



Kegiatan Praktik dalam Pembelajaran Sekolah Dasar: Kajian Literatur tentang Fungsi Eksperimen dan Demonstrasi dalam Pengembangan Pemahaman Konseptual dan Keterampilan Proses Sains

Muhammad Fajri¹

¹Program Magister Pendidikan Dasar, Universitas Muhamadiyah Mataram, Indonesia

*Correspondence: fajrinrora@gmail.com

Article History

Manuscript submitted:
7 Juni 2025

Manuscript revised:
11 Agustus 2026

Accepted for publication:
29 Agustus 2026

Keywords

Practical Activities;
Experiments;
Demonstrations;
Elementary School;
Literature Review

Abstract

Practical activities constitute an important component of elementary science learning because they provide students with opportunities to connect scientific concepts with observable phenomena. This literature review examines the pedagogical functions of experiments and demonstrations in elementary school learning, particularly in developing conceptual understanding, science process skills, critical thinking, learning engagement, scientific attitudes, social competencies, and authentic assessment. A narrative-integrative literature review was conducted by examining 25 relevant scientific and policy sources published primarily between 2004 and 2026. Sources were selected based on thematic relevance, scholarly credibility, methodological contribution, and direct relevance to science learning, inquiry, practical work, experiments, or demonstrations. The synthesis indicates that practical activities are most effective when they integrate physical engagement (hands-on) with cognitive processing (minds-on). Experiments provide greater opportunities for students to manipulate variables, collect evidence, and construct conclusions, whereas demonstrations are particularly useful when activities involve safety risks, complex equipment, limited resources, or the need for teacher modeling. However, physical activity alone does not automatically produce conceptual understanding. Teacher questioning, scaffolding, prediction, observation, discussion, evidence-based explanation, and reflection are critical mediating factors. The review concludes that experiments and demonstrations should be positioned as complementary pedagogical strategies within guided inquiry rather than as competing instructional methods.

How to Cite: Fajri, M. (2026) Fungsi Kegiatan Praktik (Eksperimen dan Demonstrasi) untuk Siswa SD. MANDALA WIDYA: Jurnal Ilmu Pendidikan, 2(3), 69–77. <https://doi.org/10.71094/mandalawidya.v2i3.221>

PENDAHULUAN

Pendidikan pada jenjang sekolah dasar memiliki posisi strategis karena menjadi periode ketika siswa mulai membangun struktur pengetahuan, kebiasaan belajar, keterampilan dasar, serta pola interaksi dengan lingkungan sosial dan alam secara lebih sistematis. Karakteristik perkembangan kognitif siswa sekolah dasar menyebabkan pengalaman konkret tetap memiliki fungsi penting dalam membantu pembentukan konsep, terutama ketika materi pembelajaran berkaitan dengan fenomena yang sulit dipahami hanya melalui representasi verbal. Kajian mengenai perkembangan kognitif anak usia sekolah dasar menunjukkan bahwa pembelajaran perlu memberikan kesempatan kepada siswa untuk menghubungkan informasi simbolik dengan objek, peristiwa, dan pengalaman yang dapat diamati secara langsung (Hadi et al., 2025). Konsekuensinya, proses pembelajaran tidak cukup hanya mengandalkan penyampaian informasi, tetapi perlu menyediakan pengalaman yang memungkinkan siswa mengamati, mempertanyakan, mencoba, membandingkan, dan menjelaskan fenomena.

Kebutuhan tersebut sangat relevan dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS). Kurikulum nasional Indonesia menempatkan keterampilan proses sebagai salah satu elemen penting dalam capaian pembelajaran IPAS pada jenjang sekolah dasar. Siswa tidak hanya ditargetkan menguasai pengetahuan mengenai makhluk hidup, materi, energi, gaya, lingkungan, dan berbagai fenomena lainnya, tetapi juga diarahkan untuk mengembangkan kemampuan mengamati, mempertanyakan, memprediksi, merencanakan penyelidikan, memproses informasi, mengevaluasi hasil, serta mengomunikasikan temuan (Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan [BSKAP], 2024). Orientasi tersebut memperlihatkan bahwa pembelajaran sains pada tingkat dasar seharusnya bergerak dari model transmisi pengetahuan menuju proses yang memberikan ruang bagi siswa untuk mengalami praktik ilmiah dalam bentuk yang sesuai dengan tahap perkembangannya.



Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open-access article under the CC-BY-SA license.

Perspektif tersebut konsisten dengan paradigma kontemporer pendidikan sains yang memandang pembelajaran bukan sekadar akumulasi fakta ilmiah. Kerangka pendidikan sains K-12 menekankan bahwa pemahaman sains perlu dibangun melalui keterlibatan siswa dalam praktik seperti mengajukan pertanyaan, melakukan penyelidikan, menganalisis data, membangun penjelasan, menggunakan bukti, dan mengomunikasikan informasi (National Research Council, 2012). Sejalan dengan hal tersebut, pendidikan sains berbasis inkuiri menempatkan siswa sebagai subjek epistemik yang tidak hanya mengetahui hasil pengetahuan ilmiah, tetapi juga mulai memahami bagaimana bukti diperoleh dan digunakan untuk membangun suatu penjelasan (Harlen, 2015).

Salah satu pendekatan yang memungkinkan tujuan tersebut dicapai adalah kegiatan praktik. Dalam literatur pendidikan sains, *practical work* mencakup berbagai aktivitas yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi dengan benda, bahan, instrumen, fenomena, model, atau sistem yang sedang dipelajari. Bentuknya dapat berupa eksperimen yang dilakukan siswa, demonstrasi guru, observasi lapangan, investigasi sederhana, penggunaan model, maupun kombinasi aktivitas nyata dan virtual. Kajian sistematis menunjukkan bahwa kekuatan utama kegiatan praktik terletak pada kemampuannya mengintegrasikan dimensi keterampilan praktis dengan pembentukan pemahaman konseptual (Oliveira & Bonito, 2023). Dalam konteks sekolah dasar, eksperimen dan demonstrasi menjadi dua bentuk kegiatan yang relatif mudah diadaptasi karena dapat dirancang dengan bahan sederhana serta disesuaikan dengan tingkat perkembangan dan keamanan siswa.

Eksperimen memberikan kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi langsung dengan fenomena, mengubah kondisi tertentu, mencatat hasil pengamatan, membandingkan bukti, dan merumuskan kesimpulan. Aktivitas tersebut berpotensi mengubah pembelajaran dari proses menerima informasi menjadi proses membangun pengetahuan melalui pengalaman dan bukti. Penelitian pada siswa sekolah dasar menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis penelitian dan eksperimen dapat meningkatkan keterampilan mengajukan pertanyaan ilmiah serta keterampilan eksperimental ketika siswa mendapatkan bimbingan metodologis yang eksplisit (Khumraksa & Burachat, 2022). Temuan serupa juga menunjukkan bahwa *guided inquiry* mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa sekolah dasar ketika kegiatan dirancang secara terstruktur dan menyediakan dukungan yang memadai (Anjarwani et al., 2020; Ulfayantik et al., 2022).

Demonstrasi memiliki karakteristik yang berbeda. Dalam demonstrasi, suatu fenomena atau prosedur diperlihatkan secara langsung dengan guru atau pihak lain sebagai pelaksana utama, sedangkan siswa melakukan observasi, prediksi, pencatatan, diskusi, atau interpretasi terhadap fenomena tersebut. Demonstrasi mempunyai nilai pedagogis terutama ketika kegiatan sulit dilakukan setiap siswa karena keterbatasan bahan, kompleksitas prosedur, risiko keselamatan, atau keterbatasan waktu. Penelitian mutakhir terhadap siswa kelas tiga memperlihatkan bahwa demonstrasi eksperimental dapat meningkatkan pencapaian akademik, pemahaman konseptual, serta sikap terhadap pembelajaran sains dibandingkan pembelajaran konvensional (Hugerat et al., 2026). Penelitian pada konteks sekolah dasar Indonesia juga menunjukkan bahwa eksperimen dan demonstrasi sama-sama mampu mendukung keterampilan proses sains, meskipun karakteristik keterlibatan siswa pada kedua metode tidak sepenuhnya identik (Rajata & Suryani, 2026).

Walaupun demikian, asumsi bahwa kegiatan praktik secara otomatis menghasilkan pembelajaran yang lebih baik perlu dikritisi. Penelitian mengenai efektivitas *practical work* menunjukkan adanya kesenjangan antara kemampuan kegiatan praktik membuat siswa melakukan prosedur yang dikehendaki guru dan kemampuannya membantu siswa memahami konsep yang mendasari prosedur tersebut. Siswa dapat berhasil mengikuti petunjuk, mencampur bahan, mengukur, atau mencatat data tanpa memahami hubungan antara hasil observasi dan gagasan ilmiah yang menjadi sasaran pembelajaran (Abrahams & Millar, 2008; Abrahams & Reiss, 2012). Dengan demikian, aktivitas *hands-on* tidak identik dengan pembelajaran konseptual apabila tidak disertai aktivitas *minds-on* yang menuntut siswa memprediksi, menalar, menjelaskan, dan merefleksikan hasil pengamatan.

Problem tersebut semakin relevan pada siswa sekolah dasar. Keterbatasan pengalaman, kemampuan abstraksi, literasi ilmiah, dan kapasitas mengendalikan variabel menyebabkan kegiatan penemuan tanpa bimbingan berpotensi membebani siswa. Meta-analisis menunjukkan bahwa *discovery learning* tanpa dukungan cenderung kurang efektif daripada pembelajaran eksplisit, sedangkan penemuan yang disertai scaffolding, umpan balik, contoh, atau pertanyaan pemandu justru menghasilkan pembelajaran yang lebih baik (Alfieri et al., 2011). Temuan tersebut diperkuat oleh meta-analisis pembelajaran berbasis inkuiri yang menunjukkan bahwa bimbingan memiliki efek positif terhadap aktivitas belajar, keberhasilan pelaksanaan tugas, dan hasil belajar (Lazonder & Harmsen, 2016).

Artinya, perdebatan yang lebih penting bukanlah apakah siswa sekolah dasar perlu melakukan eksperimen atau demonstrasi, tetapi bagaimana kedua kegiatan tersebut dirancang agar benar-benar menjadi pengalaman epistemik. Sintesis penelitian menunjukkan bahwa unsur inkuiri yang menuntut siswa berpikir aktif dan menarik kesimpulan dari data berkorelasi positif dengan pemahaman konseptual (Minner et al., 2010). Meta-analisis lain juga menunjukkan pengaruh positif pembelajaran berbasis inkuiri terhadap hasil belajar sains, terutama ketika aktivitas prosedural, epistemik, dan sosial dikombinasikan dengan arahan guru yang memadai (Furtak et al., 2012). Bahkan pada kelompok siswa sekolah dasar dengan kebutuhan bahasa yang lebih kompleks, pendekatan inkuiri tetap memperlihatkan keunggulan dibandingkan pengajaran langsung konvensional ketika pembelajaran memperoleh dukungan yang sesuai (Estrella et al., 2018).

Naskah awal mengenai fungsi eksperimen dan demonstrasi pada pembelajaran sekolah dasar umumnya menggambarkan manfaat kegiatan praktik secara normatif, misalnya meningkatkan pemahaman, motivasi, keterampilan, dan kerja sama. Pendekatan tersebut belum cukup menjelaskan kondisi pedagogis yang menyebabkan manfaat itu muncul. Oleh karena itu, diperlukan sintesis yang tidak hanya menginventarisasi kelebihan eksperimen dan demonstrasi, tetapi juga

menganalisis mekanisme pembelajaran, batas efektivitas, hubungan keduanya dengan inkuiri terbimbing, serta implikasinya bagi praktik pembelajaran sekolah dasar.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kajian ini bertujuan menganalisis fungsi kegiatan praktik berbasis eksperimen dan demonstrasi dalam pembelajaran sekolah dasar. Pembahasan difokuskan pada enam dimensi, yaitu pemahaman konseptual, keterampilan proses sains dan berpikir kritis, motivasi dan keterlibatan, keterampilan sosial dan komunikasi ilmiah, asesmen autentik, serta faktor yang menentukan efektivitas penerapannya. Kajian juga membandingkan posisi eksperimen dan demonstrasi untuk menghasilkan kerangka pedagogis yang lebih operasional bagi guru sekolah dasar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur naratif-integratif (*narrative-integrative literature review*). Pendekatan tersebut dipilih karena tujuan kajian bukan menghitung besarnya efek suatu intervensi secara statistik, melainkan mengintegrasikan temuan empiris, kajian sistematis, meta-analisis, kerangka teoretis, dan dokumen kebijakan untuk menjelaskan fungsi serta kondisi efektivitas eksperimen dan demonstrasi dalam pembelajaran sekolah dasar.

Penelusuran pustaka dilakukan terhadap sumber akademik yang tersedia melalui ERIC, portal penerbit jurnal internasional, portal jurnal ilmiah Indonesia, serta laman lembaga pendidikan dan kebijakan yang relevan. Kata kunci yang digunakan meliputi kombinasi *practical work*, *hands-on science*, *elementary science*, *primary science*, *experiment*, *demonstration*, *inquiry-based science*, *guided inquiry*, *science process skills*, *conceptual understanding*, *student motivation*, serta padanan berbahasa Indonesia seperti “metode eksperimen sekolah dasar”, “demonstrasi IPA sekolah dasar”, “keterampilan proses sains”, dan “pembelajaran IPAS”.

Seleksi literatur menggunakan empat kriteria utama. Pertama, sumber membahas secara langsung kegiatan praktik, eksperimen, demonstrasi, inkuiri, keterampilan proses sains, atau konsekuensi pedagogis yang relevan. Kedua, sumber berasal dari jurnal *peer-reviewed*, laporan akademik bereputasi, atau dokumen kebijakan pendidikan resmi. Ketiga, prioritas diberikan kepada sumber yang memiliki DOI atau metadata bibliografis yang dapat diverifikasi. Keempat, studi empiris sekolah dasar diprioritaskan untuk membangun relevansi kontekstual, tetapi meta-analisis dan penelitian pendidikan sains K–12 tetap digunakan apabila memberikan penjelasan teoretis atau bukti sintesis yang kuat.

Sebanyak 25 sumber utama digunakan dalam sintesis. Rentang publikasi berada pada periode 2004–2026, dengan beberapa karya awal tetap dipertahankan karena memiliki posisi seminal dalam diskursus kerja praktik dan pembelajaran sains. Literatur yang tidak berkaitan langsung dengan fokus kajian, artikel dengan metadata tidak dapat diverifikasi, serta sumber yang membahas bidang lain tanpa relevansi pedagogis terhadap pembelajaran sekolah dasar dikeluarkan.

Analisis dilakukan melalui *thematic content synthesis*. Setiap literatur dibaca berdasarkan fokus penelitian, karakteristik peserta didik, bentuk kegiatan praktik, mekanisme intervensi, hasil pembelajaran, dan keterbatasannya. Temuan kemudian dikelompokkan ke dalam tema: (1) konkretisasi konsep; (2) keterampilan proses sains dan berpikir kritis; (3) motivasi dan keterlibatan; (4) kolaborasi dan komunikasi ilmiah; (5) asesmen autentik; (6) komplementaritas eksperimen dan demonstrasi; serta (7) kendala implementasi dan prinsip optimalisasi. Pola konsisten, perbedaan hasil, dan temuan yang memperlihatkan batas efektivitas dianalisis secara komparatif untuk menghindari kesimpulan normatif bahwa seluruh kegiatan praktik selalu efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Praktik sebagai Penghubung antara Fenomena dan Konsep

Sintesis literatur menunjukkan bahwa fungsi paling fundamental dari kegiatan praktik adalah membangun hubungan antara dunia fenomena yang dapat diamati dengan konsep ilmiah yang digunakan untuk menjelaskannya. Hubungan tersebut penting karena sains tidak hanya terdiri atas fakta yang terlihat. Banyak konsep—seperti energi, gaya, perubahan materi, perpindahan panas, rangkaian listrik, atau interaksi antarorganisme—memerlukan konstruksi penjelasan yang melampaui apa yang secara langsung dilihat siswa.

Dalam konteks tersebut, pengalaman konkret berfungsi sebagai jangkar kognitif. Siswa dapat mengamati es mencair, bayangan berubah posisi, benda terapung, magnet menarik logam, atau lampu menyala dalam rangkaian sederhana sebelum diperkenalkan pada penjelasan konseptual. Karakteristik perkembangan siswa sekolah dasar menjadikan penghubungan representasi abstrak dengan pengalaman yang dapat diamati sangat penting (Hadi et al., 2025). Namun, fungsi konkretisasi tersebut tidak berarti setiap konsep harus ditemukan siswa secara mandiri. Pengalaman konkret justru perlu diposisikan sebagai dasar bagi proses representasi dan penalaran berikutnya.

Literatur *practical work* memperlihatkan perbedaan penting antara “melihat fenomena” dan “memahami fenomena”. Kegiatan praktik sangat efektif membuat siswa melakukan tindakan sesuai instruksi, tetapi tidak selalu berhasil membuat siswa mengaitkan hasil observasi dengan gagasan ilmiah yang relevan (Abrahams & Millar, 2008). Pola yang sama ditemukan pada pembelajaran di sekolah dasar dan menengah: kegiatan praktis yang terlalu menyerupai “resep” dapat membuat siswa fokus menyelesaikan prosedur tanpa memahami alasan ilmiah di balik setiap tahap (Abrahams & Reiss, 2012).

Oleh karena itu, efektivitas kegiatan praktik tidak ditentukan oleh banyaknya alat atau kemeriahan aktivitas, melainkan kualitas hubungan antara aktivitas fisik dan proses kognitif. Sintesis sistematis mengenai *practical work* menunjukkan bahwa manfaat yang paling konsisten muncul ketika *hands-on* dan *minds-on* diintegrasikan (Oliveira & Bonito, 2023). Integrasi tersebut dapat dibangun melalui rangkaian prediksi–observasi–penjelasan. Sebelum kegiatan, siswa diminta

memprediksi hasil dan memberikan alasan. Selama kegiatan, perhatian diarahkan pada perubahan atau variabel tertentu. Setelah kegiatan, siswa diminta membandingkan prediksi dengan bukti dan mengembangkan penjelasan.

Dalam konteks inilah eksperimen dan demonstrasi memiliki fungsi yang lebih signifikan daripada sekadar variasi metode mengajar. Keduanya dapat menjadi struktur untuk membangun argumentasi berbasis bukti. Eksperimen memberikan kontrol lebih besar kepada siswa terhadap objek dan prosedur, sedangkan demonstrasi memungkinkan guru mengendalikan fenomena sambil mengarahkan perhatian siswa pada aspek yang paling relevan. Hasil penelitian terbaru memperlihatkan bahwa demonstrasi eksperimental pada siswa kelas tiga dapat menghasilkan peningkatan pemahaman konsep dan prestasi akademik ketika demonstrasi diintegrasikan dengan pembahasan fenomena dan interpretasi hasil (Hugerat et al., 2026).

Dengan demikian, nilai konkret kegiatan praktik seharusnya tidak direduksi menjadi asumsi bahwa “anak belajar lebih baik karena melakukan”. Penjelasan yang lebih akurat adalah bahwa siswa memperoleh kesempatan untuk membangun koordinasi antara tindakan, observasi, representasi, bahasa, dan penalaran. Proses tersebut yang menjadikan kegiatan praktik bermakna secara kognitif.

Pengembangan Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Kritis

Fungsi kedua yang secara konsisten muncul adalah pengembangan keterampilan proses sains. Dalam pembelajaran sekolah dasar, keterampilan tersebut mencakup mengamati, mengklasifikasi, mengukur, memprediksi, mengajukan pertanyaan, merancang penyelidikan sederhana, menggunakan alat, mencatat data, menafsirkan hasil, menyimpulkan, dan mengomunikasikan temuan. Kompetensi tersebut sejalan dengan orientasi kurikulum IPAS yang menempatkan keterampilan proses sebagai bagian integral dari capaian pembelajaran (BSKAP, 2024).

Eksperimen mempunyai potensi tinggi dalam domain ini karena siswa berinteraksi langsung dengan proses produksi bukti. Dalam eksperimen sederhana, siswa tidak hanya melihat hasil akhir, tetapi dapat membandingkan kondisi, melakukan pengukuran, melakukan pengulangan, dan mengidentifikasi perubahan. Penelitian terhadap siswa sekolah dasar memperlihatkan bahwa kegiatan berbasis penelitian dapat meningkatkan kemampuan mengajukan pertanyaan ilmiah dan keterampilan eksperimental ketika siswa memperoleh panduan eksplisit tentang prosedur penyelidikan (Khumraksa & Burachat, 2022).

Temuan tersebut penting karena keterampilan proses tidak muncul hanya dengan menyediakan alat dan membiarkan siswa “bereksplorasi”. Data penelitian Indonesia menunjukkan bahwa beberapa komponen keterampilan proses siswa sekolah dasar—termasuk merencanakan eksperimen, melaksanakan eksperimen, membangun hipotesis, dan melakukan pengamatan yang terarah—dapat berkembang secara tidak merata (Ginting et al., 2023). Artinya, guru perlu mengidentifikasi keterampilan mana yang sedang dilatih dalam setiap kegiatan.

Guided inquiry menawarkan struktur yang relevan. Dalam model tersebut, siswa tetap melakukan kegiatan investigatif, tetapi pertanyaan, prosedur, atau tingkat kebebasan disesuaikan dengan kesiapan mereka. Penelitian pada siswa sekolah dasar menunjukkan bahwa inkuiri terbimbing, termasuk ketika dikombinasikan dengan aktivitas luar ruang, dapat meningkatkan keterampilan proses sains sekaligus kemampuan berpikir kritis (Anjarwani et al., 2020). Penggunaan perangkat pembelajaran yang dirancang berdasarkan *guided inquiry* juga menunjukkan peningkatan keterampilan proses siswa sekolah dasar pada pembelajaran sifat cahaya (Ulfayantik et al., 2022).

Bukti tersebut konsisten dengan temuan meta-analitik yang lebih luas. Sintesis terhadap penelitian inkuiri K–12 menunjukkan kecenderungan positif terhadap pemahaman konseptual ketika pembelajaran menuntut siswa berpikir aktif dan menggunakan data untuk menarik kesimpulan (Minner et al., 2010). Meta-analisis terhadap studi eksperimental dan kuasi-eksperimental juga menunjukkan efek positif pembelajaran inkuiri, dengan keuntungan lebih besar ketika dimensi prosedural, epistemik, dan sosial tidak dipisahkan (Furtak et al., 2012).

Hubungan antara keterampilan proses dan berpikir kritis terletak pada penggunaan bukti. Ketika siswa diminta menjawab pertanyaan “Apa yang terjadi?”, kemampuan observasi menjadi dominan. Namun, ketika pertanyaan berkembang menjadi “Apa bukti yang menunjukkan hal tersebut?”, “Mengapa hasilnya berbeda?”, atau “Apakah kesimpulan ini sesuai dengan data?”, kegiatan praktik bergeser menuju proses berpikir kritis. Meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa pendekatan berbasis inkuiri memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran sains (Antonio & Prudente, 2024).

Namun, tingkat kebebasan inkuiri perlu disesuaikan dengan kapasitas siswa. Penemuan tanpa bimbingan bukan pilihan yang optimal, khususnya bagi pembelajar muda. Meta-analisis terhadap *discovery learning* memperlihatkan bahwa penemuan tanpa bantuan menghasilkan capaian lebih rendah dibandingkan pembelajaran eksplisit, sedangkan *assisted discovery* yang menggunakan feedback, scaffolding, contoh, atau pertanyaan pemandu menghasilkan efek positif (Alfieri et al., 2011). Hasil serupa ditemukan pada meta-analisis inkuiri: bimbingan memberikan efek positif terhadap proses dan hasil belajar (Lazonder & Harmsen, 2016).

Implikasinya, kegiatan eksperimen pada sekolah dasar seharusnya menggunakan prinsip kebebasan yang bertahap. Guru dapat memulai dengan menyediakan masalah dan prosedur, kemudian secara perlahan memberi kesempatan kepada siswa menentukan prediksi, variabel, cara pencatatan, atau bentuk penjelasan. Progresivitas tersebut memungkinkan keterampilan ilmiah berkembang tanpa menghasilkan beban kognitif yang tidak proporsional.

Motivasi, Rasa Ingin Tahu, dan Keterlibatan Belajar

Kegiatan praktik juga memiliki fungsi afektif. Fenomena yang berubah secara langsung, hasil percobaan yang tidak selalu sesuai prediksi, atau kesempatan memanipulasi objek dapat memunculkan rasa ingin tahu. Dalam pembelajaran sekolah dasar, rasa ingin tahu tersebut penting karena menjadi pintu masuk untuk meningkatkan perhatian dan partisipasi.

Kajian sistematis mengenai minat, motivasi, dan sikap terhadap sains pada jenjang K-12 memperlihatkan bahwa karakteristik pengalaman belajar berhubungan erat dengan terbentuknya sikap siswa terhadap sains (Potvin & Hasni, 2014). Aktivitas yang relevan, bermakna, menantang, dan memberi ruang bagi siswa untuk berpartisipasi cenderung lebih potensial menumbuhkan keterlibatan daripada pembelajaran yang semata-mata bersifat transmisif.

Dalam demonstrasi, unsur fenomenal dapat dimanfaatkan untuk memunculkan *cognitive conflict*. Guru, misalnya, dapat meminta siswa memprediksi apakah suatu benda akan tenggelam, arah gerak udara, perubahan ukuran bayangan, atau bahan mana yang lebih cepat menghantarkan panas. Perbedaan antara prediksi dan hasil demonstrasi menciptakan kebutuhan untuk mencari penjelasan. Penelitian eksperimental terhadap siswa kelas tiga menunjukkan bahwa demonstrasi mengenai energi alternatif tidak hanya meningkatkan hasil akademik dan pemahaman konsep, tetapi juga menghasilkan sikap terhadap sains yang lebih positif dibandingkan pembelajaran konvensional (Hugerat et al., 2026).

Eksperimen menawarkan bentuk keterlibatan yang berbeda karena siswa mengalami *agency* yang lebih besar. Kesempatan menggunakan alat, mengatur objek, melakukan percobaan, dan memperoleh data memberi siswa posisi sebagai pelaku pembelajaran. Namun, aktivitas fisik yang tinggi tidak selalu identik dengan keterlibatan kognitif. Siswa dapat terlihat sangat aktif tetapi hanya membagi alat, bercanda, mengikuti prosedur mekanis, atau menunggu teman melakukan pekerjaan. Karena itu, keterlibatan perlu dipahami setidaknya dalam tiga dimensi: perilaku, emosional, dan kognitif.

Perbandingan empiris antara metode eksperimen dan demonstrasi pada siswa sekolah dasar memperlihatkan bahwa keduanya dapat mendukung keterampilan proses sains tanpa perbedaan yang sangat besar dalam kondisi tertentu (Rajata & Suryani, 2026). Temuan tersebut mengingatkan bahwa tidak terdapat satu metode yang selalu superior. Demonstrasi yang dialogis dapat menghasilkan keterlibatan kognitif lebih tinggi daripada eksperimen yang mekanis. Sebaliknya, eksperimen yang meminta siswa membuat keputusan, membangun prediksi, dan menjelaskan data dapat menghasilkan pengalaman belajar yang jauh lebih kaya dibandingkan demonstrasi satu arah.

Dengan demikian, motivasi seharusnya diposisikan sebagai konsekuensi desain pedagogis, bukan sekadar efek “menyenangkan” dari kegiatan praktik. Kegiatan perlu memiliki pertanyaan yang jelas, tingkat tantangan yang sesuai, hasil yang dapat diamati, hubungan dengan pengalaman siswa, serta kesempatan untuk menjelaskan temuan. Jika tidak, pengalaman praktik dapat menarik secara sesaat tetapi tidak menghasilkan ketekunan belajar atau pemahaman yang berkelanjutan.

Keterampilan Sosial dan Komunikasi Ilmiah

Eksperimen sekolah dasar umumnya dilakukan secara berkelompok karena pertimbangan jumlah alat, efisiensi waktu, dan kebutuhan pengelolaan kelas. Kondisi tersebut memberikan peluang untuk mengembangkan keterampilan sosial seperti berbagi tugas, koordinasi, mendengarkan pendapat, menyepakati prosedur, dan bertanggung jawab terhadap hasil kelompok.

Namun, manfaat sosial tersebut tidak muncul secara otomatis. Pembagian kelompok tanpa struktur dapat menghasilkan dominasi beberapa siswa dan marginalisasi siswa lain. Dalam satu kelompok, seorang siswa dapat terus-menerus menggunakan alat, sementara siswa lainnya hanya mencatat atau mengamati. Karena itu, distribusi peran menjadi bagian penting dari desain praktikum. Peran seperti pengamat, pengukur, pencatat, pengelola alat, dan penyaji dapat dirotasi agar pengalaman belajar tidak terkonsentrasi pada siswa tertentu.

Dimensi sosial juga merupakan bagian dari praktik ilmiah itu sendiri. Ilmu pengetahuan dibangun melalui komunikasi, pengujian klaim, perbandingan bukti, dan kritik. Oleh karena itu, diskusi kelompok setelah eksperimen bukan kegiatan tambahan, tetapi bagian dari proses ilmiah. Kerangka pendidikan sains menempatkan komunikasi, argumentasi berbasis bukti, serta pembangunan penjelasan sebagai praktik fundamental yang perlu dikembangkan sejak pendidikan dasar (National Research Council, 2012).

Meta-analisis inkuiri juga menunjukkan bahwa aktivitas sosial yang dikombinasikan dengan aspek prosedural dan epistemik mempunyai kontribusi terhadap efektivitas pembelajaran (Furtak et al., 2012). Dengan kata lain, eksperimen seharusnya tidak berhenti pada pernyataan “percobaan berhasil”. Siswa perlu diminta mengomunikasikan apa yang diamati, bagaimana data diperoleh, alasan suatu kesimpulan dianggap masuk akal, dan kemungkinan adanya penjelasan alternatif.

Kondisi tersebut membantu mengembangkan bahasa ilmiah secara bertahap. Siswa dapat bergerak dari ungkapan sehari-hari menuju penjelasan yang lebih presisi. Proses tersebut sangat penting bagi siswa dengan kemampuan bahasa yang beragam. Meta-analisis terhadap pembelajaran sains pada *English Language Learners* menunjukkan bahwa inkuiri tetap menghasilkan dampak positif terhadap pencapaian sains, tetapi efektivitasnya dipengaruhi dukungan konteks dan bahasa (Estrella et al., 2018). Dalam konteks Indonesia yang memiliki keragaman bahasa daerah, prinsip tersebut relevan: aktivitas praktik dapat menyediakan konteks konkret untuk membangun bahasa akademik, tetapi guru tetap perlu memberikan scaffolding kosakata dan struktur penjelasan.

Kegiatan Praktik sebagai Ruang Asesmen Autentik

Keuntungan lain dari eksperimen dan demonstrasi adalah tersedianya bukti belajar yang tidak selalu terlihat melalui tes tertulis. Ketika siswa melakukan penyelidikan, guru dapat mengamati bagaimana alat digunakan, apakah pengamatan

dilakukan secara sistematis, bagaimana data dicatat, bagaimana siswa bekerja sama, serta bagaimana suatu kesimpulan dibangun.

Kondisi tersebut memungkinkan penerapan asesmen autentik. Penilaian tidak hanya berorientasi pada produk akhir, tetapi juga pada proses. Penelitian pada siswa kelas IV sekolah dasar menunjukkan bahwa asesmen autentik berbasis unjuk kerja dapat digunakan untuk menilai sekaligus memperkuat kemampuan observasi, penjelasan hasil, kolaborasi, serta sikap ilmiah (Munjiah & Utari, 2026).

Asesmen praktik perlu memiliki indikator yang spesifik. Pernyataan umum seperti “siswa aktif” kurang memadai karena tidak menunjukkan kompetensi yang sebenarnya. Untuk kegiatan eksperimen, rubrik dapat mencakup ketepatan menggunakan alat, kemampuan mengikuti prosedur keselamatan, kualitas pengamatan, pencatatan data, interpretasi bukti, argumentasi, komunikasi, dan kerja sama. Demonstrasi juga dapat diasesmen melalui prediksi tertulis, lembar observasi, pertanyaan diagnostik, gambar proses, atau penjelasan berdasarkan hasil yang diamati.

Pendekatan tersebut mempunyai konsekuensi penting terhadap hubungan antara pembelajaran dan penilaian. Jika tujuan pembelajaran adalah mengembangkan kemampuan mengamati dan menyimpulkan, evaluasi yang hanya berupa soal pilihan ganda tidak sepenuhnya merepresentasikan kompetensi tersebut. Praktik memberikan ruang agar asesmen lebih selaras dengan kemampuan yang ditargetkan.

Namun, penilaian unjuk kerja juga memerlukan efisiensi. Guru sekolah dasar menangani banyak siswa dan beberapa mata pelajaran sehingga rubrik yang terlalu kompleks dapat sulit digunakan. Oleh karena itu, indikator perlu dibatasi pada keterampilan utama yang memang menjadi fokus kegiatan. Dalam satu eksperimen, misalnya, guru dapat memusatkan penilaian pada pengamatan dan interpretasi data; pada kegiatan berikutnya fokus dialihkan pada desain percobaan dan komunikasi hasil. Pendekatan rotasional tersebut membuat asesmen lebih realistis sekaligus mempertahankan kualitas informasi.

Eksperimen dan Demonstrasi sebagai Strategi yang Komplementer

Salah satu temuan utama kajian adalah bahwa eksperimen dan demonstrasi tidak tepat ditempatkan sebagai metode yang saling meniadakan. Keduanya mempunyai fungsi yang berbeda sehingga pemilihannya perlu mengikuti tujuan, karakteristik konsep, ketersediaan sumber daya, risiko, dan kesiapan siswa.

Eksperimen lebih sesuai ketika sasaran pembelajaran menuntut pengalaman manipulatif, pengukuran, perbandingan kondisi, pengumpulan data, pengenalan variabel, serta pengembangan keterampilan prosedural. Tingkat kontrol siswa terhadap aktivitas memungkinkan terbentuknya pengalaman investigatif yang lebih kuat. Sebaliknya, demonstrasi lebih tepat digunakan ketika prosedur terlalu rumit, bahan terbatas, waktu sempit, fenomena berisiko, atau tujuan utama adalah memusatkan perhatian seluruh kelas pada fenomena tertentu.

Penelitian komparatif pada siswa sekolah dasar menunjukkan bahwa keterampilan proses sains dapat berkembang melalui kedua metode dan perbedaan hasil antara eksperimen dan demonstrasi tidak selalu signifikan (Rajata & Suryani, 2026). Temuan tersebut mengindikasikan bahwa kualitas interaksi pedagogis dapat lebih menentukan daripada label metode.

Dari perspektif teori pembelajaran, pendekatan yang lebih produktif adalah mengombinasikan keduanya dalam satu rangkaian. Guru dapat memulai dengan demonstrasi untuk memunculkan fenomena atau masalah. Siswa kemudian diminta membuat prediksi dan pertanyaan. Tahap berikutnya menggunakan eksperimen kelompok untuk menguji salah satu pertanyaan. Hasil tiap kelompok dibandingkan, lalu guru melakukan demonstrasi tambahan untuk memperlihatkan kondisi yang tidak dapat dilakukan siswa. Tahap akhir diisi dengan diskusi dan konstruksi penjelasan.

Model kombinasi tersebut selaras dengan temuan bahwa pembelajaran inkuiri memerlukan bimbingan yang adaptif. Bimbingan bukan lawan dari inkuiri; justru bimbingan memungkinkan siswa fokus pada dimensi penalaran yang penting (Lazonder & Harmsen, 2016). Hal tersebut juga menjelaskan mengapa *assisted discovery* lebih efektif daripada penemuan tanpa bantuan (Alfieri et al., 2011).

Perkembangan teknologi semakin memperluas pilihan tersebut. Eksperimen nyata dapat dikombinasikan dengan simulasi ketika fenomena terlalu cepat, lambat, kecil, besar, atau berbahaya untuk diamati secara langsung. Tinjauan sistematis terhadap kombinasi eksperimen nyata dan virtual menunjukkan bahwa integrasi keduanya dapat memberikan keuntungan terhadap pemahaman konseptual karena masing-masing menyediakan jenis representasi dan pengalaman yang berbeda (Wörner et al., 2022). Pada sekolah dasar, teknologi tidak perlu menggantikan pengalaman konkret, tetapi dapat digunakan untuk memperluas apa yang tidak dapat dicapai melalui bahan sederhana di kelas.

Tantangan Implementasi Kegiatan Praktik

Walaupun mempunyai manfaat pedagogis yang kuat, kegiatan praktik menghadapi sejumlah keterbatasan. Persoalan yang paling umum mencakup ketersediaan alat dan bahan, waktu pembelajaran, jumlah siswa, kesiapan ruang, keselamatan, pengetahuan konten guru, serta kemampuan mengelola aktivitas inkuiri.

Studi mengenai implementasi inkuiri pada kelas sekolah dasar menunjukkan bahwa keterbatasan waktu, tuntutan kurikulum, dukungan administratif, tekanan untuk memprioritaskan mata pelajaran tertentu, dan keterbatasan pengetahuan konten guru dapat menghambat penerapan pembelajaran sains yang autentik (Nollmeyer et al., 2019). Hambatan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan frekuensi praktikum saja bukan solusi. Jika guru tidak memiliki waktu merancang tujuan, mempersiapkan alat, mengembangkan pertanyaan, dan menyiapkan asesmen, kegiatan praktik berisiko berubah menjadi aktivitas prosedural.

Masalah sumber daya dapat sebagian diatasi melalui eksperimen sederhana dengan bahan dari lingkungan sekitar. Air, kertas, gelas transparan, tanah, tumbuhan, benda logam, magnet, tali, sumber cahaya, atau bahan rumah tangga tertentu

dapat digunakan untuk menjelaskan berbagai fenomena dasar. Namun, prinsip “sederhana” tidak berarti tanpa desain. Pemilihan bahan perlu mempertimbangkan keselamatan, keterulangan hasil, visibilitas fenomena, dan keterhubungannya dengan tujuan pembelajaran.

Tantangan lain adalah miskonsepsi. Ketika fenomena praktis menghasilkan data yang tidak ideal, siswa dapat membangun kesimpulan yang keliru. Oleh karena itu, guru perlu mengantisipasi variasi hasil. Data yang berbeda tidak harus dianggap sebagai kegagalan eksperimen. Justru perbedaan dapat digunakan untuk mendiskusikan ketelitian pengukuran, variabel yang tidak terkontrol, dan keterbatasan prosedur. Pendekatan tersebut lebih ilmiah daripada memaksa setiap kelompok menghasilkan jawaban yang identik.

Inkuiri terbimbing menjadi pendekatan realistik dalam kondisi tersebut. Bukti meta-analitik secara konsisten menunjukkan bahwa inkuiri menghasilkan manfaat ketika terdapat dukungan yang memadai (Furtak et al., 2012; Lazonder & Harmsen, 2016; Minner et al., 2010). Tinjauan sistematis yang lebih mutakhir juga menggarisbawahi pentingnya kompetensi guru dalam mengorganisasi proses inkuiri dan membimbing siswa membangun pengetahuan melalui bukti (Urdanivia Alarcón et al., 2023).

Dengan demikian, kualitas kegiatan praktik dapat dirumuskan melalui enam prinsip. Pertama, aktivitas harus berangkat dari tujuan konseptual atau keterampilan yang eksplisit. Kedua, siswa perlu diminta melakukan prediksi atau menyatakan gagasan awal. Ketiga, observasi harus diarahkan pada variabel atau fenomena yang relevan. Keempat, prosedur perlu menyediakan ruang bagi siswa untuk mengambil keputusan sesuai tingkat kemampuannya. Kelima, data harus diikuti interpretasi dan penjelasan. Keenam, kegiatan ditutup dengan refleksi yang menghubungkan hasil observasi dengan konsep ilmiah.

Implikasi Pedagogis bagi Pembelajaran Sekolah Dasar

Berdasarkan sintesis keseluruhan, kegiatan praktik perlu dipandang sebagai arsitektur pembelajaran, bukan sesi tambahan setelah guru menjelaskan teori. Desain yang efektif dapat menggunakan urutan orientasi fenomena–prediksi–praktik–pengumpulan bukti–diskusi–penjelasan–refleksi. Pada tahap orientasi, guru menghadirkan masalah kontekstual. Pada tahap prediksi, siswa diminta mengemukakan dugaan berdasarkan pengetahuan awal. Selanjutnya eksperimen atau demonstrasi digunakan untuk menghasilkan bukti empiris. Setelah data diperoleh, siswa membandingkan hasil, mendiskusikan perbedaan, dan membangun penjelasan. Guru kemudian membantu menghubungkan bahasa siswa dengan terminologi ilmiah. Tahap terakhir memfasilitasi refleksi: apakah prediksi awal benar, bukti apa yang paling penting, dan apakah konsep tersebut dapat diterapkan pada situasi lain.

Model tersebut mengubah fungsi guru dari sumber jawaban menjadi perancang pengalaman epistemik. Peran guru tetap kuat, tetapi bukan melalui dominasi penjelasan. Guru menentukan pertanyaan produktif, menyediakan scaffolding, menjaga keselamatan, membantu siswa membaca bukti, serta memperkenalkan konsep ketika siswa telah memiliki pengalaman yang dapat digunakan sebagai pijakan.

Pendekatan demikian konsisten dengan visi pendidikan sains yang menempatkan praktik ilmiah sebagai bagian dari pengetahuan yang harus dipelajari siswa (National Research Council, 2012). Pembelajaran tidak lagi terpecah antara “belajar teori” dan “melakukan praktikum”, tetapi mengintegrasikan keduanya. Dalam kerangka ini, siswa belajar konsep melalui penggunaan bukti, sekaligus mempelajari cara bukti ilmiah dibangun.

Lebih jauh, hasil kajian juga menunjukkan perlunya menghindari romantisasi *student-centered learning*. Pembelajaran berpusat pada siswa bukan berarti guru mengurangi dukungan semaksimal mungkin. Justru untuk siswa sekolah dasar, peran guru dalam memilih fenomena, menyederhanakan prosedur, memusatkan perhatian, mengajukan pertanyaan, memberikan kosakata, dan membantu refleksi menjadi sangat penting. Meta-analisis secara konsisten memperlihatkan bahwa inkuiri atau penemuan yang dibimbing lebih efektif daripada eksplorasi tanpa struktur (Alfieri et al., 2011; Lazonder & Harmsen, 2016).

Dengan demikian, kualitas pembelajaran praktik tidak dapat diukur dari seberapa sedikit guru berbicara atau seberapa banyak siswa memegang alat. Ukuran yang lebih substantif adalah sejauh mana siswa menggunakan pengalaman untuk mengembangkan pertanyaan, memperoleh bukti, menginterpretasikan data, memperbaiki gagasan, dan mengomunikasikan penjelasan.

Kajian ini mempunyai beberapa keterbatasan. Pertama, pendekatan yang digunakan merupakan kajian literatur naratif-integratif sehingga tidak dilakukan estimasi *effect size* secara mandiri sebagaimana dalam meta-analisis. Kedua, literatur mengenai eksperimen dan demonstrasi yang secara khusus menggunakan siswa sekolah dasar masih lebih terbatas dibandingkan literatur pendidikan sains pada jenjang sekolah menengah. Oleh karena itu, beberapa dasar argumentasi menggunakan meta-analisis dan tinjauan K–12 yang relevansinya kemudian diinterpretasikan untuk konteks pendidikan dasar. Ketiga, variasi definisi “praktikum”, “eksperimen”, “demonstrasi”, dan “inkuiri” antarpelelitian membuat perbandingan langsung perlu dilakukan secara hati-hati.

Keterbatasan tersebut sekaligus menunjukkan agenda penelitian berikutnya. Penelitian empiris di sekolah dasar Indonesia diperlukan untuk membandingkan eksperimen, demonstrasi, dan kombinasi keduanya menggunakan desain yang lebih kuat, sampel lebih luas, serta pengukuran yang tidak hanya berorientasi pada hasil tes tetapi juga keterampilan proses, kualitas argumentasi, retensi konsep, motivasi, dan transfer pengetahuan. Faktor kompetensi guru, ketersediaan fasilitas, jumlah siswa, dan karakteristik sekolah juga perlu diposisikan sebagai variabel kontekstual.

KESIMPULAN

Kegiatan praktik berupa eksperimen dan demonstrasi memiliki fungsi penting dalam pembelajaran sekolah dasar karena menyediakan jembatan antara fenomena yang dapat diamati dengan konstruksi konsep ilmiah. Namun, efektivitasnya tidak ditentukan oleh keberadaan aktivitas fisik semata. Praktik memberikan dampak pembelajaran yang lebih kuat ketika pengalaman *hands-on* diintegrasikan dengan aktivitas *minds-on* melalui prediksi, pertanyaan, pengumpulan bukti, interpretasi data, penjelasan, dan refleksi.

Eksperimen mempunyai keunggulan dalam memberikan pengalaman manipulatif, melatih pengukuran, pengendalian kondisi, pengumpulan data, dan pengembangan keterampilan proses sains. Demonstrasi mempunyai keunggulan dalam memusatkan perhatian pada fenomena, mengatasi keterbatasan alat dan waktu, menyediakan pemodelan prosedur, serta mengurangi risiko keselamatan. Oleh karena itu, keduanya tidak perlu diperlakukan sebagai metode yang bersaing. Pemilihan dan kombinasinya perlu didasarkan pada tujuan pembelajaran, tingkat kesiapan siswa, karakteristik materi, sumber daya, dan pertimbangan keselamatan.

Kajian juga menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis, sikap ilmiah, motivasi, kolaborasi, dan komunikasi dapat dikembangkan melalui kegiatan praktik apabila aspek tersebut dirancang secara eksplisit. Kerja kelompok tanpa distribusi peran tidak otomatis menghasilkan kolaborasi, sebagaimana eksperimen tanpa pertanyaan dan refleksi tidak otomatis menghasilkan pemahaman konseptual.

Implikasi utamanya adalah perlunya menggeser orientasi pembelajaran dari “melakukan percobaan” menjadi “menggunakan percobaan untuk berpikir”. Guru tetap memiliki peran sentral sebagai perancang pengalaman, pemberi scaffolding, pengelola dialog, dan fasilitator hubungan antara bukti dengan konsep. Dalam kerangka tersebut, eksperimen dan demonstrasi dapat menjadi instrumen strategis untuk membangun pembelajaran IPAS sekolah dasar yang aktif, berbasis bukti, perkembangan-sensitif, dan selaras dengan penguatan keterampilan proses sains.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Abrahams, I., & Reiss, M. J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035–1055. <https://doi.org/10.1002/tea.21036>
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1–18. <https://doi.org/10.1037/a0021017>
- Anjarwani, R., Doyin, M., & Indiatmoko, B. (2020). Guided inquiry learning with outdoor activities setting to improve critical thinking ability and science process skills of elementary school students. *Journal of Primary Education*, 9(2), 129–135. <https://doi.org/10.15294/jpe.v9i2.36178>
- Antonio, R. P., & Prudente, M. S. (2024). Effects of inquiry-based approaches on students' higher-order thinking skills in science: A meta-analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(1), 251–281. <https://doi.org/10.46328/ijemst.3216>
- Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. (2024). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 032/H/KR/2024 tentang capaian pembelajaran pada pendidikan anak usia dini, jenjang pendidikan dasar, dan jenjang pendidikan menengah pada Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Estrella, G., Au, J., Jaeggi, S. M., & Collins, P. (2018). Is inquiry science instruction effective for English language learners? A meta-analytic review. *AERA Open*, 4(2), 1–23. <https://doi.org/10.1177/2332858418767402>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Ginting, B., Limiansih, K., & Hadiyanti, A. H. D. (2023). Science process skills analysis of class IV students of Kanisius Sengkan Yogyakarta Elementary School in science learning content. *JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA)*, 8(2), 73–79. <https://doi.org/10.26740/jppipa.v8n2.p73-79>
- Hadi, S., Sa'diyah, L., Yani, J., & Wulandari, A. M. (2025). Rekayasa Jean Piaget: Teori perkembangan kognitif dalam konsepsi anak di usia sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan: Riset dan Konseptual*, 9(1), 158–168. https://doi.org/10.28926/riset_konseptual.v9i1.1139
- Harlen, W. (2015). *Working with big ideas of science education*. InterAcademy Partnership.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Hugerat, M., Lafı, M., & Asli, S. (2026). Enhancing third-grade students' academic achievement and scientific attitudes through experimental demonstrations on alternative energy in Arab-community schools. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 148–161. <https://doi.org/10.30935/scimath/17869>
- Khumraksa, B., & Burachat, P. (2022). The scientific questioning and experimental skills of elementary school students: The intervention of research-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(4), 588–599. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i4.36807>
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>

- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Munjiah, A. U., & Utari, E. (2026). Penilaian autentik berbasis unjuk kerja untuk meningkatkan keterampilan proses sains pada peserta didik kelas 4 di Sekolah Dasar Negeri 2 Binong. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 10(1), 263–280. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v10i1.1986>
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Nollmeyer, G. E., Morrison, J., & Baldwin, K. A. (2019). Barriers to authentic science inquiry in the elementary classroom. *Educational Research: Theory and Practice*, 30(1), 1–6.
- Oliveira, H., & Bonito, J. (2023). Practical work in science education: A systematic literature review. *Frontiers in Education*, 8, 1151641. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1151641>
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K–12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Rajata, R. B., & Suryani, E. (2026). Studi komparatif metode demonstrasi dan eksperimen terhadap keterampilan proses sains siswa sekolah dasar. *Paedagogie*, 21(1), 179–188. <https://doi.org/10.31603/paedagogie.v21i1.15968>
- Ulfayantik, S., Jatmiko, B., & Supardi, Z. A. I. (2022). Development of online learning media using guided inquiry to improve science process skills of elementary school students assisted by Microsoft Office 365. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 11(2), 142–151. <https://doi.org/10.26740/jpps.v11n2.p142-151>
- Urdanivia Alarcón, D. A., Talavera-Mendoza, F., Rucano Paucar, F. H., Cayani Caceres, K. S., & Machaca Viza, R. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8, 1170487. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1170487>
- Wörner, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2022). The best of two worlds: A systematic review on combining real and virtual experiments in science education. *Review of Educational Research*, 92(6), 911–952. <https://doi.org/10.3102/00346543221079417>