman ilmiah secara langsung belum maksimal. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya kebutuhan untuk mengidentifikasi secara lebih mendalam profil keterampilan saintifik siswa Generasi Alpha dalam pembelajaran IPA. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai keterampilan saintifik Generasi Alpha dalam pembelajaran IPA berbasis pengalaman ilmiah di sekolah dasar se-Kecamatan Rungkut Surabaya.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan desain *sequential explanatory*, yaitu penelitian yang diawali dengan pengumpulan dan analisis data kuantitatif, kemudian dilanjutkan dengan data kualitatif untuk memperkuat dan menjelaskan hasil yang diperoleh.



Gambar 1. Desain Sequential Explanatory

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, dengan melibatkan tiga sekolah dasar negeri sebagai lokasi penelitian, yaitu X, Y, dan Z. Subjek penelitian adalah siswa kelas V dari masing-masing sekolah, dengan jumlah 26 siswa di X, 26 siswa di Y, dan 29 siswa di Z, sehingga total keseluruhan subjek penelitian berjumlah 81 siswa. Penelitian dilakukan pada tanggal 4 hingga 9 Mei 2026. Pemilihan subjek dilakukan dengan teknik purposive sampling, yaitu dengan mempertimbangkan kesesuaian karakteristik siswa sebagai bagian dari Generasi Alpha serta keterwakilan konteks sekolah di wilayah penelitian.

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap sesuai dengan pendekatan mixed methods dengan desain sequential explanatory. Tahap pertama dilakukan analisis data kuantitatif yang diperoleh melalui tes keterampilan proses sains (KPS) siswa. Tes didesain bentuk tes pilihan ganda dengan mengacu pada indikator keterampilan proses sains [3], sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Sebelum digunakan, tes divalidasi oleh ahli untuk menentukan bahwa tes telah memenuhi kelayakan, baik secara isi maupun konstruktif.

Tabel 1. Deskripsi setiap aspek keterampilan proses

Indikator	Sub-Indikator / Kemampuan yang Diukur
Mengamati (Observing)	Menggunakan panca indra (penglihatan, pendengaran, peraba, perasa, dan penciuman) secara aktif untuk mengumpulkan informasi tentang objek atau peristiwa.
Mengelompokkan (Classifying)	Menyusun objek atau peristiwa ke dalam kategori berdasarkan karakteristik, persamaan, atau perbedaan yang teridentifikasi.
Mengukur (Measuring)	Menggunakan instrumen atau alat ukur (baik standar maupun non-standar) untuk mengumpulkan data kuantitatif, seperti panjang, massa, waktu, atau suhu.
Menyimpulkan (Inferring)	Membuat penjelasan logis atau interpretasi berdasarkan data atau observasi yang telah dikumpulkan. Berbeda dengan observasi, inferensi melibatkan pemikiran tentang <i>mengapa</i> sesuatu terjadi.
Memprediksi (Predicting)	Menyatakan hasil yang mungkin terjadi di masa depan berdasarkan pola data yang ada atau pengalaman sebelumnya.
Mengomunikasikan (Communicating)	Menyampaikan hasil pengamatan atau data kepada orang lain melalui berbagai bentuk, seperti grafik, diagram, tabel, laporan tertulis, atau presentasi lisan.

Tahap kedua dilakukan analisis data kualitatif yang diperoleh melalui wawancara guru untuk memperkuat dan menjelaskan hasil kuantitatif. Analisis data kuantitatif

dilakukan menggunakan statistik deskriptif untuk mengetahui profil keterampilan proses sains siswa. Data hasil tes diolah dengan menghitung skor masing-masing siswa, kemudian dikonversi ke dalam bentuk nilai persentase. Perhitungan nilai dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Rumus tersebut digunakan untuk mengubah skor mentah menjadi nilai dalam skala 0–100 sehingga memudahkan dalam proses interpretasi. Setelah nilai diperoleh, langkah selanjutnya adalah mengelompokkan nilai tersebut ke dalam kategori tingkat keterampilan proses sains. Pengelompokan kategori nilai dalam penelitian ini mengacu pada kriteria penilaian yang umum digunakan dalam penelitian pendidikan, yaitu kategori rendah, sedang, dan tinggi. Kriteria tersebut digunakan untuk memberikan interpretasi yang lebih jelas terhadap tingkat kemampuan siswa. Berikut adalah tabel kategori nilai keterampilan proses sains:

Tabel 2. Kategori nilai keterampilan proses sains

No	Rentang Nilai	Kategori
1	0 - 59	Rendah
2	60 - 79	Sedang
3	80 - 100	Tinggi

Setelah pengelompokan kategori dilakukan, peneliti menghitung jumlah siswa pada masing-masing kategori, kemudian mengubahnya ke dalam bentuk persentase. Perhitungan persentase dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah siswa pada kategori tertentu}}{\text{Jumlah seluruh siswa}} \times 100$$

Hasil perhitungan persentase digunakan untuk melihat distribusi tingkat keterampilan proses sains siswa secara keseluruhan. Selain itu, analisis juga dilakukan pada setiap indikator keterampilan proses sains, yaitu mengamati, mengelompokkan, mengukur, memprediksi, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan. Analisis per indikator dilakukan untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan siswa pada masing-masing aspek keterampilan. Data kualitatif yang selanjutnya diperoleh melalui wawancara guru dianalisis menggunakan teknik analisis interaktif yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Proses reduksi data dilakukan dengan memilih dan menyederhanakan informasi yang relevan dengan fokus penelitian. Penyajian data dilakukan dalam bentuk narasi deskriptif untuk memudahkan pemahaman. Selanjutnya, penarikan kesimpulan dilakukan dengan mengidentifikasi pola dan hubungan antara hasil wawancara dengan data kuantitatif

Untuk menjaga keabsahan data, penelitian ini menggunakan teknik triangulasi metode, yaitu dengan membandingkan data hasil tes dan wawancara. Triangulasi dilakukan untuk memastikan konsistensi data serta meningkatkan kredibilitas hasil penelitian. Dengan demikian, analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai profil keterampilan proses sains siswa Generasi Alpha di Kecamatan Rungkut Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data tes keterampilan proses sains terhadap 81 siswa kelas V dari tiga sekolah dasar di Kecamatan Rungkut, Surabaya, diperoleh gambaran umum bahwa tingkat keterampilan proses sains siswa berada pada kategori Hal ini ditunjukkan oleh dominasi persentase siswa pada rentang nilai 60–79 di setiap sekolah. Secara rinci, distribusi kategori keterampilan proses sains pada masing-masing sekolah disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3. Kategori Keterampilan Proses Sains Siswa X

No	Kategori	Persentase
1	Rendah	38,50%
2	Sedang	50,00%
3	Tinggi	11,50%

Berdasarkan Tabel 3, keterampilan proses sains siswa di X didominasi oleh kategori sedang sebesar 50,00%. Namun demikian, persentase kategori rendah masih tergolong tinggi yaitu 38,50%, sedangkan kategori tinggi hanya mencapai 11,50%. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah memiliki kemampuan dasar keterampilan proses sains, tetapi masih terdapat proporsi signifikan siswa yang belum mencapai kompetensi minimal secara optimal.

Tabel 4. Kategori Keterampilan Proses Sains Siswa Y

No	Kategori	Persentase
1	Rendah	19,20%
2	Sedang	57,70%
3	Tinggi	23,10%

Selanjutnya pada Tabel 4, siswa di Y menunjukkan capaian yang relatif lebih baik dibandingkan sekolah lainnya. Kategori sedang mendominasi sebesar 57,70%, diikuti kategori tinggi sebesar 23,10%, dan kategori rendah sebesar 19,20%. Distribusi ini mengindikasikan bahwa sebagian siswa telah mulai mencapai tingkat keterampilan yang lebih tinggi, meskipun mayoritas masih berada pada level sedang.

Tabel 5. Kategori Keterampilan Proses Sains Siswa Z

No	Kategori	Persentase
1	Rendah	27,60%
2	Sedang	55,20%
3	Tinggi	17,30%

Pada Tabel 5, hasil di Z menunjukkan pola yang serupa, dengan kategori sedang sebagai dominan sebesar 55,20%. Kategori rendah tercatat sebesar 27,60%, sedangkan kategori tinggi sebesar 17,30%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian siswa telah mencapai tingkat keterampilan yang baik, proporsi siswa dengan kemampuan rendah masih cukup signifikan.

Apabila dibandingkan antar sekolah, terlihat bahwa seluruh sekolah memiliki kecenderungan yang sama, yaitu dominasi kategori sedang. Namun, terdapat variasi dalam distribusi kategori rendah dan tinggi. Y memiliki proporsi kategori tinggi yang paling besar dan kategori rendah yang paling kecil, sehingga dapat dikatakan memiliki capaian keterampilan proses sains yang relatif lebih baik dibandingkan dua sekolah lainnya. Sebaliknya, X menunjukkan proporsi kategori rendah tertinggi dan kategori tinggi terendah, yang mengindikasikan perlunya perhatian lebih dalam pengembangan keterampilan proses sains siswa.

Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori sedang (60–79), yang berarti siswa telah memiliki kemampuan dasar keterampilan proses sains, namun belum berkembang secara optimal. Sementara itu, masih terdapat siswa pada kategori rendah (0–59) yang menunjukkan keterbatasan dalam menguasai keterampilan proses sains dasar. Di sisi lain, jumlah siswa pada kategori tinggi (80–100) relatif terbatas, yang mengindikasikan bahwa keterampilan proses sains tingkat lanjut belum berkembang secara merata. Temuan ini menegaskan bahwa keterampilan proses sains siswa Generasi Alpha di sekolah dasar masih berada pada tahap berkembang dan memerlukan penguatan, khususnya pada keterampilan yang bersifat kompleks seperti menyimpulkan dan mengkomunikasikan. Dengan kata lain, siswa sudah bisa “melihat dan mengelompokkan”, tetapi belum sepenuhnya mampu “memaknai dan menjelaskan” secara ilmiah.

Hasil Analisis Per Indikator Keterampilan Proses Sains. Analisis lebih lanjut dilakukan pada setiap indikator keterampilan proses sains, yaitu mengamati, mengelompokkan, mengukur, memprediksi, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk nilai rata-rata pada masing-masing indikator di setiap sekolah.

Tabel 6. Rata-rata Keterampilan Proses Sains Siswa X

No	Indikator	Rata-rata
1	Mengamati	2,6
2	Mengelompokkan	2,8
3	Mengukur	2,5
4	Menyimpulkan	2,7
5	Memprediksi	2,1
6	Mengomunikasikan	3,1

Berdasarkan Tabel 6, keterampilan proses sains siswa di X menunjukkan variasi capaian antar indikator. Nilai tertinggi terdapat pada indikator mengomunikasikan (3,1), sedangkan nilai terendah terdapat pada indikator memprediksi (2,1). Hal ini menunjukkan bahwa siswa relatif mampu menyampaikan hasil pengamatan, namun masih mengalami kesulitan dalam memperkirakan kejadian berdasarkan pola atau data yang ada. Indikator lainnya seperti mengamati, mengelompokkan, mengukur, dan menyimpulkan berada pada kategori sedang, yang mengindikasikan bahwa keterampilan dasar sudah cukup berkembang meskipun belum optimal.

Tabel 7. Rata-rata Keterampilan Proses Sains Siswa Y

No	Indikator	Rata-rata
1	Mengamati	2,8
2	Mengelompokkan	2,9
3	Mengukur	2,7
4	Menyimpulkan	3,1
5	Memprediksi	2,8
6	Mengomunikasikan	2,6

Selanjutnya berdasarkan pada Tabel 7, siswa di Y menunjukkan capaian yang lebih merata. Indikator menyimpulkan memiliki nilai tertinggi (3,1), yang menunjukkan bahwa siswa sudah cukup baik dalam menarik kesimpulan dari hasil pengamatan. Sementara itu, indikator mengomunikasikan memiliki nilai terendah (2,6), yang menunjukkan bahwa kemampuan menyampaikan hasil secara sistematis masih perlu ditingkatkan. Indikator lainnya seperti mengamati, mengelompokkan, mengukur, dan memprediksi berada pada kategori sedang menuju tinggi.

Tabel 8. Rata-rata Keterampilan Proses Sains Siswa Z

No	Indikator	Rata-rata
1	Mengamati	3,0
2	Mengelompokkan	3,0
3	Mengukur	2,0
4	Menyimpulkan	3,0
5	Memprediksi	3,0
6	Mengomunikasikan	3,0

Pada Tabel 8, siswa di Z menunjukkan capaian yang relatif tinggi pada hampir seluruh indikator, yaitu mengamati, mengelompokkan, menyimpulkan, memprediksi, dan mengomunikasikan yang masing-masing memiliki nilai rata-rata 3,0. Namun demikian, terdapat satu indikator yang cukup menonjol sebagai kelemahan, yaitu mengukur dengan nilai rata-rata 2,0. Hal ini menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam penggunaan alat ukur atau pemahaman satuan secara tepat.

Jika dibandingkan secara keseluruhan, terlihat bahwa: Indikator mengamati dan mengelompokkan cenderung memiliki nilai tinggi di semua sekolah, yang menunjukkan bahwa keterampilan dasar berbasis pengamatan sudah berkembang dengan baik. Indikator mengukur dan memprediksi menunjukkan variasi dan cenderung lebih rendah pada beberapa sekolah, yang mengindikasikan adanya kesulitan dalam aspek kuantitatif dan penalaran berbasis data. Indikator menyimpulkan dan mengkomunikasikan menunjukkan hasil yang tidak konsisten antar sekolah, yang menandakan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi dan komunikasi ilmiah belum berkembang secara merata.

Hasil ini menunjukkan bahwa siswa lebih unggul pada keterampilan yang bersifat konkret dan langsung, seperti mengamati dan mengelompokkan. Sebaliknya, keterampilan yang membutuhkan proses kognitif lebih kompleks, seperti memprediksi, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan, masih belum berkembang secara optimal. Dengan kata lain, siswa cukup baik dalam “melihat dan mengelompokkan”, tetapi belum sepenuhnya kuat dalam “memahami, memperkirakan, dan menjelaskan” secara ilmiah.

Hasil Analisis Kualitatif (Wawancara Guru). Hasil analisis kualitatif diperoleh melalui wawancara dengan guru kelas V dari tiga sekolah dasar, yaitu X, Y, dan Z. Wawancara ini bertujuan untuk memperkuat serta memberikan penjelasan terhadap hasil kuantitatif yang telah diperoleh sebelumnya. Secara umum, hasil wawancara menunjukkan bahwa pembelajaran IPA di sekolah dasar masih menghadapi berbagai keterbatasan dalam mengembangkan keterampilan proses sains (KPS) secara optimal. Guru cenderung masih berfokus pada penyampaian materi dibandingkan dengan eksplorasi proses ilmiah, sehingga pengalaman belajar siswa dalam melakukan proses sains secara langsung masih terbatas. Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh temuan spesifik pada masing-masing sekolah sebagai berikut.

Pada X, guru kelas V yaitu Bapak A menyatakan bahwa keterampilan proses sains sebenarnya telah mulai diintegrasikan dalam pembelajaran. Guru telah memanfaatkan laboratorium maya (virtual lab) yang tersedia di ruang GTK sebagai media untuk mendukung kegiatan pembelajaran IPA. Penggunaan laboratorium maya ini membantu siswa dalam melakukan pengamatan dan simulasi ilmiah secara digital. Namun demikian, keterbatasan alat peraga ilmiah secara fisik di sekolah menjadi kendala

utama. Hal ini menyebabkan pengalaman belajar siswa masih kurang optimal dalam melakukan kegiatan eksperimen secara langsung.

Pada Y, guru kelas V yaitu Ibu B mengungkapkan bahwa pemahaman terhadap konsep keterampilan proses sains masih belum sepenuhnya mendalam. Kondisi ini berdampak pada belum maksimalnya pengintegrasian KPS dalam pembelajaran IPA. Meskipun demikian, guru telah berupaya menggunakan media pembelajaran berupa simulasi sederhana untuk membantu siswa memahami konsep. Penggunaan media ini menunjukkan adanya upaya inovasi dalam pembelajaran, namun belum sepenuhnya terarah pada pengembangan seluruh indikator keterampilan proses sains secara sistematis.

Pada Z, guru kelas V yaitu Ibu C menyatakan bahwa keterampilan proses sains telah diterapkan dalam pembelajaran IPA. Guru telah berupaya melibatkan siswa dalam aktivitas yang mengarah pada proses ilmiah, seperti pengamatan dan diskusi. Namun, kendala utama yang dihadapi adalah keterbatasan waktu pembelajaran serta kurangnya alat peraga yang memadai. Kondisi ini menyebabkan pelaksanaan kegiatan berbasis proses sains belum dapat dilakukan secara optimal dan berkelanjutan.

Hasil wawancara menunjukkan beberapa pola utama. Pertama, implementasi keterampilan proses sains sudah mulai dilakukan, namun belum merata dan belum optimal di semua sekolah. Kedua, keterbatasan fasilitas seperti alat peraga dan media praktikum menjadi hambatan utama dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis proses ilmiah. Ketiga, pemahaman guru terhadap konsep keterampilan proses sains juga memengaruhi kualitas implementasi di kelas. Keempat, keterbatasan waktu pembelajaran menyebabkan aktivitas eksplorasi dan eksperimen seringkali tidak dapat dilakukan secara maksimal.

Temuan ini sejalan dengan hasil kuantitatif yang menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa masih berada pada kategori sedang. Keterampilan dasar seperti mengamati dan mengelompokkan cenderung lebih berkembang karena lebih mudah diintegrasikan dalam pembelajaran, sedangkan keterampilan yang lebih kompleks seperti memprediksi, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan masih relatif rendah karena memerlukan strategi pembelajaran yang lebih terstruktur dan berbasis praktik. Dengan demikian, hasil analisis kualitatif menegaskan bahwa capaian keterampilan proses sains siswa tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan individu siswa, tetapi juga sangat bergantung pada kesiapan guru, ketersediaan fasilitas, serta desain pembelajaran yang diterapkan di kelas. Jadi, masalahnya bukan siswa yang "kurang", tetapi ekosistem pembelajarannya yang belum sepenuhnya mendukung.

Integrasi Hasil Kuantitatif dan Kualitatif. Hasil analisis kuantitatif dan kualitatif dalam penelitian ini menunjukkan adanya keterkaitan yang saling menguatkan. Data kuantitatif menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa berada pada kategori sedang dengan variasi capaian pada setiap indikator. Sementara itu, data kualitatif memberikan penjelasan mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kondisi tersebut dalam praktik pembelajaran di kelas.

Pada X, data kuantitatif menunjukkan bahwa siswa memiliki kelemahan pada indikator memprediksi, namun memiliki capaian yang relatif baik pada indikator

mengomunikasikan. Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru telah mengintegrasikan keterampilan proses sains melalui penggunaan laboratorium maya. Namun, keterbatasan alat peraga fisik menyebabkan kegiatan eksperimen langsung belum dapat dilaksanakan secara optimal. Kondisi ini memengaruhi perkembangan keterampilan yang membutuhkan pengalaman empiris secara langsung.

Pada Y, data kuantitatif menunjukkan bahwa capaian siswa relatif merata pada seluruh indikator, meskipun masih berada pada kategori sedang. Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru belum memiliki pemahaman yang mendalam mengenai keterampilan proses sains. Guru telah menggunakan media simulasi sederhana dalam pembelajaran, namun pengintegrasian keterampilan proses sains belum dilakukan secara sistematis. Hal ini menyebabkan pengembangan keterampilan siswa belum maksimal pada setiap indikator.

Pada Z, data kuantitatif menunjukkan bahwa sebagian besar indikator memiliki capaian yang tinggi, kecuali pada indikator mengukur yang masih rendah. Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru telah menerapkan keterampilan proses sains dalam pembelajaran. Namun, keterbatasan waktu dan alat peraga menjadi kendala utama dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran. Kondisi ini menyebabkan beberapa keterampilan, khususnya yang berkaitan dengan pengukuran, belum berkembang secara optimal.

Berdasarkan integrasi kedua jenis data tersebut, dapat dirumuskan beberapa temuan utama sebagai berikut: 1). Pelaksanaan pembelajaran IPA telah mengarah pada penerapan keterampilan proses sains, namun belum dilakukan secara merata dan terstruktur. Setiap sekolah menunjukkan tingkat implementasi yang berbeda, yang dipengaruhi oleh pemahaman guru dan dukungan fasilitas pembelajaran. 2). Keterampilan dasar siswa berkembang lebih baik dibandingkan keterampilan yang bersifat analitis dan berbasis pengalaman langsung. Siswa menunjukkan capaian yang lebih baik pada indikator mengamati dan mengelompokkan, sedangkan indikator seperti memprediksi dan mengukur masih memerlukan penguatan. 3). Faktor utama yang memengaruhi keterampilan proses sains meliputi pemahaman guru, ketersediaan media dan alat peraga, serta alokasi waktu pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran seperti simulasi dan laboratorium maya memberikan kontribusi positif, namun belum sepenuhnya menggantikan kebutuhan akan pengalaman praktikum secara langsung.

Hasil integrasi ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang lebih sistematis dalam merancang pembelajaran IPA yang mampu mengintegrasikan keterampilan proses sains secara optimal, baik melalui penguatan kompetensi guru maupun penyediaan fasilitas pembelajaran yang memadai.

Dominasi capaian keterampilan proses sains pada kategori sedang menunjukkan bahwa peserta didik Generasi Alpha di Kecamatan Rungkut Surabaya telah memiliki fondasi berpikir ilmiah dasar, tetapi penguasaan keterampilan saintifik tingkat lanjut masih memerlukan penguatan yang sistematis. Karakteristik Generasi Alpha yang sangat dekat dengan teknologi digital ternyata belum secara otomatis berbanding lurus

dengan kemampuan berpikir ilmiah yang mendalam, terutama pada aspek penalaran, interpretasi data, serta pengambilan kesimpulan berbasis bukti empiris. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa paparan teknologi hanya akan berdampak optimal apabila diintegrasikan dengan strategi pembelajaran IPA yang berorientasi pada eksplorasi ilmiah dan pengalaman praktikum langsung di kelas. Temuan penelitian ini memiliki keterkaitan dengan penelitian menurut Angelia yang menjelaskan bahwa keterampilan proses sains berkembang lebih baik ketika siswa terlibat aktif dalam penyelidikan, pengamatan, serta pembuktian ilmiah secara langsung [12]. Kajian lain memperlihatkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri mampu meningkatkan kemampuan saintifik siswa secara signifikan karena siswa tidak hanya menerima konsep, melainkan membangun pemahaman melalui pengalaman belajar ilmiah [13]. Fenomena dominasi kategori sedang juga mengindikasikan bahwa implementasi Kurikulum Merdeka pada konteks pembelajaran IPA belum sepenuhnya berhasil mendorong transformasi pembelajaran dari teacher centered menuju student centered secara konsisten di seluruh sekolah dasar. Realitas pembelajaran IPA di sekolah dasar masih memperlihatkan kecenderungan guru untuk menekankan penyelesaian materi akademik dibandingkan pemberian pengalaman investigatif yang dapat menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah siswa secara komprehensif.

Karakter pembelajaran yang masih terlalu berorientasi pada pencapaian hasil akhir serta penguasaan materi secara kognitif menyebabkan peserta didik lebih terbiasa menghafal konsep, definisi, rumus, dan informasi yang disampaikan guru dibandingkan terlibat secara aktif dalam proses ilmiah yang sesungguhnya. Kondisi tersebut terlihat dari rendahnya keterlibatan peserta didik dalam kegiatan mengamati fenomena secara sistematis, merumuskan pertanyaan, menyusun hipotesis, melakukan percobaan, mengumpulkan data, menginterpretasikan hasil pengamatan, serta mengembangkan argumentasi ilmiah berdasarkan bukti empiris. Menurut teori konstruktivisme, pengetahuan tidak diperoleh melalui proses menerima informasi secara pasif, melainkan dibangun melalui pengalaman langsung dan interaksi individu dengan lingkungan belajar [14],[15]. Perspektif tersebut menegaskan bahwa pembelajaran IPA seharusnya memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan penyelidikan ilmiah sehingga konsep yang dipelajari dapat dipahami secara lebih mendalam dan bermakna.

Kecenderungan tingginya capaian pada indikator mengamati dan mengelompokkan menunjukkan bahwa peserta didik sekolah dasar lebih mudah menguasai keterampilan saintifik yang bersifat konkret, visual, serta berhubungan langsung dengan objek nyata di lingkungan sekitar. Karakteristik perkembangan kognitif siswa sekolah dasar yang masih berada pada tahap operasional konkret menyebabkan kemampuan observasi dan klasifikasi lebih cepat berkembang dibandingkan kemampuan abstraksi ilmiah tingkat tinggi. Kondisi tersebut selaras dengan hasil penelitian yang menjelaskan bahwa siswa usia sekolah dasar lebih efektif belajar melalui pengalaman langsung, pengamatan nyata, dan aktivitas eksploratif yang melibatkan interaksi dengan objek konkret [16]. Indikator memprediksi, mengukur, menyimpulkan, serta mengomunikasikan memerlukan proses berpikir yang lebih

kompleks karena melibatkan penalaran logis, interpretasi hubungan sebab akibat, serta kemampuan menyusun representasi ilmiah secara sistematis.

Keterbatasan siswa dalam aspek pengukuran dan prediksi memperlihatkan bahwa pembelajaran IPA masih belum optimal dalam melatih kemampuan numerik ilmiah dan analisis berbasis data empiris. Fenomena tersebut memiliki hubungan erat dengan keterbatasan aktivitas praktikum yang menyebabkan siswa kurang memperoleh pengalaman dalam menggunakan alat ukur, membaca data eksperimen, serta memahami hubungan antarvariabel ilmiah secara langsung. Keterampilan proses sains memiliki kontribusi signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa karena proses saintifik mendorong siswa melakukan analisis, evaluasi, dan penarikan keputusan berdasarkan bukti [17].

Pemanfaatan laboratorium maya dan media simulasi digital menunjukkan adanya adaptasi pembelajaran terhadap karakteristik Generasi Alpha yang tumbuh dalam lingkungan digital serta memiliki kecenderungan belajar melalui representasi visual, interaktif, dan multimodal. Teori digital learning menjelaskan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran dapat memperluas kesempatan peserta didik untuk melakukan eksplorasi konsep secara lebih fleksibel, menarik, dan kontekstual. Penggunaan laboratorium maya juga memungkinkan peserta didik melakukan simulasi eksperimen yang sulit dilaksanakan secara langsung akibat keterbatasan waktu, biaya, maupun sarana pembelajaran. Kondisi tersebut sejalan dengan berbagai penelitian yang menjelaskan bahwa penggunaan media digital dapat meningkatkan keterampilan proses sains apabila digunakan secara terintegrasi dengan aktivitas eksplorasi ilmiah yang terarah, reflektif, dan berpusat pada peserta didik [18].

Penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran IPA terbukti mampu membantu siswa memahami konsep abstrak melalui simulasi visual yang lebih konkret dan menarik bagi karakter belajar Generasi Alpha. Keterbatasan alat peraga fisik dan minimnya praktikum langsung tetap menjadi hambatan utama karena keterampilan proses sains pada hakikatnya berkembang melalui pengalaman empiris yang melibatkan aktivitas manipulatif secara nyata. Pemanfaatan media digital tanpa dukungan pengalaman eksperimen langsung berpotensi menyebabkan siswa hanya memahami konsep secara visual tanpa memperoleh keterampilan investigatif yang autentik. Faktor pemahaman guru terhadap konsep keterampilan proses sains juga menjadi variabel penting karena kualitas implementasi pembelajaran saintifik sangat ditentukan oleh kemampuan guru dalam merancang aktivitas investigatif yang sistematis dan berorientasi pada proses ilmiah. Penelitian lain menjelaskan bahwa penguatan keterampilan proses sains membutuhkan perencanaan pembelajaran, instrumen evaluasi, serta aktivitas saintifik yang terstruktur agar kemampuan siswa dapat berkembang secara optimal dan terukur [19]. Realitas tersebut menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan proses sains siswa tidak dapat hanya dibebankan kepada peserta didik, melainkan membutuhkan transformasi ekosistem pembelajaran IPA secara menyeluruh melalui peningkatan kompetensi guru, penyediaan fasilitas praktikum, serta pengembangan budaya belajar ilmiah di sekolah dasar.

Integrasi hasil kuantitatif dan kualitatif memperlihatkan bahwa capaian keterampilan proses sains siswa dipengaruhi oleh hubungan kompleks antara faktor pedagogis, fasilitas pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta budaya akademik sekolah. Perbedaan capaian antar sekolah menunjukkan bahwa kualitas implementasi pembelajaran IPA berbasis proses sains memiliki hubungan erat dengan intensitas penggunaan media pembelajaran, kualitas pendampingan guru, serta konsistensi penerapan aktivitas ilmiah di kelas. Variasi capaian pada setiap indikator juga memperlihatkan bahwa pengembangan keterampilan proses sains memerlukan pendekatan pembelajaran yang tidak bersifat parsial, melainkan terintegrasi secara berkelanjutan dalam seluruh aktivitas pembelajaran IPA. Temuan penelitian ini memiliki kesesuaian dengan penelitian yang menjelaskan bahwa keterampilan proses sains berkembang lebih optimal melalui pembelajaran berbasis proyek yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan investigasi, eksperimen, serta presentasi hasil secara langsung [20].

Pembelajaran IPA yang hanya berfokus pada transfer konsep tanpa memberikan pengalaman saintifik nyata berpotensi menghasilkan siswa yang memahami teori, tetapi kurang mampu menerapkan pengetahuan secara ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran inovatif berbasis aktivitas investigatif mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan keterampilan saintifik siswa secara simultan melalui keterlibatan langsung dalam proses pemecahan masalah [21]. Keseluruhan temuan tersebut menegaskan bahwa pengembangan keterampilan proses sains Generasi Alpha di Kecamatan Rungkut Surabaya memerlukan pembelajaran IPA yang lebih eksploratif, adaptif terhadap perkembangan teknologi, berpusat pada pengalaman ilmiah siswa, serta didukung oleh kesiapan guru dan fasilitas pembelajaran yang memadai agar kompetensi saintifik siswa berkembang secara optimal dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains (KPS) siswa Generasi Alpha di sekolah dasar wilayah Kecamatan Rungkut, Surabaya secara umum berada pada kategori sedang, yang berarti siswa telah memiliki kemampuan dasar namun belum berkembang secara optimal. Sebaran kategori pada masing-masing sekolah memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori sedang, sementara kategori tinggi masih terbatas dan kategori rendah masih ditemukan dalam proporsi yang cukup signifikan. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengungkapan profil keterampilan proses sains siswa Generasi Alpha melalui pendekatan mixed methods yang mengintegrasikan pengukuran kuantitatif keterampilan proses sains dengan eksplorasi faktor pedagogis dan lingkungan belajar yang memengaruhinya. Penelitian ini juga menunjukkan adanya kecenderungan bahwa karakteristik Generasi Alpha yang dekat dengan teknologi digital belum secara otomatis berbanding lurus dengan perkembangan keterampilan proses sains tingkat tinggi, sehingga menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi perlu diimbangi dengan pengalaman ilmiah yang bersifat langsung, investigatif, dan reflektif. Integrasi hasil kuantitatif dan kualitatif

menunjukkan bahwa capaian keterampilan proses sains siswa tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan individu, tetapi juga oleh faktor lingkungan belajar dan strategi pembelajaran yang digunakan. Dengan demikian, pengembangan keterampilan proses sains memerlukan perbaikan dalam desain pembelajaran yang lebih menekankan pada aktivitas inkuiri, pengalaman langsung, dan penguatan kemampuan berpikir ilmiah. Upaya tersebut perlu didukung oleh peningkatan kompetensi guru serta penyediaan fasilitas pembelajaran yang memadai agar keterampilan proses sains siswa dapat berkembang secara lebih optimal dan berkelanjutan.

PENGHARGAAN

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian. Apresiasi diberikan kepada kepala sekolah, guru, dan peserta didik pada sekolah dasar yang menjadi lokasi penelitian atas partisipasi, kerja sama, serta keterbukaan dalam proses pengumpulan data.

REFERENSI

- [1] M. Kusuma, I. Wilujeng, dan P. Susongko, "Challenges for Middle School Science Teachers in Assessing Scientific Inquiry Skills: A Thematic Analysis," *Int. J. STEM Educ. Sustain.*, vol. 4, no. 1, hal. 97–109, Jan 2024, doi: 10.53889/ijses.v4i1.332.
- [2] K. Khairunnisa, R. Sitohang, dan N. Nurmayani, "Application of Higher Order Thinking Skills in Social Education Subject at Elementary School Teacher Education State University of Medan," in *Proceedings of the 4th International Conference on Science Education in The Industrial Revolution 4.0, ICONSEIR 2022, November 24th, 2022, Medan, Indonesia, 2023*. doi: 10.4108/eai.24-11-2022.2332578.
- [3] C. A. Borja dan J. D. F. Panoy, "Development of Self-Regulated Learning Material (SLM) for Enhancing Students' Basic Science Process Skills," *Educ. J. Sci. Math. Technol.*, vol. 10, no. 2, hal. 74–87, Des 2023, doi: 10.37134/ejsmt.vol10.2.9.20.
- [4] G. Raslan, "Critical Thinking Skills Profile of High School Students in AP Chemistry Learning," in *Chemistry Education and Sustainability in the Global Age, 2023*, hal. 79–96. doi: 10.1007/978-3-031-27462-6_8.
- [5] I. A. Libata, M. N. Ali, dan H. N. Ismail, "Fostering science process skills through constructivist-based module among form two students of different cognitive levels," *Contemp. Math. Sci. Educ.*, vol. 4, no. 1, hal. ep23005, Jan 2023, doi: 10.30935/conmaths/12747.
- [6] S. Z. M. Natsir, B. Rubini, D. Ardianto, dan N. Madjid, "Interactive Learning Multimedia: A Shortcut for Boosting Gen-Z's Digital literacy in Science Classroom," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 8, no. 5, hal. 2168–2175, Nov 2022, doi: 10.29303/jppipa.v8i5.1897.
- [7] A. Z. Alfuruqi dan N. Nurwahidah, "Reflection on Indonesia's PISA Scores and the 2024 Madrasah Teacher Competency Assessment Results: Challenges in Enhancing Teacher Competence," *J. Pendidik. IPS*, vol. 15, no. 1, hal. 11–19, Feb 2025, doi: 10.37630/jpi.v15i1.2559.
- [8] R. S. Halim, S. S. Warhdani, M. U. Genisa, dan M. M. Astriani, "Evaluasi Nilai Literasi dan Numerasi Rapor Pendidikan SMAN 1 Sirah Pulau Padang Tahun 2023 dan

- 2024," *J. Educ. Dev.*, vol. 13, no. 1, hal. 649–654, Mei 2025, doi: 10.37081/ed.v13i1.6901.
- [9] A. Fathurohman, L. A. Kurdiati, Syarifuddin, E. Susiloningsih, dan R. M. Putri, "New Technology for Teaching and Learning Science for Educators and Students as Support for the Independent Curriculum: Systematic Literature Review," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 9, no. 12, hal. 1394–1402, Des 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i12.6136.
- [10] I. Maryani, Z. K. Prasetyo, I. Wilujeng, dan S. Purwanti, "Higher-order thinking test of science for college students using multidimensional item response theory analysis," *Pegem J. Educ. Instr.*, vol. 12, no. 1, Jan 2022, doi: 10.47750/pegegog.12.01.30.
- [11] S. Yanti, "Analysis of Learning Natural Sciences through 2013 Curriculum-Based Textbooks with KTSP Patterns in Elementary Schools: Case Study at PTQ Annida Elementary School, Salatiga City.," *Sci. Educ. Appl. J.*, vol. 5, no. 1, hal. 34, Mar 2023, doi: 10.30736/seaj.v5i1.552.
- [12] Y. Angelia, S. Supeno, dan S. Suparti, "Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar dalam Pembelajaran IPA Menggunakan Model Pembelajaran Inkuiri," *J. Basicedu*, vol. 6, no. 5, hal. 8296–8303, Jul 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i5.3692.
- [13] E. Aprilia, N. Profithasari, A. Izzatika, dan F. Khairani, "Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Sekolah Dasar," *PENDASI (Jurnal Pendidik. Dasar Indones.)*, vol. 10, no. 1, 2026, doi: 10.23887/jurnal_pendas.v10i1.6901.
- [14] Hawwin Muzakki, "Teori Belajar Konstruktivisme Ki Hajar Dewantara serta Relevansinya dalam Kurikulum 2013," *Southeast Asian J. Islam. Educ. Manag.*, vol. 2, no. 2, hal. 261–282, Nov 2021, doi: 10.21154/sajiem.v2i2.64.
- [15] M. N. A. Saputro dan P. L. Pakpahan, "Mengukur Keefektifan Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran," *J. Educ. Instr.*, vol. 4, no. 1, hal. 24–39, Apr 2021, doi: 10.31539/joeai.v4i1.2151.
- [16] N. F. Aras, M. Lestari, A. Hidayat, S. Rahayu, dan A. Agus, "Pemahaman Konsep dan Keterampilan Proses Sains Melalui Inkuiri Terbimbing di Sekolah Dasar," *J. Basicedu*, vol. 5, no. 2, hal. 943–951, Mar 2021, doi: 10.31004/basicedu.v5i2.850.
- [17] A. Wiratman, A. M. Ajiegoena, dan N. Widianti, "Pembelajaran Berbasis Keterampilan Proses Sains: Bagaimana Pengaruhnya terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar?," *Pendas J. Ilm. Pendidik. Dasar*, vol. 8, no. 1, hal. 463–472, Mei 2023, doi: 10.23969/jp.v8i1.7274.
- [18] M. Maisarah dan C. Prasetya, "Pengaruh Media Digital Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Bernalar Kritis di Sekolah Dasar," *J. Basicedu*, vol. 7, no. 5, hal. 3118–3130, Nov 2023, doi: 10.31004/basicedu.v7i5.6097.
- [19] S. Aisah dan R. R. Agustini, "Pengembangan Instrumen Keterampilan Proses Sains dengan Desain Pembelajaran Berdiferensiasi di Tingkat Sekolah Dasar," *J. Educ. Dev.*, vol. 12, no. 1, hal. 275–280, Jan 2024, doi: 10.37081/ed.v12i1.5746.
- [20] W. Astuti, T. Awalia, U. A. Assalamah, N. Asyiah, dan F. Khotimah, "Analisis Profil Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Model Project Based Learning," *J. JENDELA Pendidik.*, vol. 5, no. 03, hal. 446–453, Agu 2025, doi: 10.57008/jjp.v5i03.1391.
- [21] D. Napitupulu, "Kajian Peran Cyber Law Dalam Memperkuat Keamanan Sistem Informasi Nasional," *Deviance J. Kriminologi*, vol. 1, no. 1, hal. 100–113, 2017, doi: 10.36080/djk.595.