

Pentingnya Literasi Sains di Era Digital

**Fihirruddin Ishak Abd Jabar¹, Abdul Kadir Tudo², Marlina Matutu³, Putri Fatra Abdjul⁴, Yulianti
Ismail⁵, Sri Yuniarti⁶, Nurlaela Sabata⁷, Iklawati Garia⁸**

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9}S2 Pendidikan Dasar, Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Email: abdulkadirtudo@gmail.com, yuliantiismail29@gmail.com, yuniartis458@gmail.com, marlinamatutu43@guru.smp.belajar.id,
trifaab@gmail.com, nurlaelasayang81@gmail.com, iklawatigaria@gmail.com

Riwayat Artikel

Diterima: 15 Juli 2026

Direvisi: 16 Juli 2026

Disetujui: 17 Juli 2026

Diterbitkan: 18 Juli 2026

Abstrak

Kata Kunci:
Literasi sains;
Era digital;
Berpikir kritis;
Pendidikan Sains;
Teknologi Digital.

Teknologi digital telah mengubah cara masyarakat memperoleh, mengolah, dan membagikan informasi. Meskipun memperluas akses terhadap pengetahuan ilmiah, teknologi digital juga meningkatkan paparan terhadap misinformasi dan disinformasi. Artikel ini mengkaji pentingnya literasi sains, tantangan pengembangannya, serta strategi penguatannya di era digital. Penelitian menggunakan metode studi kepustakaan dengan menelaah buku, artikel ilmiah, laporan internasional, dan dokumen kebijakan. Hasil kajian menunjukkan bahwa literasi sains mendukung kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, mengambil keputusan berbasis bukti, dan menggunakan teknologi secara bertanggung jawab. Pengembangannya memerlukan pembelajaran kontekstual, integrasi teknologi digital, peningkatan kompetensi guru, serta kolaborasi antara sekolah, keluarga, pemerintah, dan masyarakat untuk membangun budaya ilmiah yang berkelanjutan.

Abstract

Keywords:
Scientific Literacy;
Digital Era;
Critical Thinking;
Science Education;
Digital Technology.

Digital technology has transformed how people access, process, and share information. Although it expands access to scientific knowledge, it also increases exposure to misinformation and disinformation. This article examines the importance of scientific literacy, its challenges, and strategies for strengthening it in the digital era. Using a library research approach, the study reviews books, scholarly articles, international reports, and policy documents. The findings show that scientific literacy supports critical thinking, problem-solving, informed decision-making, and responsible technology use. Its development requires contextual learning, digital integration, teacher competence, and collaboration among schools, families, governments, and communities to build a sustainable scientific culture.

This is an open access article under the CC-BY-SA ([Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)) license.



PENDAHULUAN

Abad ke-21 ditandai dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan komunikasi yang telah mengubah hampir seluruh aspek kehidupan manusia. Transformasi digital memberikan kemudahan dalam memperoleh informasi melalui internet, media sosial, aplikasi pembelajaran, serta berbagai platform digital lainnya. Informasi yang sebelumnya sulit diakses kini dapat diperoleh hanya dalam hitungan detik melalui telepon pintar atau komputer yang terhubung dengan jaringan internet. Kemudahan tersebut memberikan peluang besar bagi masyarakat untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan secara mandiri.

Di sisi lain, perkembangan teknologi digital juga menghadirkan tantangan baru. Arus informasi yang begitu cepat menyebabkan masyarakat sering kali kesulitan membedakan informasi yang benar dengan informasi yang menyesatkan. Berbagai berita palsu (hoaks), misinformasi, dan disinformasi mengenai kesehatan, lingkungan, teknologi, maupun isu-isu sosial banyak beredar melalui media digital. Apabila masyarakat tidak memiliki kemampuan untuk mengevaluasi informasi secara kritis, maka keputusan yang diambil dapat berdampak negatif, baik bagi individu maupun masyarakat secara luas.

Dalam konteks tersebut, literasi sains menjadi salah satu kompetensi yang sangat penting. Literasi sains tidak hanya dimaknai sebagai kemampuan menguasai konsep-konsep ilmu pengetahuan alam, tetapi juga kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk memahami fenomena, menyelesaikan masalah, mengevaluasi bukti, dan mengambil keputusan yang bertanggung jawab. Individu yang memiliki literasi sains yang baik akan lebih mampu menilai keakuratan suatu informasi, memahami proses ilmiah, serta menghindari pengaruh informasi yang tidak berdasar.

Pentingnya literasi sains semakin mendapat perhatian di tingkat internasional melalui Programme for International Student Assessment (PISA) yang diselenggarakan oleh Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Penilaian tersebut menunjukkan bahwa literasi sains merupakan salah satu indikator penting dalam mengukur kesiapan peserta didik menghadapi tantangan global. Hasil PISA menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia masih memerlukan peningkatan sehingga diperlukan berbagai upaya untuk memperkuat pembelajaran yang berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan berbasis bukti.

Dalam dunia pendidikan, literasi sains tidak lagi dipandang sebagai tanggung jawab mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam semata. Literasi sains telah menjadi bagian dari keterampilan abad ke-21 yang perlu diintegrasikan ke dalam berbagai mata pelajaran melalui pendekatan pembelajaran yang kontekstual, kolaboratif, dan berbasis penyelidikan. Model pembelajaran seperti Problem Based Learning (PBL), Project Based Learning (PjBL), Discovery Learning, dan Inquiry Learning terbukti mampu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengembangkan keterampilan ilmiah sekaligus membangun sikap kritis terhadap berbagai persoalan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari.

Selain pendidikan formal, keluarga dan masyarakat juga memiliki peran penting dalam membangun budaya literasi sains. Orang tua dapat menumbuhkan rasa ingin tahu anak melalui kegiatan membaca, berdiskusi, maupun melakukan percobaan sederhana di rumah. Sementara itu, pemerintah dan berbagai lembaga pendidikan perlu menyediakan akses terhadap sumber belajar yang berkualitas, memperkuat kompetensi guru, serta mendorong pemanfaatan teknologi digital secara bijaksana.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dipahami bahwa literasi sains merupakan kebutuhan mendasar bagi masyarakat di era digital. Kemampuan ini tidak hanya mendukung keberhasilan akademik, tetapi juga

berkontribusi terhadap peningkatan kualitas sumber daya manusia yang mampu berpikir kritis, kreatif, inovatif, dan adaptif terhadap perkembangan zaman. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam mengenai pentingnya literasi sains di era digital, tantangan yang dihadapi dalam pengembangannya, serta berbagai strategi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan literasi sains sebagai bekal menghadapi kehidupan pada abad ke-21.

METODE

Artikel ini disusun menggunakan metode studi kepustakaan (*library research*). Metode ini dipilih karena tujuan kajian adalah mengkaji secara konseptual pentingnya literasi sains di era digital, bukan menguji hipotesis melalui pengumpulan data lapangan. Studi kepustakaan memungkinkan penulis menelaah, membandingkan, dan mensintesis pemikiran dari berbagai sumber untuk membangun pemahaman yang komprehensif mengenai konsep, tantangan, dan strategi peningkatan literasi sains.

Sumber data dalam kajian ini terdiri atas empat kelompok utama, yaitu buku teks dan buku referensi, jurnal ilmiah nasional maupun internasional, laporan organisasi internasional seperti OECD dan UNESCO, serta dokumen resmi kebijakan pendidikan dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku dan jurnal digunakan untuk membangun kerangka konsep literasi sains, laporan internasional digunakan untuk memperkuat data mengenai capaian literasi sains peserta didik Indonesia, sedangkan dokumen kebijakan digunakan untuk melihat arah pengembangan literasi sains dalam sistem pendidikan nasional.

Proses analisis dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama adalah pengumpulan sumber pustaka yang relevan dengan tema literasi sains, era digital, dan pembelajaran sains. Tahap kedua adalah seleksi sumber berdasarkan relevansi dan kemutakhiran. Tahap ketiga adalah pengelompokan isu ke dalam tema-tema utama, yaitu pengertian literasi sains, karakteristik era digital, pentingnya literasi sains, tantangan yang dihadapi, dan strategi peningkatannya. Tahap keempat adalah sintesis dan penarikan simpulan berdasarkan keterkaitan antartema tersebut.

Kajian ini memiliki keterbatasan karena tidak melibatkan pengumpulan data empiris di lapangan, sehingga hasil kajian bersifat konseptual dan perlu dilengkapi dengan penelitian lanjutan yang bersifat empiris untuk mengukur secara langsung tingkat literasi sains pada kelompok masyarakat tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil kajian pustaka menunjukkan bahwa literasi sains merupakan kompetensi penting yang perlu dipahami dari beberapa aspek, yaitu pengertian dan komponen literasi sains, karakteristik era digital yang melatarbelakangi kebutuhan literasi sains, urgensi literasi sains bagi masyarakat, serta tantangan yang masih dihadapi dalam pengembangannya di Indonesia. Uraian hasil kajian tersebut disajikan pada bagian berikut.

1. Pengertian Literasi Sains

Literasi sains merupakan salah satu kompetensi dasar yang harus dimiliki setiap individu pada abad ke-21. Istilah ini tidak hanya merujuk pada kemampuan menguasai konsep-konsep ilmu pengetahuan alam, tetapi juga mencakup kemampuan menggunakan pengetahuan tersebut untuk memahami fenomena alam, memecahkan masalah, mengevaluasi informasi, serta mengambil keputusan yang didasarkan pada bukti ilmiah.

Menurut Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2023), literasi sains adalah kemampuan seseorang untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi bukti, serta menarik kesimpulan yang tepat dalam rangka memahami dunia dan membuat keputusan yang bertanggung jawab. Dengan demikian, literasi sains tidak hanya berorientasi pada penguasaan teori, tetapi juga pada penerapan ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari.

Holbrook dan Rannikmae (2009) menjelaskan bahwa literasi sains bertujuan membentuk masyarakat yang mampu berpikir secara ilmiah dalam menghadapi berbagai persoalan sosial, ekonomi, kesehatan, maupun lingkungan. Individu yang memiliki literasi sains yang baik akan lebih mampu menghubungkan konsep-konsep ilmiah dengan berbagai fenomena yang terjadi di sekitarnya sehingga dapat mengambil keputusan secara rasional.

Secara umum, literasi sains mencakup empat komponen utama, yaitu:

1. Pengetahuan sains (scientific knowledge), yaitu penguasaan konsep, fakta, prinsip, hukum, dan teori ilmiah.
2. Proses ilmiah (scientific process), yaitu kemampuan melakukan observasi, merumuskan masalah, menyusun hipotesis, melakukan eksperimen, menganalisis data, serta menarik kesimpulan.
3. Sikap ilmiah (scientific attitude), yaitu rasa ingin tahu, objektivitas, kejujuran, keterbukaan terhadap bukti, dan tanggung jawab.
4. Penerapan sains dalam kehidupan, yaitu kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk memecahkan masalah nyata.

Keempat komponen tersebut saling berkaitan dan menjadi dasar dalam membentuk masyarakat yang memiliki budaya ilmiah.

2. Karakteristik Era Digital

Era digital merupakan periode ketika hampir seluruh aktivitas manusia didukung oleh teknologi informasi dan komunikasi. Internet, komputasi awan (cloud computing), kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), Internet of Things (IoT), dan media sosial telah mengubah cara manusia belajar, bekerja, berkomunikasi, serta memperoleh informasi.

Beberapa karakteristik utama era digital antara lain:

1. Akses informasi berlangsung sangat cepat.
2. Komunikasi tidak lagi dibatasi ruang dan waktu.
3. Meningkatnya penggunaan perangkat digital dalam kehidupan sehari-hari.
4. Berkembangnya teknologi berbasis kecerdasan buatan.
5. Meningkatnya ketergantungan masyarakat terhadap internet.
6. Besarnya volume informasi yang beredar setiap hari.

Kemudahan tersebut memberikan banyak manfaat, antara lain mempercepat proses pembelajaran, memperluas akses terhadap sumber informasi, meningkatkan efisiensi pekerjaan, serta mendorong lahirnya berbagai inovasi. Akan tetapi, era digital juga membawa berbagai tantangan, seperti penyebaran berita palsu (hoaks), misinformasi, disinformasi, penipuan digital, hingga rendahnya kemampuan masyarakat dalam memverifikasi informasi.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemajuan teknologi harus diimbangi dengan kemampuan berpikir kritis dan literasi sains agar masyarakat mampu memanfaatkan informasi secara tepat.

3. Pentingnya Literasi Sains di Era Digital

Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang sangat dibutuhkan pada abad ke-21. Literasi sains mengajarkan individu untuk tidak langsung menerima informasi, melainkan melakukan analisis terhadap sumber informasi, membandingkan bukti yang tersedia, serta menarik kesimpulan secara logis. Di era digital, kemampuan ini sangat penting karena masyarakat setiap hari menerima berbagai informasi melalui media sosial, situs web, maupun aplikasi digital.

Membantu Menghadapi Hoaks dan Misinformasi. Salah satu tantangan terbesar di era digital adalah maraknya penyebaran berita palsu. Informasi mengenai kesehatan, obat-obatan, vaksin, bencana alam, hingga perubahan iklim sering kali disebarkan tanpa dasar ilmiah. Literasi sains membantu masyarakat memeriksa kredibilitas sumber informasi, membandingkan informasi dari berbagai referensi terpercaya, memahami data dan bukti ilmiah, serta menghindari penyebaran informasi yang belum terverifikasi.

Mendukung Pengambilan Keputusan. Dalam kehidupan sehari-hari, seseorang sering dihadapkan pada berbagai keputusan yang memerlukan pemahaman ilmiah, seperti memilih makanan bergizi, menggunakan obat secara tepat, menjaga kesehatan, menghemat energi, serta mengelola sampah rumah tangga. Keputusan yang didasarkan pada bukti ilmiah cenderung lebih tepat dibandingkan keputusan yang hanya didasarkan pada opini.

Mendorong Inovasi dan Kreativitas. Kemajuan teknologi tidak hanya membutuhkan pengguna yang mampu mengoperasikan perangkat digital, tetapi juga individu yang mampu berpikir kreatif dan menghasilkan inovasi. Literasi sains mendorong peserta didik mengembangkan rasa ingin tahu, melakukan eksperimen, menemukan solusi terhadap berbagai masalah, dan menciptakan teknologi sederhana yang bermanfaat.

Mendukung Pendidikan Berkualitas. Dalam dunia pendidikan, literasi sains menjadi fondasi bagi pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills atau HOTS). Guru dapat mengembangkan literasi sains melalui berbagai model pembelajaran inovatif, seperti Problem Based Learning (PBL), Project Based Learning (PjBL), Discovery Learning, dan Inquiry Learning.

Menumbuhkan Kepedulian terhadap Lingkungan. Permasalahan lingkungan seperti perubahan iklim, pencemaran air, polusi udara, kerusakan hutan, dan sampah plastik memerlukan pemahaman ilmiah yang baik. Masyarakat yang memiliki literasi sains akan lebih memahami hubungan antara aktivitas manusia dengan kerusakan lingkungan sehingga mendorong perilaku yang lebih bertanggung jawab.

Mendukung Daya Saing Bangsa. Pada era globalisasi, kualitas sumber daya manusia menjadi faktor utama dalam menentukan daya saing suatu negara. Negara-negara dengan tingkat literasi sains yang tinggi umumnya memiliki kemampuan inovasi yang lebih baik, produktivitas yang lebih tinggi, serta mampu menghasilkan teknologi yang mendukung pertumbuhan ekonomi.

4. Tantangan Literasi Sains di Indonesia

Meskipun literasi sains memiliki peran yang sangat penting dalam menghadapi tantangan abad ke-21, tingkat literasi sains masyarakat Indonesia masih perlu terus ditingkatkan. Berbagai hasil penelitian dan evaluasi internasional menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik Indonesia dalam memahami konsep sains, menerapkan metode ilmiah, dan memecahkan masalah berbasis bukti masih berada di bawah rata-rata negara maju.

Beberapa tantangan utama dalam meningkatkan literasi sains di Indonesia antara lain sebagai berikut.

1. Rendahnya minat baca. Sebagian peserta didik masih lebih tertarik mengakses media sosial atau hiburan digital dibandingkan membaca buku, jurnal, maupun artikel ilmiah.

2. Pembelajaran yang masih berorientasi pada hafalan. Peserta didik lebih banyak menghafal konsep daripada memahami proses ilmiah dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.
3. Terbatasnya sarana dan prasarana. Tidak semua sekolah memiliki laboratorium, alat praktikum, perpustakaan yang memadai, maupun akses internet yang stabil.
4. Pesatnya penyebaran informasi digital. Informasi yang tidak valid dapat dengan mudah dipercaya apabila masyarakat tidak memiliki kemampuan berpikir kritis dan literasi sains yang memadai.
5. Kesenjangan kompetensi digital. Masih terdapat kesenjangan dalam kemampuan memanfaatkan teknologi digital, baik di kalangan peserta didik maupun pendidik.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil kajian tersebut, penguatan literasi sains di era digital perlu dilakukan melalui strategi yang melibatkan berbagai pihak, sekaligus dibaca dalam konteks capaian literasi sains Indonesia serta peran masing-masing pemangku kepentingan, sebagaimana diuraikan berikut.

1. Strategi Meningkatkan Literasi Sains

Untuk menghadapi berbagai tantangan tersebut, diperlukan upaya yang melibatkan berbagai pihak, mulai dari sekolah, keluarga, pemerintah, hingga masyarakat. Beberapa strategi yang dapat dilakukan antara lain:

- a. Mengembangkan pembelajaran berbasis masalah. Model pembelajaran seperti Problem Based Learning (PBL) memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyelesaikan masalah nyata melalui proses penyelidikan ilmiah.
- b. Memanfaatkan teknologi digital secara bijaksana. Guru dapat memanfaatkan video pembelajaran, simulasi laboratorium virtual, aplikasi edukasi, dan sumber belajar digital untuk memperkaya pengalaman belajar.
- c. Meningkatkan budaya membaca melalui penyediaan perpustakaan yang memadai, pojok baca di kelas, program literasi sekolah, dan akses terhadap sumber bacaan ilmiah yang berkualitas.
- d. Meningkatkan kompetensi guru melalui pelatihan mengenai pembelajaran berbasis inkuiri, asesmen autentik, penggunaan teknologi pendidikan, dan pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.
- e. Melibatkan orang tua dalam mendukung perkembangan literasi sains anak melalui diskusi, membaca buku sains populer, percobaan sederhana di rumah, serta bimbingan penggunaan internet secara bertanggung jawab.
- f. Membangun kolaborasi antara sekolah, perguruan tinggi, lembaga penelitian, dunia usaha, dan pemerintah dalam menyediakan sumber belajar, pelatihan, maupun kegiatan ilmiah bagi peserta didik.

2. Studi Kasus: Literasi Sains Indonesia Berdasarkan PISA 2022

Programme for International Student Assessment (PISA) yang diselenggarakan oleh OECD setiap tiga tahun sekali menjadi salah satu acuan dalam mengukur kemampuan literasi membaca, matematika, dan sains peserta didik berusia 15 tahun.

Hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia masih berada di bawah rata-rata negara anggota OECD. Meskipun terdapat beberapa indikator yang menunjukkan perbaikan dibandingkan periode sebelumnya, hasil tersebut mengindikasikan bahwa masih diperlukan upaya yang lebih sistematis dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains.

Beberapa faktor yang memengaruhi capaian tersebut antara lain:

- a. masih dominannya pembelajaran yang berorientasi pada hafalan;

- b. kurangnya kesempatan peserta didik melakukan eksperimen dan penyelidikan;
- c. rendahnya budaya membaca;
- d. kesenjangan kualitas pendidikan antarwilayah;
- e. keterbatasan sarana pembelajaran di sebagian sekolah.

Hasil PISA seharusnya tidak hanya dipandang sebagai peringkat internasional, tetapi menjadi dasar untuk melakukan evaluasi dan perbaikan sistem pendidikan. Pembelajaran sains perlu diarahkan pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi ilmiah.

3. Peran Berbagai Pihak dalam Meningkatkan Literasi Sains

Keberhasilan peningkatan literasi sains tidak hanya bergantung pada sekolah, tetapi juga memerlukan keterlibatan berbagai pihak. Guru berperan sebagai fasilitator yang merancang pembelajaran aktif, inovatif, dan kontekstual sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang bermakna. Sekolah bertanggung jawab menyediakan lingkungan belajar yang mendukung melalui laboratorium, perpustakaan, media pembelajaran, serta kegiatan ilmiah seperti klub sains, pameran, dan lomba penelitian.

Orang tua berperan dalam menumbuhkan rasa ingin tahu anak melalui kegiatan membaca bersama, berdiskusi, dan membimbing penggunaan media digital secara sehat. Pemerintah memiliki tanggung jawab menyediakan kebijakan pendidikan yang mendukung penguatan literasi, meningkatkan kompetensi guru, memperbaiki sarana pendidikan, serta memperluas akses terhadap teknologi informasi. Masyarakat dapat berkontribusi dengan membangun budaya ilmiah, mendukung kegiatan edukatif, serta tidak menyebarkan informasi yang belum terverifikasi.

SIMPULAN

Literasi sains merupakan salah satu kompetensi yang sangat penting dalam menghadapi perkembangan era digital. Kemampuan ini tidak hanya mencakup pemahaman terhadap konsep-konsep ilmiah, tetapi juga kemampuan berpikir kritis, mengevaluasi informasi, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah.

Perkembangan teknologi digital telah membawa banyak manfaat dalam bidang pendidikan, kesehatan, ekonomi, dan komunikasi. Namun, kemajuan tersebut juga diikuti oleh meningkatnya penyebaran hoaks, misinformasi, dan berbagai bentuk penyalahgunaan informasi. Data PISA 2022 menegaskan bahwa capaian literasi sains peserta didik Indonesia masih berada di bawah rata-rata negara anggota OECD, sehingga diperlukan langkah perbaikan yang sistematis pada aspek minat baca, orientasi pembelajaran, sarana prasarana, dan kompetensi digital.

Kontribusi utama artikel ini adalah penegasan bahwa peningkatan literasi sains memerlukan kerja sama antara guru, sekolah, keluarga, pemerintah, dan masyarakat. Melalui pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, pemanfaatan teknologi secara tepat, penguatan budaya membaca, serta peningkatan kompetensi pendidik, kualitas literasi sains masyarakat Indonesia diharapkan terus meningkat.

Kajian ini memiliki keterbatasan karena berbasis studi kepustakaan dan belum melakukan pengujian empiris langsung di lapangan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu menggunakan desain studi kasus, mixed methods, atau penelitian survei untuk mengukur tingkat literasi sains, efektivitas strategi pembelajaran, serta pemerataannya pada berbagai konteks pendidikan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2021). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education*. Arlington: NSTA Press.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275–288.
- Kemendikbud. (2020). *Gerakan Literasi Nasional*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2021). *Modul Literasi Sains*. Jakarta: Kemendikbudristek.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education*. Washington, DC: National Academies Press.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results Volume I: The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.
- Rusman. (2021). *Model-Model Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sani, R. A. (2019). *Pembelajaran Berbasis HOTS*. Jakarta: Tira Smart.
- Sudarisman, S. (2015). "Memahami Hakikat dan Karakteristik Pembelajaran Biologi." *Jurnal Pendidikan Biologi*.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Trianto. (2019). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris: UNESCO.
- Zubaidah, S. (2018). "Mengenal 4C: Learning and Innovation Skills." *Seminar Nasional Pendidikan*.