

Meta-analisis: Keefektivitas Soal Literasi Sains Terhadap Peserta Didik Sekolah Dasar

Muhammad Audanni Akbar¹, Nafilah Raghad Syah Khozy², Vivi Darmayanti³, Moh Badrus Sholeh Arif⁴, Aris Singgih Budiarto⁵, Naomi Dias Laksita Dewi⁶

Universitas Jember^{1,2,3,4,5,6}

Corresponding Author: vividarmayanti.fkip@unej.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keefektivitasan soal literasi sains yang digunakan dalam pembelajaran di sekolah dasar berdasarkan dimensi pengetahuan konseptual, proses ilmiah, dan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Permasalahan utama dalam studi ini adalah rendahnya capaian literasi sains siswa Indonesia dalam studi internasional seperti PISA menunjukkan bahwa soal evaluasi yang ada belum sepenuhnya mengukur kemampuan berpikir ilmiah dan kritis melalui asesmen nasional dan internasional, yang menunjukkan perlunya penguatan kualitas instrumen evaluasi pembelajaran di gunakan di sekolah dasar. Metode yang digunakan adalah meta-analisis terhadap 16 penelitian terdahulu, terdiri dari 11 artikel nasional dan 5 artikel internasional yang memenuhi kriteria inklusi tertentu, dengan fokus pada pendekatan pengembangan soal, validitas instrumen, dan dampaknya terhadap hasil belajar peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa soal yang dikembangkan dengan pendekatan kontekstual, berbasis Nature of Science (NoS), etnosains, dan integrasi HOTS, terbukti meningkatkan keterampilan literasi sains secara signifikan. Maka, pendekatan soal berbasis proses ilmiah memberikan kontribusi dalam membangun kecakapan berpikir kritis dan pemahaman sains secara aplikatif. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan bank soal literasi sains berbasis kearifan lokal, integrasi asesmen formatif dalam pembelajaran, teknologi digital, dan pelatihan intensif bagi guru dalam merancang soal yang adaptif terhadap konteks pembelajaran dan karakteristik peserta didik sekolah dasar.

Kata kunci: Literasi Sains, Meta-analisis, Proses Ilmiah, Soal Evaluasi Kontekstual

Abstract

This study aims to analyze the effectiveness of scientific literacy questions used in elementary school learning based on the dimensions of conceptual knowledge, scientific processes, and applications in everyday life. The main problem in this study is the low achievement of Indonesian students' scientific literacy in international studies such as PISA, indicating that the existing evaluation questions have not fully measured scientific and critical thinking skills through national and international assessments, which indicates the need to strengthen the quality of learning evaluation instruments used in elementary schools. The method used is a meta-analysis of 16 previous studies, consisting of 11 national articles and 5 international articles that meet certain inclusion criteria, focusing on the approach to question development, instrument validity, and its impact on student learning outcomes. The results of the study show that questions developed with a contextual approach, based on Nature of Science (NoS), ethnoscience, and HOTS integration, have been shown to significantly improve scientific literacy skills. Thus, the scientific process-based question approach contributes to building critical thinking skills and an understanding of science in an applied manner. This study recommends the development of a science literacy question bank based on local wisdom, integration of formative assessment in learning, digital technology, and intensive training for teachers in designing questions that are adaptive to the learning context and characteristics of elementary school students.

Keywords: Contextual Evaluation Questions, Meta-analysis, Scientific Literacy, Scientific Process

1. Pendahuluan

Literasi sains merupakan kemampuan terpenting yang wajib dimiliki sebagai peserta didik dan guru dalam menghadapi tantangan global abad ke-21. Era abad ke-21 saat ini, pendekatan pembelajaran bertujuan untuk mendorong peserta didik agar mengembangkan kemampuan berpikir kritis, komunikatif, kreatif, dan kerja sama atau sering kita kenal dengan 4C (*critical thinking, creative thinking, communicative, collaboration*) (Kemendikbud, 2017). Tantangan semakin meningkat bagi dunia pendidikan untuk mempersiapkan peserta didik sejak sedini mungkin dalam menghadapi tantangan perubahan zaman di abad ke-21 (Yuliati, 2017 ; Monica, 2021). Kemampuan ini tidak hanya mencakup penguasaan sekedar konsep dasar ilmiah, namun mencakup keseluruhan keterampilan berpikir kritis, bernalar secara ilmiah, dan menerapkan sebuah ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari. Sains atau ilmu pengetahuan alam merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang memiliki peranan sangat penting dalam kehidupan manusia terkait mempelajari alam semesta dan segala isinya dari suatu perubahan secara nyata. Pendidikan sains diharapkan mampu membentuk peserta didik yang sadar sains dan teknologi agar berbedaya berkualitas untuk menghadapi era industrialisasi dan globalisasi masa kini.

Mengamati realitas pembelajaran sains saat ini, kebanyakan berbanding terbalik atas berbagi temuan rendahnya literasi sains, menurut survei PISA pada tahun 2018 skor kemampuan membaca, matematika, dan sains siswa rata-rata di sekitar 371, 379, dan 396 memposisikan Indonesia pada posisi ke 75 dari 80 negara yang mengikuti tes dan survey (OECD, 2019). Hal ini membuktikan lemahnya kemampuan peserta didik dalam memahami konsep ilmiah, menerapkan pengetahuan dalam konteks kehidupan nyata, dan menalar informasi secara ilmiah. Peserta didik kesulitan memahami dan menginterpretasi suatu gambar terkait dari penerapan dan penalaran saintifik masih dinyatakan rendah. Meskipun para peserta didik menunjukkan pemahaman terhadap soal terkait kehidupan nyata, mereka masih kurang memahami konsep ilmiah secara bermakna dan masih terpaku pada penjelasan dan hafalan pada buku pegangan teks siswa.

Rendahnya literasi sains dihubungkan dengan proses pembelajaran sains yang belum tercapai maksimal untuk memberikan peluang peserta didik mengembangkan kemampuan bernalar secara kritis, sehingga peserta didik tidak mampu mengaitkan pengetahuan sains yang diaplikasikan dalam kehidupan nyata. Pada masa kini, para pendidik masih terpusat pada guru (*teacher centered*), rendahnya sikap positif peserta didik dalam mempelajari sains, dan terdapat beberapa komponen capaian pembelajaran yang tidak disukai peserta didik terkait pembahasan materi atau konten, proses, konteks, pembelajaran tidak kontekstual, dan kemampuan membaca peserta didik masih rendah. Selain itu, faktor penyebab rendahnya literasi sains dikarenakan peserta didik tidak terbiasa mengerjakan tipe soal tes literasi sains berisi permasalahan berhubungan dengan keterampilan proses sains sebagai hal utama literasi sains (Winata, A., Cacik, S., Seftia, I., 2016). Kondisi ini menuntut adanya pembenahan dalam proses pembelajaran sains untuk mewujudkan pembelajaran yang lebih efektif.

Pendidikan sudah selayaknya mempraktekkan proses pembelajaran yang menarik dan bermakna dalam mengembangkan literasi sains yang utuh sesuai dengan pandangan Erdogan and Ciftci (2017) menjelaskan bahwa *Teachers practicing education program should be informed about studies on developing scientific literacy levels of students, It should be observed during education process whether students learn reading, writing and using scientific terms properly or not which are taught according to the existing science and technology program*. Demi meningkatkan kemampuan literasi sains, diperlukannya pendekatan interdisipliner dalam proses pembelajaran sains dan isu lingkungan untuk membantu meningkatkan pembelajaran, menumbuhkan keingintahuan, dan menstimulasi motivasi peserta didik, sehingga hasil capaian pembelajaran keseluruhan literasi sains tercapai baik.

Dunia pendidikan tingkat dasar khususnya pada sekolah dasar, literasi sains menjadi pondasi utama bagi pengembangan pola pikir ilmiah yang akan terus berkembang di jenjang pendidikan berikutnya. Maka, diperlukannya peningkatan literasi sains pada peserta didik di sekolah dasar yang tidak lepas dari kualitas instrumen penilaian yang digunakan dalam proses pembelajaran setiap satuan pendidikan, Soal-soal yang disusun untuk mengukur daya tingkat pemahaman literasi tidak cukup hanya menguji kemampuan secara kognitif dengan mengingat fakta, tetapi soal efektif harus mampu menilai secara menyeluruh tiga aspek utama, yaitu; 1)

Pengetahuan konseptual; 2) Proses ilmiah; 3) Aplikasi dalam kehidupan nyata. Sayangnya, banyak soal yang masih berfokus pada hafalan (LOTS), dan belum optimal mengukur aspek berpikir tingkat tinggi (HOTS), berpikir ilmiah, serta keterkaitan dengan konteks kehidupan siswa. Literasi sains, sebagai kemampuan untuk memahami dan menggunakan konsep serta proses sains secara bermakna, menjadi kunci dalam menghadapi tantangan global. Oleh karena itu, penguatan terhadap kualitas instrumen asesmen, khususnya soal literasi sains di jenjang sekolah dasar, menjadi sangat mendesak.

Pengetahuan konseptual mencakup penguasaan peserta didik terhadap suatu ide-ide dasar dalam sains, seperti perubahan wujud benda, fungsi organ tubuh manusia, siklus air, dan lainnya. Sementara, proses ilmiah diharapkan mengacu pada keterampilan melakukan pengamatan, pengklasifikasian, pengukuran, hingga pengambilan kesimpulan berdasarkan data yang telah diamati. Aspek aplikasi dalam kehidupan sehari-hari berfokus pada kemampuan peserta didik dalam menggunakan pengetahuan ilmiah untuk memahami dan memecahkan permasalahan nyata yang timbul di sekitar peserta didik setiap harinya. Namun dalam praktiknya melalui proses pembelajaran dan asesmen sumatif sering kali terdapat temuan, semua soal literasi sains digunakan di sekolah dasar belum mampu mengukur ketiga aspek dalam efektivitas secara proporsional. Banyak soal yang hanya menilai terhadap hafalan konsep, penalaran sederhana, dan kemampuan pemecahan masalah yang tanpa menuntut peserta didik untuk menganalisis sebuah soal. Padahal, soal yang efektif seharusnya mampu menggambarkan kemampuan literasi sains secara komprehensif dan kontekstual. Maka, diperlukan telaah komprehensif terhadap berbagai hasil penelitian yang mengembangkan dan menguji soal-soal literasi sains di tingkat sekolah dasar.

Dengan demikian, penelitian ini penting untuk mengkaji 16 artikel terpilih (11 jurnal nasional dan 5 jurnal internasional) dan memberikan sintesis temuan yang kuat tentang karakteristik soal literasi sains yang efektif dan aplikatif di sekolah dasar. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi guru dan pengembang kurikulum dalam menyusun instrumen evaluasi yang tidak hanya mengukur pengetahuan, tetapi juga membangun pemahaman ilmiah dan berpikir kritis peserta didik secara komprehensif sehingga guru dapat menilai peserta didik secara objektif, dan subjektif dalam menemukan pola, kelemahan, dan kekuatan dalam penyusunan soal literasi sains sesuai dengan perkembangan kognitif peserta didik sekolah dasar dan relevan dengan kebutuhan masa kini.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis, yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengumpulkan, dan mensintesis hasil-hasil penelitian terdahulu mengenai keefektifitasan soal literasi sains terhadap peserta didik sekolah dasar. Pendekatan ini dipilih untuk mengevaluasi secara mendalam tren dan kualitas soal literasi sains berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari publikasi ilmiah. Kriteria inklusi dalam studi ini meliputi; 1) Artikel yang membahas soal literasi sains; 2) Subjek penelitian adalah peserta didik jenjang sekolah dasar (kelas 4–6); 3) Artikel terbit antara tahun 2017–2025; 4) Artikel dipublikasikan dalam jurnal nasional terakreditasi atau jurnal internasional relevan. Sebanyak 16 artikel terpilih terdiri dari 11 artikel jurnal nasional dan 5 artikel jurnal internasional yang dianalisis. Teknik analisis dilakukan secara tematik-deskriptif, dengan fokus pada tiga variabel utama dalam literasi sains; 1) Pengetahuan konseptual; 2) Proses ilmiah; 3) Aplikasi dalam kehidupan nyata. Setiap artikel dikaji berdasarkan data kuantitatif seperti skor N-gain, validitas instrumen, persentase ketercapaian aspek HOTS dan LOTS, serta korelasi dengan hasil belajar. Data kemudian direduksi, kategorisasi, dan disajikan untuk mengidentifikasi pola umum serta potensi pengembangan instrumen literasi sains yang efektif. Teknik analisis ini mengikuti prinsip meta-analisis kualitatif deskriptif sebagaimana dijelaskan oleh Asrizal, dkk, (2023), yang menekankan pada sintesis naratif antar penelitian untuk menghasilkan kesimpulan komprehensif. Penggunaan pendekatan ini, penelitian tidak hanya menilai efektivitas soal berdasarkan nilai statistik, tetapi juga mengaitkan dengan konteks pedagogis dan karakteristik peserta didik sekolah dasar yang ada di lapangan. Hasil analisis digunakan untuk merumuskan rekomendasi penyusunan soal literasi sains yang tidak hanya

mengukur hafalan, tetapi juga mendorong pemahaman konsep dan penerapan ilmiah secara kontekstual dan nyata.

3. Hasil dan Pembahasan

Adapun hasil analisis mengenai kebutuhan dalam pengembangan soal literasi sains yang efektif di sekolah dasar dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Literatur Pengembangan Soal Literasi Sains yang Efektif

No	Judul	Penulis	Tahun	Sinta/Scopus	Hasil
1	Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains di Sekolah Dasar	Nurzil Amri, Ni Putu Kusuma Widiastuti, Veni Rosnawati	2023	Sinta 4	Penelitian menunjukkan bahwa dari 30 butir soal literasi sains pada materi sifat-sifat cahaya SD, 70 % dinyatakan valid dengan reliabilitas 0,87 (sangat kuat), tingkat kesukaran terbagi 53,33 % sedang, 30 % mudah, 16,66 % sukar, dan daya beda 10 % sangat baik, 43,33 % baik, 30 % cukup, serta 16,66 % buruk. Hasil ini menunjukkan bahwa instrumen layak digunakan sebagai alat ukur literasi sains siswa SD pada materi cahaya
2	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Etnosains untuk Melatihkan Literasi Sains Peserta Didik Sekolah Dasar	Dhevi puji Kriswanti, Zainul Arifin imam Supardi	2020	Sinta 4	Berdasarkan analisis, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis etnosains dengan konteks kuliner rawon khas Surabaya terbukti valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan literasi sains peserta didik SD dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,78 (kategori tinggi).
3	Analisis Kebutuhan Pengembangan Instrumen Tes Penilaian Literasi Sains Berorientasi TIMSS Siswa SD Kelas V	Robi Agape Barus, Ani Rusilowati, Saiful Ridlo	2024	Sinta 4	Hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa guru dan siswa kelas V SD di Kecamatan Gajahmungkur membutuhkan instrumen tes literasi sains karena belum tersedia, belum pernah digunakan, dan 95% siswa menyatakan pentingnya literasi sains, sementara 100% belum pernah mengerjakan soal literasi sains
4	E-Modul Interaktif Berbasis <i>Nature of science (NoS)</i> Perkembangan Teori Atom Guna Meningkatkan	Singgih Oka Wardhana, Shabrina Nabilah, Annisa Putria Dewitasari, Rusly	2022	Sinta 4	Penelitian ini menunjukkan bahwa mengintegrasikan aspek pengetahuan konseptual, keterampilan proses sains, dan aplikasi dalam kehidupan melalui e-modul interaktif berbasis <i>Nature of Science</i> yang terbukti efektif meningkatkan literasi sains siswa berdasarkan peningkatan skor N-

Meta-analisis: Keefektifitas Soal Literasi Sains Terhadap Peserta Didik Sekolah Dasar
(Muhammad Audanni Akbar)

	Level Kognitif Literasi Sains Peserta Didik	Hidayah			gain pada level kognitif rendah, sedang, dan tinggi. Dengan dinyatakan sangat valid 91%, sangat praktis 90%, dan efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa sebesar (Skor N-gain) 0,7 (sedang) untuk kognitif rendah dan menengah, serta 0,8 (tinggi) untuk kognitif tinggi.
5	Relationship between Scientific Literacy and Critical Thinking of Prospective Teachers	Ivayuni Listiani, Herawati Susilo, Sueb	2022	Jurnal Internasional tidak bereputasi	The results of the analysis can be concluded that there is a significant relationship between scientific literacy and critical thinking skills of prospective elementary school teachers, where conceptual aspects, scientific processes, and applications in life contribute to improving the quality of students' scientific thinking.
6	AI and Machine Learning for Next Generation Science Assessments	Xiaoming Zhai	2024	Jurnal Internasional	A study by Xiaoming Zhai (2024) emphasized the importance of developing performance-based science literacy questions that assess scientific practices such as modeling and argumentation, with the support of artificial intelligence technology to improve the effectiveness and efficiency of assessment in elementary schools.
7	Moodle Based Worksheet on Scientific Article Writing: A Students' Perceptions	Umiyatun, Mulyadi Eko Purnomo, Sri Indrawati	2020	Jurnal Internasional tidak bereputasi	This study shows the importance of developing Moodle-based LKS for learning to write scientific articles. As many as 91.1% of students want an attractive LKS display, and 97.8% support the development of technology-based LKS. This LKS is expected to train independence, systematic thinking, and writing skills based on references and scientific principles.
8	Integrasi Literasi Sains dan Pendidikan Karakter dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar	Chairan Zibar L. Parisu, Erwin Eka Saputra, Lasisi	2025	Sinta 5	Penelitian ini menunjukkan integrasi literasi sains dan pendidikan karakter dalam pembelajaran IPA. Yang berisi tentang peningkatan pemahaman konsep sains, pengembangan sikap ilmiah, penanaman sikap ilmiah, penanaman nilai – nilai karakter, dan peningkatan keterampilan sosial. Dengan strategi pembelajaran yang efektif

Meta-analisis: Keefektifitas Soal Literasi Sains Terhadap Peserta Didik Sekolah Dasar
(Muhammad Audanni Akbar)

					dalam integrasi <i>Project based Learning (PjBL)</i> , inkuiri ilmiah, eksperimen, dan diskusi reflektif.
9	Pengembangan Perangkat Penilaian Literasi Sains Berorientasi <i>Programme For International Student Assessment (PISA)</i>	Ifa Seftia Rakhma Widiyanti, Anggun Winata, Sri Cicik	2017	Sinta 4	Penelitian ini menghasilkan perangkat soal tes pilihan ganda sebanyak 25 butir dengan menguji kevalidan, keefektifan, dan kepraktisan perangkat penilaian literasi sains yang dikembangkan. Memiliki validitas sangat tinggi (skor 3,35) sehingga perangkat penilaian berorientasi PISA valid untuk digunakan.
10	Pengembangan Bahan Ajar Digital berbasis Microsoft Sway untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah dasar	Muflikatun, Santoso, Erik Aditin Ismaya	2021	Sinta 4	Penelitian ini mengembangkan dan menguji keefektifan bahan ajar digital berupa link Microsoft Sway dan buku panduan penggunaan untuk guru. Berdasarkan uji gain, uji normalitas, uji homogenitas, uji beda pre – test dan post – test yang menunjukkan perbedaan signifikan di kelompok eksperimen dibanding kontrol. Rerata respon siswa terhadap bahan ajar digital sway diatas 83 % sangat setuju
11	Analisis Kebutuhan Soal Tes Bermuatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) untuk Mengevaluasi Kemampuan Literasi Sains di SD	Risa Zaeni Putri, Ghullam Hamdu, Agnestasia Ramadhan Putri	2025	Sinta 2	Penelitian ini menganalisis kebutuhan soal – soal evaluasi berbasis STEM untuk mengukur kemampuan literasi sains siswa SD. Bentuk soal tes di sekolah menggunakan soal pilihan ganda dan esai sederhana. Pengembangan soal ini berbasis STEM di SD yang sejalan dengan tuntutan abad ke – 21 dan implementasi kurikulum merdeka.

Tabel 2. Literatur Keefektifitas Soal Literasi Sains Terhadap Sekolah Dasar

No	Judul	Penulis	Tahun	Sinta/Scopus	Hasil Sinta
1	Hubungan Kemampuan Literasi Sains dengan Hasil Belajar IPA Siswa Sekolah Dasar	Dewa Made Dwicky Putra Nugraha	2022	Sinta 4	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat dan signifikan antara kemampuan literasi sains dan hasil belajar IPA siswa SD dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,937 (sig. 0,00 < 0,05). Maka, semakin tinggi kemampuan literasi sains

Meta-analisis: Keefektifitas Soal Literasi Sains Terhadap Peserta Didik Sekolah Dasar
(Muhammad Audanni Akbar)

					siswa, maka semakin tinggi pula capaian hasil belajar IPA mereka
2	Analisis Kemampuan Literasi Sains Ditinjau dari Aspek Konten, Proses, dan Konteks	Siti Hanifa Ari Utami, Putut Marwoto, Woro Sumarni	2022	Sinta 2	Hasil analisis menunjukkan siswa cenderung rendah dengan rata-rata skor hanya 51,09% dalam konteks sains kehidupan sehari-hari. Dari tiga aspek yang dianalisis, aspek konten memperoleh skor 49,73%, aspek proses 44,43%, dan aspek konteks 59,13%. Asesmen literasi perlu disesuaikan dengan pengalaman hidup nyata.
3	Implementasi Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar	Irsan	2021	Sinta 4	Hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa implementasi literasi sains dalam pembelajaran IPA di SD Kota Baubau terbukti mampu mengembangkan pola pikir, sikap ilmiah, dan karakter siswa melalui pendekatan saintifik, kontekstual, serta model pembelajaran aktif seperti problem-based learning
4	Analisis Soal Ujian Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Sekolah Dasar	Hartoyo Adi Saputro, Rini Rita T. Marpaung, Berti Yolida	2021	Sinta 3	Penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar soal ujian sekolah (75%) bertipe LOTS (Lower Order Thinking Skills), dengan hanya 25% bertipe HOTS (Higher Order Thinking Skills). Kurang dari setengah soal menggunakan stimulus seperti gambar, tabel, atau kasus, menunjukkan perlunya peningkatan kualitas soal untuk mengembangkan literasi sains siswa
5	Pedagogical Agents for Fostering Question-Asking Skills in Children	Mehdi Alaimi, Edith Law, Kevin Daniel Pantasdo, Pierre-Yves Oudeyer, Helene Sauzeon	2020	Jurnal Internasional	The results of the analysis showed that as many as 95 5th grade students (aged around 10–11 years) participated in this study with the use of pedagogical agents to encourage children's questioning skills increased the number and quality of questions asked, indicating the potential of technology in supporting scientific literacy through increasing curiosity and critical thinking. The nature of students' curiosity has a mediating effect on questioning skills, especially in interactions with divergent thinking agents.

Analisis Literatur

Pendidikan sains di sekolah dasar bertujuan membentuk seluruh pesereta didik yang tidak hanya mengetahui konsep dasar semata dalam suatu mata pelajaran, tetapi mampu

menjadikan berpikir kritis, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah. Maka, diperlukan sebuah instrumen yang mencakup prinsip – prinsip kemampuan kepeahaman konsep sains untuk menerapkan metode ilmiah, dan memanfaatkan pengetahuan sains dalam kehidupan sehari-hari.

a. Pengetahuan Sains (Scientific Process)

Literasi sains salah satu kemampuan pemahaman konsep pengetahuan sains dengan mengambil suatu data dari sebuah informasi sains. Dalam konteks pembelajaran di sekolah dasar dalam implementasi ke butir soal, maka literasi sains menjadi fondasi terpenting dalam membentuk pemahaman awal terhadap dunia sains, dimana instrument utama dalam mengukur literasi sains peserta didik dikaitkan soal atau pertanyaan yang diberikan dalam proses pembelajaran maupun evaluasi.

Literasi sains dalam konteks pendidikan dasar tidak sekedar mengacu pada penguasaan informasi, tetapi mencakup pemahaman konseptual dari fenomena alam dan kemampuan menghubungkan dalam konsep sains secara bermakna. Penelitian dilakukan oleh Dewa Made, (2022) menunjukkan kemampuan literasi sains memiliki korelasi kuat dengan hasil belajar IPA SD peserta didik, dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,037 ($\text{sig } 0,00 < 0,05$). Hal ini, menyatakan bahwa penyusunan soal ujian yang menilai aspek literasi sains sangat kuat dan dominan dalam pengetahuan hasil belajar IPA SD. Namun temuan dilakukan oleh Risa Zaeni, dkk (2021) memperlihatkan 75% soal masih bertipe LOTS dan hanya 25% tergolong HOTS. Selain itu, kurang dari separuh soal memuat stimulus berupa gambar, tabel, atau sebuah kasus. Kondisi ini sebagian besar dari butir-butir soal belum optimal dalam mengukur literasi sains peserta didik, khususnya dalam ranah pengetahuan konseptual karena masih berfokus pada LOTS, maka peserta didik kurang terlatih dalam berpikir ilmiah dan memahami konsep secara menyeluruh.

Pengetahuan berkaitan dengan pemahaman sebuah konsep, fakta, teori ilmiah, dan prinsip. Pembuatan soal-soal yang dapat mengukur sejauh mana peserta didik menjelaskan suatu persoalan ilmiah yang terjadi di kehidupan nyata. Pengembangan instrumen yang dilakukan oleh Nuzril Amri et al. (2022) menekankan pentingnya sebuah uji validitas isi untuk memastikan kesesuaian konsep yang diukur dalam setiap soal yang diberikan kepada peserta didik. Barus et al. (2021) menekankan pentingnya mengacu pada kerangka TIMSS (The Trends in International Mathematics and Science Study) dalam penyusunan soal literasi sains untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik berstandar internasional.

Prinsip penyusunan soal literasi sains dalam ranah pengetahuan konseptual dapat disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik, yaitu 1) Berbasis konteks, soal sebaiknya dimulai dari konteks nyata dari permasalahan keseharian peserta didik berkaitan dengan pengetahuan sains; 2) Menggunakan stimulus visual dan teks, dengan menambahkan gambar, diagram, tabel, dan deskripsi sebuah peristiwa alam atau buatan akan membantu peserta didik menghubungkan konsep dengan kehidupan sehari-hari; 3) Menguji pemahaman melalui soal diarahkan dalam bentuk mengevaluasi tingkat pemahaman peserta didik memang benar-benar memahami konsep dasar bukan hanya menghafal; 4) Tingkat kognitif C2 dan C3, terkait soal pengetahuan konseptual tetap dapat dirancang pada level pemahaman (C2) dan aplikasi (C3) menurut Taksonomi Bloom; 5) Mengintegrasikan sebuah pertanyaan terbuka, dan pemakaian pilihan ganda bermakna, sehingga penggunaan bentuk soal esai singkat dapat melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik, dan soal pilihan ganda akan dirancang dengan opsi logis yang menuntut pemahaman sains. Karakteristik soal literasi sains efektif akan memberikan pemahaman konseptual, komunikatif, dan berbasis pemahaman hingga saat membuat soal perlu dikembangkan perumusan, dan bukan hanya sekedar pertanyaan “apa” melainkan juga “mengapa, dan bagaimana”.

Penyusunan soal berbasis konsep ilmiah akan mendorong peserta didik memahami IPA secara mendalam dan bermakna akibatnya berdampak pada peningkatan hasil belajar peserta didik. Kemampuan untuk memahami konsep dalam literasi sains tidak bisa dibentuk hanya dari soal yang menarik atau penggunaan nyata. Peserta didik perlu dibimbing secara bertahap untuk membangun struktur konseptual yang utuh. konsep ilmiah harus ditata yang dimulai dalam konsep dasar hingga menuju pengintegrasian konsep yang lebih aplikatif. misalnya konsep fotosintesis akan lebih mudah dipahami oleh peserta didik apabila sebelumnya mereka telah mengetahui tentang fungsi bagian-bagian tumbuhan, proses pertukaran udara, dan siklus energi.

Soal literasi sains yang efektif dapat melatih penalaran ilmiah serta mendorong peserta didik untuk menghubungkan antar konsep yang telah mereka miliki. sehingga prinsip evaluasi tidak cukup hanya menyentuh level pemahaman namun harus diarahkan pada integrasi pengetahuan dan penerapan. Dengan demikian diperlukan pengembangan soal yang bersifat diagnostik dan reflektif yang dapat mengungkap jauh mana peserta didik tidak hanya hafal tetapi benar-benar memahami konsep ilmiah secara menyeluruh dan terstruktur.

b. Proses Ilmiah (Scientific Process)

Soal literasi sains yang dirancang berbasis proses ilmiah efektif diterapkan di jenjang sekolah dasar sangat bervariasi. Soal dengan muatan proses ilmiah memiliki kontribusi signifikan dalam meningkatkan kemampuan peserta didik untuk berpikir sistematis, menyelidiki fenomena, serta menarik kesimpulan berdasarkan data dan bukti. Melibatkan kemampuan mengobservasi, merumuskan masalah, menyusun hipotesis, merancang sebuah eksperimen, dan menganalisis dari data yang sudah ada. Penggunaan pendekatan etnosains dapat menunjukkan keterampilan proses sains dapat dilatihkan secara kontekstual kepada peserta didik secara bertahap (Kriswanti et al, 2022). Literasi sains tidak hanya mengukur seberapa banyak peserta didik mengetahui konsep sains, tetapi mencakup kemampuan berpikir ilmiah dan menerapkan sains dalam kehidupan sehari-hari. Literasi sains berperang penting dalam membentuk pola pikir ilmiah peserta didik, termasuk kemampuan berpikir logis dan menyelidiki fenomena ilmiah secara sistematis (Irsan, 2021). Maka, soal yang disusun hendaknya mengandung data atau ilustrasi eksperimen sederhana yang mendorong peserta didik menafsirkan informasi dan menarik kesimpulan.

Salah satu pendekatan Nature of Science (NoS) dalam pembuatan E-Modul Interaktif dilakukan oleh Rosyidah (2022), menyatakan dalam sebuah pertanyaan-pertanyaan tidak hanya menguji pemahaman peserta didik terhadap fakta, namun juga mendorong peserta didik untuk berpikir secara ilmiah melalui proses dengan mempertimbangkan bukti, memahami keterbatasan, dan kekuatan dari ilmu pengetahuan. Soal berbasis NoS mengintegrasikan pengetahuan konseptual dengan proses ilmiah dan konteks kehidupan nyata. Efektivitas dari soal yang dirancang dalam e-modul Rosyidah (2022), dibuktikan melalui peningkatan skor N-gain yang signifikan, mulai dari 0,7 untuk level kognitif rendah dan menengah, hingga 0,8 untuk level kognitif tinggi. Ini menunjukkan bahwa soal-soal tersebut berhasil menjangkau semua level kemampuan siswa, dari memahami hingga mengevaluasi, sehingga dapat diterapkan pada sekolah dasar tingkatan kelas tinggi. Hal ini akan mendorong peserta didik dalam berproses mencari informasi ilmiah dan valid untuk memahami sains berkembang berdasarkan penemuan dan bukti baru. Soal-soal yang dikembangkan berdasarkan pendekatan ini umumnya menampilkan stimulus berupa eksperimen virtual, ilustrasi interaktif, serta pertanyaan analitis. Maka memudahkan peserta didik dalam memahami konteks, merangsang keingintahuan, dan memperdalam keterlibatan kognitif mereka dalam proses pembelajaran sains. Penggunaan butir soal literasi sains dalam memahami proses ilmiah yang efektif harus memuat variasi bentuk, seperti soal pilihan ganda kompleks, pertanyaan terbuka, dan studi kasus. Penggunaan berbagai kombinasi soal akan membantu mengukur berbagai dimensi literasi sains peserta didik. Keterlibatan peserta didik dalam proses penyelidikan ilmiah secara tidak langsung melalui soal yang disusun berbasis NoS menciptakan pengalaman belajar yang reflektif. Pendekatan NoS dalam penyusunan soal tidak hanya relevan dengan tujuan kurikulum merdeka, tetapi juga memberikan peluang untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains di tingkat dasar.

Soal berbasis proses ilmiah harus mengajak peserta didik untuk tidak hanya menjawab berdasarkan hafalan, tetapi juga melibatkan mereka dalam kegiatan berpikir aktif, seperti menyelidiki fenomena, menyusun interpretasi, dan menyampaikan argumen berdasarkan data. Contoh soal berikut dirancang untuk menguji keterampilan proses ilmiah dalam konteks fenomena sehari-hari yang mudah diamati oleh siswa SD:

Tabel 3. Soal Sederhana Berbasis Proses Ilmiah

Soal Berbasis Proses Ilmiah	Kriteria Proses ilmiah
Sinta meletakkan dua gelas berisi air di tempat berbeda. Gelas A diletakkan di	a. Mengamati perbedaan perlakuan (tempat terang dan gelap)

bawah sinar matahari langsung, sedangkan Gelas B disimpan di dalam lemari. Setelah dua hari, air di Gelas A hampir habis, sementara air di Gelas B masih banyak. Apa yang dapat kamu simpulkan dari percobaan Sinta? Jelaskan proses ilmiah yang terjadi!	b. Mengaitkan dengan konsep penguapan dan energi panas c. Menjelaskan perubahan kuantitas air berdasarkan prinsip ilmiah d. Menyusun penjelasan secara runtut; 1) Pengamatan; 2) Proses; 3) Kesimpulan e. Mampu menggeneralisasi konsep dengan benar dan tepat
---	---

Persoalan dari contoh soal berbasis proses ilmiah diharapkan para peserta didik dapat menjawab dengan tepat dan benar sesuai dengan generalisasi konsep dasar sudah diajarkan, bahwa cahaya matahari mempercepat penguapan, serta penjelasan sederhana tentang hubungan antara panas dan perubahan wujud zat cair menjadi gas. Soal ini efektif untuk mengukur pemahaman konseptual, kemampuan berpikir ilmiah, dan keterampilan menjelaskan sebab-akibat.

Pendekatan ini mampu mempersiapkan siswa menjadi individu yang berpikir kritis, melek sains, dan siap menghadapi tantangan masa depan. Hasil meta-analisis terhadap beberapa penelitian yang telah di review dalam artikel menunjukkan bahwa pengembangan soal literasi sains berbasis proses ilmiah efektif diterapkan di sekolah dasar. dengan berbagai pendekatan seperti etnosains (Kriswanti et al., 2020), Nature of Science (Wardhana et al., 2022), dan penguatan keterampilan bertanya (Alaimi et al., 2020) terbukti mampu meningkatkan keterampilan proses ilmiah peserta didik secara signifikan. Temuan - temuan ini memperkuat pentingnya penyusunan soal literasi sains yang tidak hanya menilai hasil akhir namun dapat membangun kemampuan peserta didik dalam berpikir ilmiah melalui aktivitas mengamati, menganalisis data dan menarik simpulan berbasis bukti secara nyata. Dengan demikian implementasi soal berbasis proses ilmiah dapat menjadi strategi efektif untuk membangun budaya berpikir kritis dan literasi sains di sekolah dasar.

c. Aplikasi dalam Kehidupan (Application in Real Life)

Mengukur kemampuan peserta didik dalam menerapkan konsep sains untuk menyelesaikan permasalahan nyata suatu persoalan yang perlu diselesaikan. Misalnya, soal-soal yang menuntut peserta didik menganalisis secara mendalam terkait dampak polusi suara dan memilih bahan ramah lingkungan terhadap kondisi bumi saat ini. Utami et al. (2021) menegaskan pentingnya konteks lokal dalam penyusunan berbagai jenis soal. Selain itu, pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis Moodle oleh Umiyatun et al. (2022) menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam penyusunan instrumen dapat melatih kemandirian, dan berpikir sistematis dalam menyusun instrumen ilmiah yang efektif berdasarkan prinsip-prinsip sains yang mendukung karakteristik soal literasi sains berbasis nyata. Sehingga diperlukannya suatu inovasi terbaru dalam menerapkan soal literasi yang efektif dalam mengembangkan sistem penilaian literasi sains berbasis kinerja untuk peserta didik sekolah dasar melalui potensi AI dan *machine learning* (Zhai, 2024).

Kemampuan peserta didik dalam mengajukan sebuah pertanyaan ilmiah adalah salah pengembangan dalam literasi sains. Menurut Mehdi Alaimi et. al. (2020), peserta didik yang terbiasa mengajukan suatu persoalan atau pertanyaan tidak hanya menunjukkan ketertarikan terhadap materi diterangkan oleh guru, namun sedang membangun fondasi berpikir ilmiah. Dalam proses pembelajaran atau butir-butir soal, harus dikaitkan dengan lingkungan sekitar peserta didik, misalnya setelah mengamati sebuah tanaman di taman sekolah yang layu meskipun telah disiram, bisa dibuatkan suatu persoalan, “Apakah air saja cukup untuk membuat tanaman tetap hidup?” Pertanyaan ini dapat dikaitkan dalam pemahaman konsep fotosintesis, unsur hara tanah, dan kebutuhan cahaya matahari.

Karakteristik soal literasi sains yang paling efektif harus mencerminkan kehidupan nyata peserta didik, merangsang rasa ingin tahu, dan pertanyaan, serta mendorong berpikir kritis. Maka, dalam penyusunan butir-butir soal IPA di sekolah dasar harus menggunakan pendekatan konvensional dan mengarah pada pemanfaatan konteks sehari-hari sebagai sarana mengasah kemampuan literasi sains secara bermakna. Sehingga dapat mengintegrasikan pendidikan

karakter dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran sangat penting dalam membentuk sikap dan nilai-nilai positif pada peserta didik. Menurut pandangan Santoso dan Lestari (2023) menyatakan, pembelajaran IPA yang dikombinasikan dengan pendidikan karakter dapat membantu peserta didik mengembangkan sikap disiplin ilmu, bertanggung jawab, dan rasa ingin ketahuan yang tinggi terhadap fenomena alam terjadi secara nyata. Selama proses pembelajaran berlangsung, peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman tentang konsep-konsep ilmiah, namun belajar dalam menghargai ilmu pengetahuan sebagai bagian dari kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, pendidikan karakter dalam IPA tidak hanya membangun kecerdasan kognitif, tetapi akan memperkuat aspek afektif dan psikomotorik peserta didik.

Berbagai strategi dapat diterapkan untuk mengoptimalkan integrasi literasi sains dan pendidikan karakter dalam pembelajaran IPA, seperti melalui pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dan inkuiri ilmiah sebelum mengaplikasikan soal-soal tes literasi sains (Chairan, dkk, (2025). Metode ini akan mendorong peserta didik memahami konsep sains secara pengalaman langsung, mengambil keputusan, bekerja sama, dan berpikir analitis. Namun, keberhasilan implementasi agar peserta didik dapat memahami butir soal literasi sains, diperlukannya kesiapan guru, ketersediaan sumber daya, dan dukungan dari sekolah dan kebijakan dinas terkait, sehingga pengembangan kurikulum lebih fleksibel dan efektivitas literasi sains akan tercapai.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa penyusunan keefektivitas soal literasi sains terhadap peserta didik sekolah dasar memiliki pengaruh sangat signifikan terhadap kemampuan kognitif peserta didik dalam pembelajaran, yang meliputi tiga dimensi utama; 1) Pengetahuan konseptual; 2) Proses ilmiah; 3) Aplikasi dalam kehidupan nyata. Berdasarkan hasil meta - analisis dalam 16 artikel penelitian nasional dan internasional, ditemukan bahwa dalam mengevaluasi kualitas dan efektivitas soal literasi sains secara menyeluruh telah tercapai dengan baik. Analisis menunjukkan bahwa soal literasi sains yang dikembangkan dengan pendekatan kontekstual, visual, dan berbasis pendekatan *Nature of Science (NoS)* maupun etnosains, mampu meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik secara signifikan di berbagai level kognitif.

Soal-soal yang menekankan proses ilmiah, seperti observasi, interpretasi data, hingga penarikan kesimpulan berbasis bukti, terbukti dapat membentuk pola pikir ilmiah dan meningkatkan hasil belajar IPA peserta didik. Hal ini sejalan dengan kebutuhan kurikulum abad ke-21 yang menekankan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS), serta kecakapan literasi dalam konteks nyata. Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa guru perlu memperhatikan penyusunan soal berbasis literasi sains yang bukan hanya mengukur hafalan konsep namun mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, reflektif, dan mampu menguatkan konsep sains dengan permasalahan kehidupan nyata. Guru diperlukan pembekalan pelatihan dalam merancang soal literasi sains yang lebih bermakna, interaktif, dan relevan dengan kehidupan siswa. Soal tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi, tetapi juga sebagai strategi pedagogis untuk membangun kecakapan ilmiah sejak dini. Penelitian ini juga membuka peluang bagi pengembangan instrumen literasi sains berbasis teknologi digital seperti *AI-Powered Assessments*, serta penyusunan bank soal berbasis karakter dan kearifan lokal yang sesuai dengan kebutuhan daerah masing-masing.

Pengembangan penelitian ke depan, direkomendasikan eksplorasi yang lebih mendalam terhadap pengaruh implementasi soal literasi sains berbasis *project-based learning*, *game-based assessment*, serta integrasi pendidikan karakter dalam berbagai konteks pendidikan dasar. Selain itu, penelitian eksperimental yang membandingkan efektivitas soal berbasis AI dan non-AI terhadap peningkatan kemampuan literasi peserta didik akan menjadi prospek penting untuk dikaji lebih lanjut dalam mendukung asesmen berbasis kinerja yang interaktif di sekolah dasar. dalam mendukung asesmen berbasis kinerja yang interaktif di sekolah dasar.

5. Daftar Pustaka

Alaimi, M., Law, E., Pantasdo, K. D., Oudeyer, P. Y., & Sauzeon, H. (2020). Pedagogical Agents for

- Fostering Question-Asking Skills in Children. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376776>
- Amri, N., Putu, N., Widiastuti, K., & Rosnawati, V. (2023). Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains di Sekolah Dasar. *Journal of Primary Education*, 6(1), 104–111
- Barus, R. A., Rusilowati, A., & Ridlo, S. (2024). Analisis Kebutuhan Pengembangan Instrumen Tes Penilaian Literasi Sains Berorientasi TIMSS Siswa SD Kelas V. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Sekolah Dasar*, 12(1), 68–85.
- Dwicky Putra Nugraha, D. M. (2022). Hubungan Kemampuan Literasi Sains Dengan Hasil Belajar Ipa Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Elementary*, 5(2), 153. <https://doi.org/10.31764/elementary.v5i2.8874>
- Erdogan, I. and Ciftci, A. (2017). Investigating the Views of Pre-Service Science Teachers on. STEM Education Practices. *International Journal of Environmental and Science toward STEM. EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education* 13, 1189– 1211
- Kemendikbud. (2017). Konsep Literasi Sains dalam Kurikulum 2013. Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- Kriswanti, D. P., Suryanti, & Supardi, Z. A. I. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Etnosains Untuk Melatihkan Literasi Sainspeserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Education and DevelopmentInstitut Pendidikan Tapanuli Selatan*, 8(3), 372–378
- Lestari, N., & Wijayanti, S. (2022). Integrasi pendidikan karakter dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan sikap ilmiah siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(2), 89-104.
- Magdalena, I., Fajriyati Islami, N., Rasid, E. A., & Diasty, N. T. (2020). Tiga Ranah Taksonomi Bloom Dalam Pendidikan. *EDISI: Jurnal Edukasi Dan Sains*, 2(1), 132–139. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/edisi>
- Muflikatun, M., Santoso, S., & Ismaya, E. A. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis Microsoft Sway untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 6(2), 84–92. <https://doi.org/10.24905/psej.v6i2.109>
- Monica, N. F. (2021). Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad-21 pada Pembelajaran Fisika untuk Mendukung Program Kampus Merdeka. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dan Sains Kimia (SNP-SK) FKIP-Undana*, 49-53.
- Nugroho, A., & Santoso, B. (2023). Kolaborasi dalam pembelajaran IPA berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan sosial siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 12(1), 56-72.
- Nurhayati, H., & , Langlang Handayani, N. W. (2020). Jurnal basicedu. *Jurnal Basicedu*,. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3(2), 524–532. <https://journal.uii.ac.id/ajie/article/view/971>
- OECD. (2019). PISA 2018 Results
- Putri, R. Z., Hamdu, G., Putri, A. R., & Indonesia, U. P. (2025). Analisis kebutuhan soal tes bermuatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) untuk mengevaluasi kemampuan literasi sains di SD. 08(02), 297–304

- Taher, R., Murni, I., & Yarni, N. (2023). Integrasi Pendidikan Karakter Dalam Pembelajaran Ipa Di Sekolah Dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(1), 731–744. <https://doi.org/10.23969/jp.v8i1.7488>
- Sjöberg, S. (2019). The PISA-syndrome - How the OECD has hijacked the way we perceive pupils, schools and education. *Confero: Essays on Education, Philosophy and Politics*, 7(1), 34–88. <https://doi.org/10.3384/confero.2001-4562.190125>
- Utami, S. H. A., Marwoto, P., & Sumarni, W. (2022). Analisis Kemampuan Literasi Sains pada Siswa Sekolah Dasar Ditinjau dari Aspek Konten, Proses, dan Konteks Sains. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(2), 380–390. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i2.23802>
- Umiyatun, U., Purnomo, M. E., & Indrawati, S. (2020). Moodle Based Worksheet on Scientific Article Writing: A Students Perceptions. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 10(1), 117–132. <https://doi.org/10.23960/jpp.v10.i1.202013>
- Wardhana, S. O., Nabilah, S., Dewitasari, A. P., & Hidayah, R. (2022). E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS NATURE OF SCIENCE (NoS) PERKEMBANGAN TEORI ATOM GUNA MENINGKATKAN LEVEL KOGNITIF LITERASI SAINS PESERTA DIDIK Singgih Oka Wardhana, Shabrina Nabilah, Annisa Putria Dewitasari, Rusly Hidayah. *Journal of Chemical Education*, 11(1), 34–43.
- Winata, A., Cacik, S., Seftia, I. (2016). Analisis kemampuan awal literasi sains mahasiswa pada konsep IPA. *Education and Human Development Journal* 1(1), 34–39.
- Yuliati, Y. (2017). Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 3(2), 21–28.
- Yuliati, Yuyu, and Budi Febriyanto. "Efektivitas Model Pembelajaran Multiliterasi terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar." *Journal of Innovation in Primary Education* 1.1 (2022): 68-73.
- Zhai, X. (2024). *AI and Machine Learning for Next Generation Science Assessments*. 2024, 1–18. <http://arxiv.org/abs/2405.06660>