Jurnal Pengabdian Multidisiplin
Volume 6 Nomor 3, 2026
Kuras Institute
Scidac Plus

Integrasi Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA Sekolah Dasar: Kajian Konseptual untuk Penguatan Kemampuan Bernalar Kritis

Sevianna Siahaan*, Ida Bagus Putu Arnyana, I Wayan Suastra, Dewa Bagus Sanjaya
Universitas Pendidikan Ganesha, Indonesia
selvianasiahaan17@guru.sd.belajar.id*

ABSTRAK

Literasi sains pada pendidikan dasar tidak hanya berkaitan dengan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan menggunakan pengetahuan, menafsirkan data, mengevaluasi bukti, dan mengambil keputusan yang beralasan. Artikel ini bertujuan menyintesis bukti penelitian mengenai hubungan literasi sains dan kemampuan bernalar kritis serta merumuskan kerangka integrasinya dalam pembelajaran IPA sekolah dasar. Naskah disusun sebagai tinjauan sistematis dengan pelaporan yang diarahkan pada PRISMA 2020. Strategi penelusuran mencakup istilah scientific literacy, primary/elementary science education, inquiry, scientific argumentation, dan critical thinking pada basis data ilmiah. Kriteria seleksi diarahkan pada artikel empiris atau tinjauan sejawat yang relevan dengan pendidikan sains jenjang dasar, praktik inkuiri, argumentasi berbasis bukti, atau penalaran kritis. Sintesis konseptual dalam naskah awal menunjukkan bahwa integrasi dapat dibangun melalui konteks fenomena, perumusan pertanyaan, penyelidikan terbimbing, interpretasi data, evaluasi bukti, argumentasi, kesimpulan, refleksi, dan tindakan. Namun, jumlah rekaman, jumlah artikel yang lolos seleksi, serta karakteristik korpus akhir belum dapat dilaporkan secara sahih dari dokumen sumber yang tersedia dan harus diisi setelah penelusuran basis data serta skrining aktual dilakukan. Kerangka yang diusulkan karena itu diposisikan sebagai hasil sintesis awal yang memerlukan pemutakhiran berdasarkan korpus final.

Kata Kunci: Literasi Sains, Pembelajaran IPA, Sekolah Dasar, Penalaran Kritis, Tinjauan Sistematis

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat murid perlu belajar lebih dari sekadar mengingat fakta. Mereka perlu menggunakan pengetahuan untuk memahami persoalan, menilai informasi, menafsirkan bukti, dan menyampaikan keputusan dengan alasan yang dapat dipertanggungjawabkan. Dalam Pendidikan Sains, kebutuhan tersebut berhubungan erat dengan Literasi Sains. OECD (2023a) memandang Literasi Sains sebagai kemampuan untuk terlibat dengan isu sains dan gagasan sains sebagai warga yang reflektif. Kerangka PISA menekankan kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan, serta menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah.

Orientasi tersebut menunjukkan bahwa Literasi Sains bukan sinonim dari hafalan konsep. Literasi Sains juga berkaitan dengan pemahaman tentang bagaimana pengetahuan ilmiah dihasilkan, diperiksa, dan dibenarkan. National Research Council (2012) menempatkan praktik ilmiah antara lain bertanya, merancang penyelidikan, menganalisis data, membangun penjelasan, dan berargumentasi dari bukti sebagai bagian penting dari pembelajaran sains. Dengan demikian, pengetahuan, praktik penyelidikan, dan penalaran perlu dikembangkan secara terhubung.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji pengembangan Literasi Sains dan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran, baik melalui pendekatan inkuiri, argumentasi ilmiah, maupun strategi pembelajaran berbasis masalah. Deehan et al. (2024), melalui kajian *scoping review* terhadap intervensi pembelajaran sains pada jenjang pendidikan dasar,

Artikel ini menggunakan lisensi Creative Commons Attribution 4.0 International License
© 2026 Penulis

menunjukkan bahwa pengalaman pembelajaran sains pada tingkat dasar memiliki peran penting dalam membentuk perkembangan literasi sains peserta didik. Kajian tersebut juga menyoroti adanya kesenjangan antara potensi hasil penelitian intervensi pembelajaran sains dan kondisi praktik pembelajaran sains di sekolah dasar. Temuan ini memperlihatkan bahwa pengembangan Literasi Sains tidak cukup hanya melalui penyampaian materi, tetapi memerlukan pendekatan pembelajaran yang mampu melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses ilmiah.

Selanjutnya, Li et al. (2022) melakukan tinjauan sistematis terhadap penelitian argumentasi ilmiah dalam pembelajaran sains dengan menelusuri lima basis data dan memperoleh 12 penelitian eksperimental yang memenuhi kriteria kajian. Hasil sintesis menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis argumentasi ilmiah berpotensi mendukung perubahan konseptual peserta didik melalui dimensi kognitif, ontologis, dan intensional. Temuan tersebut memperkuat pentingnya aktivitas menghubungkan klaim, bukti, dan alasan dalam pembelajaran sains. Meskipun demikian, fokus kajian tersebut lebih diarahkan pada perubahan konseptual melalui argumentasi ilmiah, sehingga masih terdapat ruang untuk mengembangkan pemetaan yang lebih luas mengenai keterkaitan argumentasi, penggunaan bukti, dan proses bernalar kritis dalam keseluruhan tahapan pembelajaran IPA di sekolah dasar.

Bukti lain ditunjukkan oleh Roy et al. (2025) melalui *systematic literature review* terhadap penelitian empiris mengenai Literasi Sains dalam pendidikan formal. Penelitian tersebut menelusuri tiga basis data, yaitu EBSCOhost, ERIC, dan Web of Science, serta memperoleh 79 artikel dari 857 rekaman awal untuk dianalisis. Hasil kajian menunjukkan bahwa penelitian Literasi Sains masih didominasi oleh kajian pada jenjang pendidikan dasar, menengah, dan tinggi, dengan pendekatan kuantitatif sebagai metode yang banyak digunakan. Penulis juga mengidentifikasi beberapa ruang pengembangan, antara lain keterbatasan perhatian terhadap karakteristik pendidikan pada tahun-tahun awal, perspektif anak, konteks budaya, serta kesinambungan pengembangan Literasi Sains antartingkat pendidikan. Temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan Literasi Sains masih memerlukan kajian yang lebih kontekstual dan memperhatikan proses peserta didik dalam membangun pemahaman ilmiah sejak pendidikan dasar.

Sementara itu, Jegstad et al. (2025) melakukan *systematic review* terhadap 105 artikel yang membahas pengembangan kemampuan berpikir kritis di kelas pendidikan dasar, meliputi pembelajaran ilmu sosial, sains, dan bahasa. Hasil kajian mengidentifikasi empat pendekatan utama dalam pengembangan berpikir kritis, yaitu pendekatan tekstual, dialogis, digital, dan praktis. Penelitian tersebut juga menemukan bahwa sebagian besar studi berfokus pada peserta didik kelas 4–6, sedangkan penelitian pada kelas 1–2 masih relatif terbatas. Selain itu, beberapa penelitian belum memiliki landasan teoretis berpikir kritis yang kuat. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa pengembangan berpikir kritis di sekolah dasar membutuhkan kejelasan landasan konseptual serta keterkaitan antara karakteristik materi pembelajaran dan aktivitas yang mendorong peserta didik melakukan dialog, analisis, serta evaluasi secara kritis.

Berdasarkan hasil kajian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa Literasi Sains, pembelajaran inkuiri, argumentasi ilmiah, dan kemampuan berpikir kritis telah memperoleh perhatian dalam berbagai penelitian. Namun, masing-masing kajian masih memiliki fokus yang relatif spesifik. Deehan et al. (2024) menekankan intervensi pembelajaran sains pada pendidikan dasar, Li et al. (2022) berfokus pada peran argumentasi ilmiah dalam perubahan konseptual, Roy et al. (2025) mengkaji perkembangan dan praktik Literasi Sains dalam pendidikan formal, sedangkan Jegstad et al. (2025) memetakan pendekatan pengembangan berpikir kritis di kelas pendidikan dasar. Dengan demikian, kesenjangan kajian bukan terletak pada belum adanya penelitian mengenai Literasi Sains maupun berpikir kritis, melainkan pada kebutuhan untuk menyintesiskan keterkaitan keduanya secara lebih terstruktur dalam konteks pembelajaran IPA Sekolah Dasar. Secara khusus, diperlukan kerangka konseptual yang menjelaskan bagaimana penggunaan pengetahuan ilmiah, kegiatan penyelidikan, interpretasi data, evaluasi bukti, argumentasi, dan refleksi dapat diintegrasikan sebagai proses pembelajaran yang mendukung penguatan kemampuan bernalar kritis peserta didik.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, artikel ini menawarkan kontribusi berupa sintesis konseptual yang menghubungkan aktivitas Literasi Sains dengan proses bernalar kritis dalam pembelajaran IPA Sekolah Dasar. Integrasi tersebut dirumuskan melalui tahapan yang meliputi pengenalan fenomena kontekstual, identifikasi masalah, perumusan pertanyaan, penyelidikan ilmiah, pengumpulan dan interpretasi data, evaluasi bukti, penyusunan argumentasi, penarikan kesimpulan, refleksi, serta pengambilan keputusan berdasarkan bukti. Kerangka ini diharapkan dapat memberikan landasan bagi pengembangan pembelajaran IPA yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga mendorong peserta didik menggunakan pengetahuan secara analitis, evaluatif, dan reflektif. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk (1) menganalisis keterkaitan konseptual antara Literasi Sains dan kemampuan bernalar kritis; (2) mengidentifikasi prinsip

pedagogis yang mendukung integrasi keduanya dalam pembelajaran IPA Sekolah Dasar; dan (3) merumuskan kerangka konseptual integrasi Literasi Sains sebagai landasan penguatan kemampuan bernalar kritis peserta didik.

METODE

Artikel ini menggunakan metode kajian konseptual (conceptual literature review) bukan tinjauan sistematis atau meta-analisis. Kajian konseptual digunakan untuk membangun pemahaman teoritis mengenai hubungan antarkonsep dan merumuskan kerangka pemikiran yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan pembelajaran. Tujuan metode ini adalah menyusun sintesis argumentatif antarkonstruk dan merumuskan kerangka konseptual yang koheren. Sumber yang menjadi landasan meliputi kerangka kebijakan dan asesmen Literasi Sains, buku atau karya teoretis fundamental, serta artikel ilmiah mengenai Pendidikan Sains, pembelajaran IPA Sekolah Dasar, inkuiri, argumentasi ilmiah, isu sosiosaintifik, dan penalaran kritis.

Literatur yang digunakan mencakup dokumen kebijakan dan kerangka Literasi Sains Internasional, publikasi ilmiah mengenai Pendidikan Sains, pembelajaran IPA Sekolah Dasar, scientific literacy, inquiry-based science education, scientific argumentation, critical thinking, dan pendekatan pembelajaran berbasis masalah.

Literatur mutakhir dalam naskah diarahkan terutama pada publikasi 2021—2025, sedangkan karya yang lebih lama dipertahankan apabila berfungsi sebagai landasan teoretis atau historis. Pemilihan sumber dilakukan secara purposif berdasarkan keterkaitannya dengan fokus artikel dan kegunaannya untuk menjelaskan konstruk utama, proses pembelajaran, atau mekanisme argumentasi berbasis bukti. Karena kajian ini bersifat konseptual dan tidak dirancang sebagai tinjauan sistematis, naskah ini tidak mengklaim pencarian yang exhaustif, jumlah rekaman awal, atau prosedur seleksi ala PRISMA.

Analisis dilakukan melalui tiga langkah. Pertama, identifikasi konstruk utama: literasi sains, pembelajaran IPA Sekolah Dasar, penalaran kritis, inkuiri, argumentasi ilmiah, dan pemecahan masalah. Kedua, pemetaan hubungan antarkonstruk dengan menelaah aktivitas belajar yang memerlukan penggunaan pengetahuan, interpretasi data, evaluasi bukti, justifikasi klaim, dan refleksi. Ketiga, sintesis konseptual untuk merumuskan prinsip dan urutan pembelajaran yang menghubungkan konstruk-konstruk tersebut. Kerangka yang dihasilkan merupakan proposisi konseptual; kerangka ini belum diuji sebagai model pembelajaran empiris.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Literasi Sains sebagai penggunaan Pengetahuan dan Bukti

Literasi Sains mencakup lebih dari pengetahuan konten. Kerangka PISA mengorganisasikannya melalui kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan, serta menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2023a). Ketiga kompetensi itu menghubungkan pengetahuan dengan praktik penggunaannya. Murid tidak hanya perlu mengetahui konsep, tetapi juga menentukan kapan konsep relevan, bukti apa yang diperlukan, dan apakah kesimpulan didukung oleh data.

Pembedaan pengetahuan konten, prosedural, dan epistemik membantu memperjelas integrasi tersebut. Pengetahuan konten berkaitan dengan konsep sains; pengetahuan prosedural berkaitan dengan cara memperoleh data; sedangkan pengetahuan epistemik berkaitan dengan alasan mengapa bukti tertentu dapat mendukung suatu penjelasan. Kerangka Pendidikan Sains K-13 menegaskan bahwa praktik ilmiah perlu berjalan bersama pemahaman konsep dan gagasan lintas bidang (National Research Council, 2012). Karena itu, kegiatan eksperimen tidak otomatis menghasilkan Literasi Sains apabila murid tidak menafsirkan data atau mempertimbangkan kualitas kesimpulan.

Literasi Sains pada jenjang dasar sebaiknya dikembangkan melalui tugas yang sesuai dengan usia dan pengalaman murid. Pertanyaan mengenai perubahan pertumbuhan tanaman, penggunaan air, sampah di lingkungan sekolah, atau sumber energi dapat menghubungkan konsep dengan pengamatan nyata. Fokusnya bukan menuntut murid melakukan penyelidikan kompleks, melainkan membiasakan mereka menjelaskan fenomena menggunakan data yang dapat diperiksa.

Hakikat Literasi Sains

Literasi Sains merupakan konstruksi multidimensional. Dalam perspektif kontemporer, literasi sains tidak dapat direduksi menjadi kemampuan mengingat fakta ilmiah. OECD menempatkan tiga kompetensi utama dalam Literasi Sains, yaitu:

1. Menjelaskan fenomena secara ilmiah

2. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah
3. Menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah

Ketiga kompetensi tersebut memperlihatkan bahwa Literasi Sains merupakan kemampuan menggunakan pengetahuan untuk melakukan sesuatu. Secara konseptual dapat digambarkan:

Tabel 1. Literasi Sains

Dimensi	Fokus kemampuan
Pengetahuan konten	Memahami konsep dan prinsip sains
Pengetahuan prosedural	Memahami bagaimana penyelidikan dilakukan
Pengetahuan epistemik	Memahami bagaimana pengetahuan ilmiah dibangun dan dibenarkan
Menjelaskan fenomena	Menggunakan konsep untuk menjelaskan fenomena
Penyelidikan	Merumuskan pertanyaan dan mengevaluasi prosedur
Interpretasi bukti	Membaca data dan menentukan maknanya
Argumentasi	Menghubungkan klaim, alasan, dan bukti
Pengambilan keputusan	Menggunakan informasi ilmiah untuk menentukan tindakan

Kerangka tersebut menunjukkan bahwa Literasi Sains mempunyai hubungan langsung dengan kemampuan bernalar. Murid harus melakukan proses evaluasi, perbandingan, inferensi, dan justifikasi ketika menggunakan bukti ilmiah.

Pembelajaran IPA Sekolah Dasar sebagai Konteks Autentik

Pembelajaran IPA menyediakan konteks autentik bagi murid untuk mempraktikkan Literasi Sains karena fenomena yang dipelajari dapat diamati, dibandingkan, atau dimodelkan. Kajian mengenai intervensi pembelajaran sains primer menempatkan jenjang Sekolah Dasar sebagai ruang penting untuk mempelajari pendekatan yang mendukung keterlibatan murid dengan Sains (Deehan et al., 2024). Namun, kedekatan topik dengan kehidupan sehari-hari belum cukup. Guru perlu merancang tugas yang meminta murid menghubungkan pertanyaan dengan data dan menggunakan data untuk mendukung penjelasan.

Sebagai contoh, topik air keruh dapat dikembangkan menjadi pertanyaan: “Data apa yang dapat kita kumpulkan untuk membandingkan kondisi dua sampel air?” Murid dapat mencatat warna, keberadaan partikel yang terlihat, atau indikator sederhana lain yang aman dan sesuai tujuan pelajaran. Mereka kemudian membandingkan hasil dan menyatakan keterbatasan pengamatan. Kegiatan ini tidak boleh mengarahkan murid menyimpulkan bahwa air aman diminum hanya berdasarkan kejernihan; justru keterbatasan tersebut dapat menjadi kesempatan untuk memahami bahwa klaim ilmiah harus sepadan dengan bukti.

Contoh tersebut memperlihatkan bahwa pembelajaran kontekstual perlu memuat batasan epistemik. Data pengamatan sederhana dapat mendukung pernyataan terbatas tentang ciri yang diamati, tetapi tidak selalu dapat menjawab pertanyaan yang lebih luas. Kesadaran terhadap batas bukti merupakan unsur penting dalam membangun penalaran yang hati-hati.

Penalaran Kritis dalam Pembelajaran IPA

Dalam konteks artikel ini, penalaran kritis meliputi pengenalan masalah, klarifikasi informasi, analisis hubungan, evaluasi bukti, pertimbangan alternatif, inferensi, dan justifikasi kesimpulan. Proses tersebut berlangsung ketika murid memutuskan apakah data relevan, membandingkan penjelasan yang mungkin, atau menjelaskan alasan di balik jawabannya. Huang dan Sang (2023) menunjukkan bahwa konsep berpikir kritis memiliki beragam penekanan dalam literatur pendidikan Guru; keragaman ini mengingatkan bahwa istilah dan indikator penalaran harus didefinisikan secara jelas sesuai tujuan kajian.

Penalaran kritis tidak seharusnya direduksi menjadi daftar keterampilan umum yang terpisah dari konten Sains. Untuk menilai penjelasan tentang pertumbuhan tanaman, misalnya, murid membutuhkan pemahaman awal tentang kebutuhan tumbuhan, sekaligus kemampuan membandingkan kondisi, memeriksa data, dan menilai penjelasan. Pengetahuan sains memberi substansi pada penalaran, sedangkan penalaran membantu murid menggunakan pengetahuan secara reflektif.

Hubungan tersebut juga menunjukkan bahwa tidak setiap kegiatan aktif otomatis melatih penalaran kritis. Eksperimen yang hanya diikuti pencatatan hasil tanpa pembahasan alasan mungkin memberi pengalaman prosedural, tetapi belum tentu mendorong evaluasi bukti. Guru perlu mengajukan pertanyaan tindak lanjut seperti: “Data mana yang

mendukung kesimpulanmu?", "Adakah hasil yang tidak sesuai dengan dugaan?", dan "Apa yang belum dapat kita simpulkan dari data ini?"

Hubungan Konseptual Literasi Sains dan Bernalar Kritis

Literasi Sains dan bernalar kritis saling beririsan, tetapi tidak identik. Literasi Sains menempatkan penggunaan pengetahuan ilmiah dan praktik sains sebagai konteks; penalaran kritis menekankan kualitas proses menilai informasi, bukti, alasan, dan kesimpulan. Integrasi keduanya memungkinkan pembelajaran IPA tidak hanya menilai jawaban akhir, tetapi juga bagaimana murid sampai pada jawaban tersebut.

Tabel 2. sintesis konseptual

Aktivitas Literasi Sains	Proses Bernalar Kritis	Bukti Belajar yang dapat diamati
Mengamati fenomena	Memilih informasi relevan	Catatan pengamatan yang terarah
Merumuskan pertanyaan	Mengidentifikasi masalah dan asumsi	Pertanyaan yang dapat diselidiki
Merancang/menjalankan penyelidikan	Mempertimbangkan cara memperoleh data	Prosedur yang sesuai dengan pertanyaan
Mengumpulkan dan menafsirkan data	Mengenali pola, perbedaan, dan keterbatasan	Tabel/grafik sederhana beserta interpretasi
Mengevaluasi bukti	Menilai relevansi dan kecukupan bukti	Alasan mengapa data mendukung atau belum mendukung klaim
Membangun argumentasi	Menghubungkan klaim, bukti, dan alasan	Penjelasan yang menyertakan bukti
Menyimpulkan dan merefleksi	Menarik inferensi dan menimbang alternatif	Kesimpulan yang proporsional serta refleksi atas keterbatasan

Pemetaan pada Tabel 2 merupakan sintesis konseptual untuk membantu Guru melihat hubungan antara kegiatan Sains dan proses berpikir. Kolom bukti belajar bukan instrumen tervalidasi, melainkan contoh indikator yang perlu disesuaikan dan diuji sebelum digunakan sebagai alat ukur formal.

Argumentasi ilmiah menjadi penghubung penting karena murid perlu mengubah data menjadi penjelasan yang dapat dinilai orang lain. Osborne (2010) menekankan pentingnya wacana argumentatif dalam pembelajaran Sains, sedangkan Li et al. (2022) mengkaji potensi argumentasi ilmiah bagi perubahan konseptual. Dalam kelas dasar, argumentasi tidak harus berbentuk debat formal; murid dapat menyampaikan klaim, menunjuk data, dan menjelaskan mengapa data tersebut mendukung klaimnya. Teman sekelas dapat mengajukan pertanyaan atau menawarkan interpretasi lain dengan dukungan Guru.

Prinsip Pedagogis untuk Integrasi

Berdasarkan sintesis literatur, integrasi literasi sains dan penalaran kritis memerlukan setidaknya lima prinsip. Pertama, pembelajaran dimulai dari fenomena atau masalah yang bermakna bagi murid. Kedua, pertanyaan belajar harus dapat dijawab melalui pengamatan, data, atau sumber informasi yang sesuai. Ketiga, kegiatan penyelidikan disertai bantuan Guru (scaffolding) yang disesuaikan dengan usia, pengetahuan awal, dan keselamatan murid. Keempat, interpretasi bukti dan argumentasi harus menjadi bagian eksplisit dari pembelajaran, bukan tambahan opsional. Kelima, refleksi perlu memberi kesempatan kepada murid untuk meninjau apakah kesimpulan mereka didukung bukti dan apakah masih ada keterbatasan.

Inkuiri mendukung prinsip tersebut karena memberi ruang untuk bertanya, menyelidiki, menganalisis, dan mengomunikasikan temuan. Akan tetapi, inkuiri bukan satu prosedur tunggal dan tidak selalu berarti murid bekerja tanpa arahan. Untuk murid Sekolah Dasar, Guru dapat menyediakan pertanyaan awal, bahan pengamatan, format pencatatan, atau pilihan metode yang aman, sambil secara bertahap memberi tanggung jawab lebih besar kepada murid.

Isu sosiosaintifik seperti sampah plastik, penggunaan energi, kesehatan, dan konservasi lingkungan dapat memperluas penerapan literasi sains karena menghubungkan pengetahuan dengan pilihan tindakan. Namun, isu perlu disederhanakan sesuai perkembangan murid dan tidak boleh dipakai untuk memaksakan satu jawaban tanpa pemeriksaan bukti. Murid dapat membandingkan alternatif, mengidentifikasi manfaat dan keterbatasan, lalu menjelaskan alasan pilihan mereka. Keputusan berbasis sains juga dapat dipengaruhi pertimbangan sosial, ekonomi, dan nilai; karena itu, guru perlu membantu murid membedakan bukti ilmiah dari pertimbangan normatif.

Kerangka konseptual integrasi

Artikel ini mengusulkan kerangka integrasi dengan sepuluh tahap yang saling berhubungan: (1) konteks nyata; (2) pengenalan fenomena; (3) identifikasi masalah; (4) perumusan pertanyaan; (5) penyelidikan; (6) pengumpulan dan interpretasi data; (7) evaluasi bukti; (8) argumentasi ilmiah; (9) kesimpulan dan refleksi; serta (10) keputusan atau tindakan yang proporsional terhadap bukti. Alur tersebut bukan urutan kaku. Dalam praktik, murid dapat kembali ke tahap sebelumnya ketika data baru muncul atau penjelasan awal tidak lagi memadai.

Secara fungsional, konteks dan fenomena membangun relevansi; pertanyaan mengarahkan pencarian informasi; penyelidikan menghasilkan data; interpretasi mengubah data menjadi bukti yang bermakna; penalaran mengevaluasi hubungan antara bukti dan klaim; argumentasi mengomunikasikan justifikasi; sedangkan refleksi memeriksa batas kesimpulan. Keputusan atau tindakan ditempatkan pada akhir alur apabila sesuai dengan tujuan pelajaran. Dengan cara ini, literasi sains bukan sekadar nama kegiatan, melainkan orientasi penggunaan pengetahuan, sementara penalaran kritis tampak dalam evaluasi yang dilakukan sepanjang proses.

Kerangka ini memperluas alur awal "fenomena–pertanyaan–penyelidikan–data–bukti–penalaran–argumentasi–kesimpulan–refleksi–tindakan" dengan memperjelas identifikasi masalah, interpretasi data, serta sifat berulang proses penyelidikan. Kontribusinya adalah menyatukan komponen-komponen yang sering dibahas secara terpisah ke dalam satu peta pedagogis yang dapat diturunkan menjadi tujuan pembelajaran, aktivitas, dan asesmen. Klaim kebaruan ini dibatasi pada sintesis dan pengorganisasian konseptual; artikel ini tidak menyatakan bahwa setiap komponen merupakan gagasan baru secara terpisah.

Tabel 3. Tahap Kerangka

Tahap Kerangka	Fokus Kegiatan Murid	Fokus Penalaran
Konteks dan fenomena	Mengamati persoalan nyata	Menentukan hal yang relevan
Identifikasi masalah dan pertanyaan	Merumuskan apa yang ingin diketahui	Memperjelas masalah dan asumsi
Penyelidikan	Memilih atau mengikuti prosedur yang sesuai	Menimbang cara memperoleh data
Data dan interpretasi	Mencatat, membandingkan, dan menyajikan hasil	Mengenali pola dan keterbatasan
Evaluasi bukti	Menilai data yang mendukung klaim	Memeriksa relevansi dan kecukupan
Argumentasi	Menyampaikan klaim disertai bukti dan alasan	Menguji hubungan bukti-alasan
Menguji hubungan bukti-alasan	Merumuskan jawaban dan meninjau proses	Menilai alternatif serta batas simpulan
Keputusan/tindakan	Mengusulkan langkah yang sesuai konteks	Menimbang konsekuensi dan dasar bukti

Research Gap dan Kontribusi Konseptual

Literatur yang dirujuk dalam artikel ini telah membahas Literasi Sains, praktik inkuiri, argumentasi ilmiah, dan perkembangan berpikir kritis dari sudut yang berbeda (National Research Council, 2012; Osborne, 2010; Li et al., 2022; Huang & Sang, 2023; Deehan et al., 2024). Karena itu, research gap tidak tepat dirumuskan sebagai ketiadaan penelitian tentang hubungan Literasi Sains dan berpikir kritis. Berdasarkan cakupan sumber yang dibahas dalam naskah ini, celah yang lebih dapat dipertanggungjawabkan adalah kebutuhan akan kerangka pedagogis yang secara eksplisit memetakan bagaimana praktik Literasi Sains dapat menampakkan proses bernalar kritis pada pembelajaran IPA Sekolah Dasar.

Tabel 4. Literasi Sains

Fokus Literatur	Kontribusi yang telah dibahas	Ruang Sintesis Artikel ini
Literasi Sains	Kompetensi menjelaskan fenomena, menyelidiki, dan menafsirkan bukti	Menghubungkan kompetensi dengan indikator proses bernalar kritis
Inkuiri Sains	Pertanyaan, penyelidikan, data, dan komunikasi temuan	Memperjelas evaluasi bukti dan refleksi sebagai tahapan eksplisit
Argumentasi ilmiah	Penggunaan klaim, bukti, dan alasan dalam penjelasan sains	Menempatkan argumentasi sebagai jembatan antara interpretasi dan kesimpulan
Isu kontekstual/sosiosaintifik	Mengaitkan sains dengan persoalan kehidupan dan keputusan	Menjelaskan bagaimana keputusan harus proporsional terhadap bukti dan konteks
Pembelajaran IPA Sekolah Dasar	Peluang mengembangkan praktik sains pada jenjang primer	Menyusun urutan konseptual yang dapat diterjemahkan menjadi aktivitas dan asesmen

Dengan demikian, kontribusi artikel terletak pada (a) pemetaan hubungan antara aktivitas literasi sains dan proses bernalar kritis; (b) perumusan alur pembelajaran yang menghubungkan penyelidikan dengan evaluasi bukti, argumentasi, dan refleksi; serta (c) penurunan kerangka ke contoh indikator belajar yang dapat menjadi dasar pengembangan asesmen. Kerangka ini masih berupa proposisi dan memerlukan telaah pakar serta pengujian empiris.

Implikasi Pedagogis dan Batasan

Bagi Guru, kerangka ini menyarankan pergeseran pertanyaan dari "Apa jawabannya?" menjadi "Bukti apa yang mendukung jawaban itu dan mengapa?". Tujuan pembelajaran perlu menggabungkan konsep sains dan penggunaannya, misalnya bukan hanya menyebutkan faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman, tetapi menjelaskan perbedaan pertumbuhan berdasarkan hasil pengamatan yang tersedia. Asesmen dapat meminta murid menunjukkan data yang dipakai, memberi alasan, mempertimbangkan data yang tidak sesuai dugaan, dan menyatakan apa yang belum dapat disimpulkan.

Bagi pengembang bahan ajar, kerangka dapat digunakan untuk merancang lembar kerja, bacaan informasional, tabel pengamatan, grafik sederhana, dan rubrik argumentasi. Rubrik perlu membedakan ketepatan konsep, relevansi bukti, hubungan bukti dengan klaim, kejelasan alasan, dan kemampuan menyebutkan keterbatasan. Indikator tersebut merupakan usulan awal dan perlu diuji validitas serta keterpahamannya sebelum digunakan untuk membuat keputusan evaluatif.

Artikel ini memiliki beberapa batasan. Pertama, kajian bersifat konseptual dan tidak melaporkan prosedur pencarian sistematis yang memungkinkan reproduksi seluruh sumber. Kedua, kerangka yang diusulkan belum diuji di kelas sehingga belum dapat disimpulkan bahwa penerapannya menyebabkan peningkatan kemampuan murid. Ketiga, indikator penalaran yang diusulkan perlu disesuaikan dengan kelas, pengetahuan awal, bahasa, dan konteks sekolah. Penelitian lanjutan dapat melakukan pemetaan literatur yang lebih sistematis, validasi pakar, pengembangan perangkat, dan studi empiris untuk menguji keterlaksanaan serta dampak kerangka.

Peran Guru dalam Integrasi Literasi Sains

Integrasi Literasi Sains membutuhkan perubahan peran Guru. Guru tidak hanya berperan sebagai penyampai informasi, tetapi sebagai:

1. Fasilitator berpikir

   Guru memberikan pertanyaan yang mendorong murid menjelaskan alasan.

2. Pengarah penyelidikan

   Guru membantu murid merancang cara memperoleh bukti.

3. Mediator argumentasi

   Guru mengarahkan murid agar pendapat disertai bukti.

4. Pemberi scaffolding

   Guru memberikan bantuan sesuai kebutuhan murid.

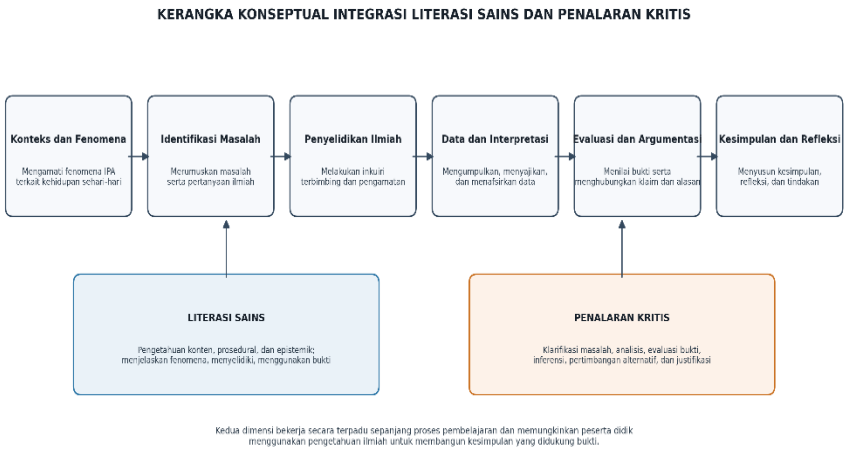
5. Pengembang budaya ilmiah

   Guru membangun kebiasaan bertanya, memeriksa bukti, terbuka terhadap alternatif penjelasan, dan bersedia memperbaiki kesimpulan.

Peran Guru menjadi penting karena Literasi Sains tidak otomatis berkembang hanya karena murid melakukan eksperimen. Aktivitas belajar harus dirancang secara eksplisit agar murid memahami hubungan antara pertanyaan, metode, data, bukti, dan kesimpulan. Penelitian mengenai Guru dan Literasi Sains menunjukkan pentingnya praktik pembelajaran seperti guided reading, penggunaan bahan cetak dan visual, eksperimen, serta proyek dalam mendukung perkembangan Literasi Sains.

Model Konseptual Integrasi

Berdasarkan sintesis teori dan penelitian, integrasi Literasi Sains dan penalaran kritis dalam pembelajaran IPA Sekolah Dasar dapat dirumuskan dalam kerangka berikut:



Gambar 1. Kerangka

Kerangka tersebut memperlihatkan bahwa Literasi Sains berfungsi sebagai proses, sedangkan kemampuan bernalar kritis berkembang melalui proses tersebut. Literasi Sains menyediakan konteks dan praktik ilmiah, sedangkan penalaran kritis menyediakan proses evaluatif untuk menilai informasi, bukti, alasan, dan kesimpulan.

Kajian terdahulu menunjukkan bahwa penelitian Pendidikan Sains telah banyak membahas inkuiri, argumentasi, isu sosiosaintifik, STEM, dan Literasi Sains. Review mengenai penelitian TIMSS dan PISA juga menunjukkan bahwa banyak penelitian menghubungkan Pembelajaran Sains dengan aktivitas inkuiri dan berbagai hasil belajar murid. Namun, terdapat ruang pengembangan konseptual pada integrasi beberapa komponen secara simultan, khususnya:

Tabel 5. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu banyak menekankan	Kebutuhan Pengembangan
Penguasaan Konsep Sains	Penggunaan konsep untuk bernalar
Inkuiri	Inkuiri yang eksplisit mengembangkan evaluasi bukti
Argumentasi	Argumentasi sebagai bagian dari literasi sains
Literasi Sains	Hubungan eksplisit dengan penalaran kritis
Isu Sosiosaintifik	Adaptasi isu untuk konteks anak SD
Aktivitas Eksperimen	Analisis bukti setelah eksperimen
Hasil Belajar	Proses berpikir yang menghasilkan jawaban

Dengan demikian, novelty konseptual artikel ini terletak pada pengajuan Integrasi Literasi Sains dan Penalaran Kritis sebagai satu kesatuan proses pembelajaran IPA, bukan sebagai dua kompetensi yang dikembangkan secara terpisah.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Kajian konseptual ini menunjukkan bahwa Literasi Sains dan kemampuan bernalar kritis memiliki hubungan fungsional dalam pembelajaran IPA Sekolah Dasar, tetapi keduanya tidak identik. Literasi Sains menekankan penggunaan pengetahuan ilmiah untuk menjelaskan fenomena, menyelidiki pertanyaan, dan menafsirkan bukti; penalaran kritis tampak ketika murid mengevaluasi informasi, menilai hubungan bukti dan klaim, mempertimbangkan alternatif, serta menyusun kesimpulan yang beralasan.

Kerangka integrasi yang diusulkan menghubungkan konteks dan fenomena, identifikasi masalah, pertanyaan, penyelidikan, data, evaluasi bukti, argumentasi, kesimpulan, refleksi, dan keputusan atau tindakan. Kerangka tersebut dapat membantu Guru merancang tujuan, aktivitas, dan asesmen yang menilai proses berpikir selain jawaban akhir. Karena kajian ini tidak menguji intervensi secara empiris, kerangka belum dapat dinyatakan terbukti efektif. Pengembangan selanjutnya perlu mencakup validasi, uji keterlaksanaan, dan pengujian empiris pada konteks pembelajaran IPA Sekolah Dasar.

SARAN

Berdasarkan hasil kajian konseptual mengenai integrasi Literasi Sains dalam pembelajaran IPA Sekolah Dasar untuk memperkuat kemampuan bernalar kritis, beberapa saran dapat dikemukakan.

Bagi Guru Sekolah Dasar, pembelajaran IPA disarankan tidak hanya berorientasi pada penguasaan fakta, konsep, dan definisi, tetapi memberikan kesempatan kepada murid untuk menggunakan pengetahuan Sains dalam memahami fenomena dan menyelesaikan persoalan nyata. Guru dapat memulai pembelajaran dengan fenomena yang dekat dengan kehidupan murid, kemudian mengarahkan murid untuk mengidentifikasi masalah, mengajukan pertanyaan, melakukan penyelidikan, mengumpulkan data, menginterpretasikan bukti, menyusun argumentasi, dan menarik kesimpulan. Pendekatan tersebut sesuai dengan kerangka integrasi yang dikembangkan dalam artikel ini.

Guru disarankan mengembangkan pertanyaan pembelajaran yang berorientasi pada bukti dan penalaran. Pertanyaan tidak sebaiknya berhenti pada "apa" atau "sebutkan", tetapi dikembangkan menjadi pertanyaan "mengapa", "bagaimana membuktikannya", "bukti apa yang mendukung", dan "apakah terdapat penjelasan lain". Pertanyaan semacam ini dapat membantu murid mengembangkan kemampuan mengidentifikasi informasi, menganalisis hubungan sebab-akibat, mengevaluasi bukti, membuat inferensi, dan memberikan alasan terhadap suatu kesimpulan.

Kegiatan inkuiri perlu diterapkan secara sesuai dengan karakteristik dan perkembangan murid Sekolah Dasar. Inkuiri tidak harus selalu berbentuk eksperimen yang kompleks. Guru dapat memanfaatkan lingkungan sekolah, pengamatan pertumbuhan tanaman, perubahan wujud benda, sumber energi, kondisi lingkungan, gambar, tabel, atau grafik sederhana sebagai sumber penyelidikan. Hal yang lebih penting adalah kualitas proses berpikir murid dalam menghubungkan pertanyaan, data, bukti, penjelasan, dan kesimpulan.

Argumentasi ilmiah perlu dibangun sebagai budaya belajar di kelas. Murid perlu dibiasakan untuk tidak hanya menyampaikan jawaban, tetapi juga menjelaskan bukti dan alasan yang mendukung jawabannya. Guru dapat membiasakan pola komunikasi seperti "Saya berpendapat demikian karena...", "Bukti yang mendukung adalah...", dan "Data tersebut menunjukkan bahwa...". Dengan demikian, pembelajaran IPA dapat membentuk kebiasaan menggunakan bukti dan alasan dalam menyampaikan pendapat.

Pembelajaran IPA disarankan memanfaatkan isu sosiosaintifik yang dekat dengan kehidupan murid. Persoalan seperti sampah plastik, pencemaran air, penggunaan energi, kesehatan, keamanan pangan, konservasi lingkungan, dan perubahan iklim dapat digunakan sebagai konteks pembelajaran. Namun, isu tersebut perlu disederhanakan dan disesuaikan dengan tingkat perkembangan kognitif murid Sekolah Dasar. Melalui konteks tersebut, murid dapat belajar mengidentifikasi masalah, mencari informasi, membandingkan alternatif, mempertimbangkan bukti, memilih solusi, dan menyampaikan argumentasi.

Asesmen pembelajaran IPA perlu diarahkan untuk menilai proses berpikir, bukan hanya jawaban akhir. Instrumen asesmen sebaiknya mempertimbangkan kemampuan murid dalam menggunakan bukti, menginterpretasikan data, memberikan alasan, menyusun argumentasi, menarik kesimpulan, mengevaluasi informasi, dan merefleksikan proses berpikir. Dengan demikian, asesmen dapat memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai perkembangan Literasi Sains dan kemampuan bernalar kritis murid.

Sekolah disarankan memberikan dukungan terhadap pengembangan ekosistem pembelajaran yang berorientasi pada Literasi Sains dan penalaran kritis. Dukungan tersebut dapat berupa penyediaan bahan ajar kontekstual, media visual, lingkungan belajar yang mendukung kegiatan penyelidikan, serta pengembangan kompetensi Guru melalui kegiatan pelatihan atau komunitas belajar. Perubahan orientasi pembelajaran tidak cukup hanya dilakukan pada tingkat individu Guru, tetapi perlu didukung oleh budaya akademik sekolah.

Bagi pengembang perangkat dan model pembelajaran, kerangka konseptual yang dihasilkan dalam artikel ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi perangkat pembelajaran, bahan ajar, LKPD, sintaks pembelajaran, maupun instrumen asesmen yang secara eksplisit mengintegrasikan Literasi Sains dan kemampuan bernalar kritis.

Bagi peneliti selanjutnya, diperlukan penelitian empiris untuk menguji efektivitas integrasi Literasi Sains terhadap kemampuan bernalar kritis murid Sekolah Dasar. Kajian konseptual ini telah menunjukkan hubungan fungsional antara kedua konstruk, tetapi belum membuktikan secara empiris besarnya pengaruh integrasi tersebut terhadap perkembangan kemampuan murid. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan desain eksperimen atau kuasi-eksperimen, penelitian pengembangan, maupun mixed methods untuk menguji efektivitas model, proses implementasi, serta pengalaman murid dan Guru selama pembelajaran.

Penelitian lanjutan juga disarankan mengembangkan instrumen asesmen yang mampu mengukur Literasi Sains dan kemampuan bernalar kritis secara lebih komprehensif. Instrumen tidak hanya mengukur penguasaan konsep, tetapi juga

kemampuan menjelaskan fenomena, mengevaluasi penyelidikan, menginterpretasikan data dan bukti, membangun argumentasi, mengevaluasi kesimpulan, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti. Hal ini penting agar keberhasilan integrasi Literasi Sains dalam pembelajaran IPA dapat diketahui secara lebih objektif.

Dengan demikian, integrasi Literasi Sains dan kemampuan bernalar kritis perlu dipandang bukan sebagai penambahan kegiatan literasi dalam pembelajaran IPA, melainkan sebagai perubahan orientasi pembelajaran dari sekadar menerima dan mengingat pengetahuan menuju penggunaan pengetahuan secara aktif, berbasis bukti, argumentatif, reflektif, dan kontekstual. Implementasi gagasan ini secara berkelanjutan diharapkan dapat membantu murid Sekolah Dasar membangun kebiasaan berpikir ilmiah dan kemampuan mengambil keputusan yang didasarkan pada bukti serta alasan yang dapat dipertanggungjawabkan.

DAFTAR PUSTAKA

Al Sultan, A., Henson, H., & Lickteig, D. (2021). Assessing preservice elementary teachers' conceptual understanding of scientific literacy. Teaching and Teacher Education, 102, 103327.

American Association for the Advancement of Science. (1990). Science for all Americans. Oxford University Press.

Arends, R. I. (2012). Learning to teach (9th ed.). McGraw-Hill.

Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. Medical Education, 20(6), 481–486. https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x

Bossér, U. (2024). Transformation of school science practices to promote functional scientific literacy. Research in Science Education, 54, 265–281.

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA Press.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. Journal of Research in Science Teaching, 37(6), 582–601. https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L

Deehan, J., MacDonald, A., & Morris, C. (2024). A scoping review of interventions in primary science education. Studies in Science Education, 60(1), 1–43.

Facione, P. A. (2015). Critical thinking: What it is and why it counts. Insight Assessment.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? Educational Psychology Review, 16, 235–266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Huang, J., & Sang, G. (2023). Conceptualising critical thinking and its research in teacher education: A systematic review. Teachers and Teaching, 29(6), 638–660.

Iwuanyanwu, P. N. (2023). When science is taught this way, students become critical friends: Setting the stage for student teachers. Research in Science Education, 53, 1063–1079.

Kim, M., & Jin, Q. (2022). Studies on visualisation in science classrooms: A systematic literature review. International Journal of Science Education, 44(17), 2613–2631.

Li, X., Wang, W., & Li, Y. (2022). Systematically reviewing the potential of scientific argumentation to promote multidimensional conceptual change in science education. International Journal of Science Education, 44(7), 1165–1185.

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

OECD. (2019). PISA 2018 assessment and analytical framework: Reading, mathematics and science. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/b25efab8-en

OECD. (2023). PISA 2022 assessment and analytical framework. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en.

OECD. (2023). PISA 2022 results: Volume I—The state of learning and equity in education. OECD Publishing.

OECD. (2023). PISA 2022 results: Country note—Indonesia. OECD Publishing.

Ogegbo, A. A., & Ramnarain, U. (2022). A systematic review of computational thinking in science classrooms. Studies in Science Education, 58(2), 203–230.

Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. Science, 328(5977), 463–466. https://doi.org/10.1126/science.1183944

Roy, G., Sikder, S., & Danaia, L. (2025). Adopting scientific literacy in early years from empirical studies on formal education: A systematic review of the literature. International Journal of STEM Education, 12, 26.

Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1(1), 9–20. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002

Suwono, H., Rofi'Ah, N. L., Saefia, M., & Fachrunnisaa, R. (2023). Interactive socio-scientific inquiry for promoting scientific literacy, enhancing biological knowledge, and developing critical thinking. Journal of Biological Education, 57(5).

Teig, N., Scherer, R., & Olsen, R. V. (2022). A systematic review of studies investigating science teaching and learning: Over two decades of TIMSS and PISA. International Journal of Science Education, 44(12), 2035–2058.

UNESCO. (2021). Reimagining our futures together: A new social contract for education. UNESCO.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

Wang, J., & Hmelo-Silver, C. E. (2023). Supporting scientific inquiry and argumentation in science learning. International Journal of Science Education.

Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: Current and future directions. Studies in Science Education, 49(2), 121–169. https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261