

## Peran Pendidikan Sains dalam Mengembangkan Kompetensi Masa Depan: Kajian Kepustakaan

*M.Zainal Mustamiin<sup>1</sup>, I Wayan Suastra<sup>2</sup>, Ida Bagus Putu Arnyana<sup>3</sup>,  
I Made Citra Wibawa<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Universitas Pendidikan Mandalika, <sup>2,3,4</sup> Universitas Pendidikan Ganesha

\*Corresponding Author e-mail: [zaenalmustamiin@undikma.ac.id](mailto:zaenalmustamiin@undikma.ac.id)

**Abstract:** *This article examines the important role of science education in developing future competencies needed by students in the 21st century. Through a literature review of various relevant sources, this article analyzes how science education can facilitate the development of 21st century competencies including critical thinking skills, creativity, collaboration, communication, and scientific literacy. The review findings indicate that science education has a strategic role in preparing students to face global challenges through learning oriented toward developing 4C skills (critical thinking, creativity, collaboration, communication) and scientific literacy. The implementation of scientific approaches, STEM, and problem-based learning in science education has proven effective in developing future competencies. This article recommends the importance of transforming science learning to be more adaptive, innovative, and contextual to optimize the development of students' competencies in facing the era of industrial revolution 4.0 and society 5.0.*

**Abstrak:** Artikel ini mengkaji peran penting pendidikan sains dalam mengembangkan kompetensi masa depan yang dibutuhkan peserta didik di abad ke-21. Melalui kajian kepustakaan terhadap berbagai sumber literatur yang relevan, artikel ini menganalisis bagaimana pendidikan sains dapat memfasilitasi pengembangan kompetensi abad 21 yang mencakup keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan literasi sains. Hasil kajian menunjukkan bahwa pendidikan sains memiliki peran strategis dalam mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan global melalui pembelajaran yang berorientasi pada pengembangan keterampilan 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, communication*) dan literasi sains. Implementasi pendekatan pembelajaran saintifik, STEM, dan pembelajaran berbasis masalah dalam pendidikan sains terbukti efektif dalam mengembangkan kompetensi masa depan. Artikel ini merekomendasikan pentingnya transformasi pembelajaran sains yang lebih adaptif, inovatif, dan kontekstual untuk mengoptimalkan pengembangan kompetensi peserta didik dalam menghadapi era revolusi industri 4.0 dan society 5.0.

### Article History

Received: 25-10-25

Reviewed: 03-03-26

Published: 15-03-26

### Key Words

*Science Education,  
21st Century  
Competencies,  
Scientific Literacy,  
4C Skills, STEM  
Learning*

### Sejarah Artikel

Diterima: 25-10-25

Direview: 03-03-26

Diterbitkan: 15-03-26

### Kata Kunci

*Pendidikan Sains,  
Kompetensi Abad 21,  
Literasi Sains,  
Keterampilan 4C,  
Pembelajaran STEM*

**How to Cite:** Mustamiin, M., Suastra, I. W., Arnyana, I. B. P., & Wibawa, I. M. C. (2026). Peran Pendidikan Sains dalam Mengembangkan Kompetensi Masa Depan: Kajian Kepustakaan. *Transformasi : Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Non Formal Informal*, 12(1), 279–288. <https://doi.org/10.33394/jtni.v12i1.18162>

## PENDAHULUAN

Abad ke-21 ditandai dengan perkembangan sains dan teknologi yang sangat pesat, perubahan sosial ekonomi yang dinamis, dan globalisasi yang semakin intensif. Perubahan-perubahan ini menuntut sistem pendidikan untuk melakukan transformasi dalam menyiapkan sumber daya manusia yang berkualitas. Pendidikan tidak lagi cukup hanya berfokus pada transfer pengetahuan, tetapi harus mampu mengembangkan kompetensi yang relevan dengan kebutuhan masa depan (Badan Standar Nasional Pendidikan, 2010).

Tantangan abad 21 yang sering digambarkan dengan istilah VUCA (*Volatile, Uncertain, Complex, dan Ambiguous*) mengharuskan peserta didik memiliki seperangkat kompetensi yang lebih luas dari sekadar penguasaan konten akademik. World Economic Forum (2015) mengidentifikasi 16 keterampilan penting yang harus dimiliki peserta didik abad 21, yang terdiri dari literasi dasar, kompetensi, dan kualitas karakter. Kompetensi abad 21 yang paling sering dirujuk adalah keterampilan 4C: critical thinking (berpikir kritis), creativity (kreativitas), collaboration (kolaborasi), dan communication (komunikasi) (Partnership for 21st Century Learning, 2019).

Dalam konteks ini, pendidikan sains memiliki peran yang sangat strategis. Pendidikan sains tidak hanya mengajarkan konten sains, tetapi juga dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kemampuan pemecahan masalah, dan literasi sains yang menjadi fondasi penting bagi kompetensi abad 21 (Pratiwi et al., 2019). National Science Teachers Association (NSTA) menegaskan bahwa pendidikan sains yang berkualitas dapat menjadi konteks yang kaya untuk mengembangkan berbagai keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi informasi (NSTA, 2011).

Namun demikian, hasil studi internasional seperti Programme for International Student Assessment (PISA) menunjukkan bahwa literasi sains peserta didik Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini mengindikasikan adanya tantangan dalam implementasi pendidikan sains di Indonesia untuk mengembangkan kompetensi masa depan yang dibutuhkan (Pertwi et al., 2018). Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian mendalam tentang bagaimana pendidikan sains dapat dioptimalkan perannya dalam mengembangkan kompetensi masa depan.

Artikel ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi kompetensi masa depan yang dibutuhkan peserta didik di abad 21
2. Menganalisis peran pendidikan sains dalam mengembangkan kompetensi masa depan
3. Mengkaji strategi pembelajaran sains yang efektif untuk mengembangkan kompetensi abad 21
4. Merumuskan rekomendasi untuk optimalisasi peran pendidikan sains dalam mengembangkan kompetensi masa depan

## **METODE PENELITIAN**

Artikel ini merupakan kajian kepustakaan (*literature review*) yang menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Kajian kepustakaan dilakukan dengan mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis berbagai sumber literatur yang relevan dengan topik peran pendidikan sains dalam mengembangkan kompetensi masa depan.

Sumber literatur yang digunakan dalam kajian ini meliputi:

1. Artikel jurnal ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal nasional terakreditasi minimal Sinta 4 dan jurnal internasional bereputasi
2. Buku-buku referensi yang relevan dengan pendidikan sains dan kompetensi abad 21
3. Laporan dan dokumen kebijakan pendidikan dari lembaga nasional dan internasional

Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data elektronik seperti Google Scholar, portal SINTA (*Science and Technology Index*), dan repositori jurnal nasional maupun internasional. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian literatur meliputi: pendidikan sains, kompetensi abad 21, literasi sains, keterampilan 4C, pembelajaran STEM, dan pendidikan IPA abad 21. Batasan waktu publikasi yang digunakan adalah maksimal 10 tahun

terakhir (2015-2025) untuk memastikan relevansi dan kemutakhiran informasi, dengan beberapa pengecualian untuk referensi seminal yang dianggap penting.

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis konten (*content analysis*) dengan langkah-langkah sebagai berikut: (1) identifikasi tema-tema utama dari literatur yang dikumpulkan; (2) kategorisasi informasi berdasarkan tema; (3) sintesis dan integrasi temuan dari berbagai sumber; dan (4) interpretasi dan penarikan kesimpulan. Validitas kajian dijaga melalui triangulasi sumber, yaitu dengan menggunakan beragam sumber literatur dari berbagai perspektif dan konteks.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 1. Kompetensi Masa Depan di Abad 21

Kompetensi abad 21 didefinisikan sebagai keterampilan, pengetahuan, dan keahlian yang harus dikuasai peserta didik untuk sukses dalam kehidupan dan pekerjaan di abad 21 (*Partnership for 21st Century Learning*, 2019). Berbagai kerangka kerja telah dikembangkan untuk mengidentifikasi kompetensi-kompetensi ini, termasuk kerangka P21 (*Partnership for 21st Century Learning*), ATC21S (*Assessment and Teaching of 21st Century Skills*), dan kerangka dari *World Economic Forum*.

Kerangka P21 mengkategorikan kompetensi abad 21 ke dalam empat domain utama (Battelle for Kids, 2019):

#### a. Keterampilan Pembelajaran dan Inovasi (4C)

Domain ini mencakup empat keterampilan inti yang dikenal sebagai 4C: *critical thinking* (berpikir kritis), *creativity* (kreativitas), *collaboration* (kolaborasi), dan *communication* (komunikasi). Keterampilan berpikir kritis melibatkan kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan mensintesis informasi secara logis dan reflektif. Kreativitas mencakup kemampuan untuk menghasilkan ide-ide baru dan inovatif. Kolaborasi adalah kemampuan untuk bekerja secara efektif dalam tim yang beragam. Komunikasi merujuk pada kemampuan untuk menyampaikan informasi secara efektif melalui berbagai media dan konteks.

#### b. Literasi Informasi, Media, dan Teknologi

Domain ini mencakup literasi informasi (kemampuan mengakses, mengevaluasi, dan menggunakan informasi), literasi media (kemampuan memahami dan menggunakan berbagai bentuk media), dan literasi teknologi (kemampuan menggunakan teknologi secara efektif). Di era digital, ketiga literasi ini menjadi sangat penting untuk mengakses dan memanfaatkan pengetahuan yang tersedia secara luas.

#### c. Keterampilan Hidup dan Karier

Domain ini meliputi fleksibilitas dan adaptabilitas, inisiatif dan kemandirian, keterampilan sosial dan antarbudaya, produktivitas dan akuntabilitas, serta kepemimpinan dan tanggung jawab. Keterampilan-keterampilan ini penting untuk membantu peserta didik berkembang dalam kehidupan pribadi dan profesional mereka.

#### d. Penguasaan Mata Pelajaran Inti dan Tema Abad 21

Domain ini menekankan pentingnya penguasaan mata pelajaran inti seperti bahasa, matematika, sains, ilmu sosial, dan seni, yang diintegrasikan dengan tema-tema

abad 21 seperti kesadaran global, literasi finansial, kewarganegaraan, literasi kesehatan, dan literasi lingkungan.

Sementara itu, kerangka ATC21S yang dikembangkan melalui kolaborasi antara *Cisco, Intel, dan Microsoft*, mengorganisir kompetensi abad 21 ke dalam empat kategori: *Ways of Thinking* (berpikir kreatif dan inovatif, berpikir kritis, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan metakognisi), *Ways of Working* (komunikasi dan kolaborasi), *Tools for Working* (literasi informasi dan ICT), dan *Living in the World* (kewarganegaraan lokal dan global, kehidupan dan karier, tanggung jawab personal dan sosial) (Binkley et al., 2012; Griffin & Care, 2015).

## 2. Peran Strategis Pendidikan Sains

Pendidikan sains memiliki peran yang sangat strategis dan unik dalam mengembangkan kompetensi masa depan. *National Science Teachers Association* (NSTA) menegaskan bahwa terdapat koneksi yang kuat dan inheren antara keterampilan abad 21 dengan pendidikan sains. Pendidikan sains yang berkualitas dapat menawarkan konteks yang kaya untuk mengembangkan banyak keterampilan abad 21, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi informasi, khususnya ketika pembelajaran membahas hakikat sains dan mempromosikan praktik-praktik saintifik (NSTA, 2011).

Beberapa karakteristik pendidikan sains yang mendukung pengembangan kompetensi abad 21 antara lain:

### a. Sifat Inkuiri dan Penyelidikan

Pembelajaran sains yang berbasis inkuiri memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan, merancang penyelidikan, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan. Proses inkuiri ini secara alami mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Rustaman, 2005). Peserta didik belajar untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, dan mengevaluasi bukti – semua keterampilan yang esensial dalam kompetensi abad 21.

### b. Pengembangan Literasi Sains

Literasi sains merupakan kemampuan untuk memahami sains, mengkomunikasikan sains, serta menerapkan pengetahuan sains untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Yuliati, 2017). OECD (2019) mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan untuk terlibat dengan isu-isu terkait sains dan dengan ide-ide sains sebagai warga negara yang reflektif. Literasi sains mencakup tiga dimensi: konten (pengetahuan sains), proses (kompetensi sains), dan konteks (aplikasi sains) (Nofiana & Julianto, 2018).

Pengembangan literasi sains sangat penting karena mempersiapkan peserta didik untuk menjadi *problem solver* yang kompetitif, inovatif, kreatif, kolaboratif, dan berkarakter (Yuliati, 2017). Dengan literasi sains yang baik, peserta didik dapat membuat keputusan yang tepat berdasarkan informasi dan pemahaman mereka, yang merupakan keterampilan penting di abad 21.

### c. Pembelajaran Berbasis Masalah dan Proyek

Pendidikan sains sering menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah (*Problem-Based Learning*) dan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based*

*Learning*) yang terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan abad 21. Melalui pendekatan ini, peserta didik belajar untuk berkolaborasi dalam tim, berkomunikasi secara efektif, berpikir kreatif dalam mencari solusi, dan menerapkan pengetahuan sains dalam konteks yang relevan (Aiman & Ahmad, 2020).

#### d. Integrasi Teknologi dan Literasi Digital

Pembelajaran sains modern mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi, yang membantu peserta didik mengembangkan literasi digital. Penggunaan simulasi, visualisasi, dan alat-alat digital dalam pembelajaran sains tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga mengembangkan keterampilan teknologi yang esensial di abad 21 (Robbia & Fuadi, 2020).

#### e. Pembelajaran Sains untuk Mengembangkan Keterampilan 4C

Keterampilan 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, communication*) merupakan inti dari kompetensi abad 21. Pendidikan sains memiliki potensi besar untuk mengembangkan keempat keterampilan ini secara terintegrasi.

### 3. *Critical Thinking* (Berpikir Kritis)

Berpikir kritis adalah kemampuan untuk berpikir secara logis dan reflektif dalam membuat keputusan tentang apa yang harus dipercaya atau dilakukan (Darmawati et al., 2013). Dalam konteks pendidikan sains, berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang berfokus pada sistem, struktur, konsep, prinsip, dan hubungan antar elemen. Pembelajaran sains yang menekankan pada pemahaman konsep mendalam daripada sekadar menghafal fakta dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Wijaya et al., 2016).

Untuk mengembangkan berpikir kritis, pembelajaran sains perlu menggunakan pendekatan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang melibatkan proses kognitif tingkat tinggi. Peserta didik dilatih untuk menganalisis data, mengevaluasi argumen, dan mensintesis informasi dari berbagai sumber. Penggunaan soal-soal HOTS dalam penilaian juga dapat mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis (Karim et al., 2023).

### 4. *Creativity* (Kreativitas)

Kreativitas adalah fungsi natural dari pikiran yang dapat dikembangkan melalui berbagai cara. Dalam pendidikan sains, kreativitas dapat dikembangkan melalui pendekatan SCAMPER (*Substitute, Combine, Adapt, Modify, Put to other uses, Eliminate, Reverse/Rearrange*). Pembelajaran sains yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merancang eksperimen, membuat model, atau menciptakan solusi inovatif terhadap masalah sains dapat mengembangkan kreativitas (Kennedy, 2021).

Kreativitas merupakan inti dari pembelajaran dan inovasi abad 21. Ia adalah pendorong bagi keterampilan hidup dan karier serta mengembangkan keterampilan informasi, media, dan teknologi. Tenaga kerja yang terdidik dengan kreativitas tinggi akan membawa kemakmuran ekonomi dan menciptakan budaya inovasi berkelanjutan yang ditujukan untuk mengatasi masalah-masalah sosial saat ini dan masa depan (Battelle for Kids, 2019).

## 5. Collaboration (Kolaborasi)

Kolaborasi adalah kemampuan untuk bekerja secara efektif dalam tim yang beragam. Dalam pembelajaran sains, kolaborasi dapat dikembangkan melalui kegiatan praktikum kelompok, proyek sains bersama, dan diskusi ilmiah. Pembelajaran kooperatif seperti *model Two Stay Two Stray* terbukti efektif meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa (Sunbanu et al., 2019).

Sikap individualistik dan bekerja sendiri akan mengurangi kemampuan siswa dalam menyiapkan diri menyongsong masa depan. Kolaborasi memungkinkan setiap kompetensi yang dimiliki individu untuk saling melengkapi, sehingga dapat meningkatkan kompetensi dan pencapaian hasil secara keseluruhan. Dalam era global, kemampuan berkolaborasi dengan orang dari berbagai latar belakang budaya menjadi sangat penting.

## 6. Communication (Komunikasi)

Komunikasi dalam konteks sains mencakup kemampuan untuk menyampaikan ide, hasil penyelidikan, dan argumen ilmiah secara jelas dan efektif, baik secara lisan maupun tulisan. Pembelajaran sains memberikan banyak kesempatan untuk mengembangkan keterampilan komunikasi, misalnya melalui presentasi hasil praktikum, penulisan laporan ilmiah, diskusi kelompok, dan pembuatan poster ilmiah (Awaliah, 2023).

Keterampilan komunikasi sains juga mencakup kemampuan untuk mengomunikasikan informasi sains kepada audiens yang berbeda, termasuk masyarakat umum. Hal ini penting karena di abad 21, peserta didik perlu mampu menjembatani pengetahuan sains dengan konteks kehidupan sehari-hari dan isu-isu sosial.

## 7. Pendekatan STEM dalam Pendidikan Sains

Pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan keempat disiplin tersebut untuk mengembangkan keterampilan abad 21. Pendidikan STEM sangat penting untuk mempersiapkan generasi masa depan agar dapat merangkul teknologi dan berkontribusi pada masyarakat yang berpusat pada teknologi (Kuantia Indonesia, 2024).

Karakteristik pendidikan STEM yang mendukung pengembangan kompetensi abad 21 meliputi:

- a. Pembelajaran terintegrasi yang menghilangkan batasan tradisional antar disiplin ilmu
- b. Penekanan pada pemecahan masalah dunia nyata yang kompleks
- c. Pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan inovasi
- d. Pembelajaran berbasis proyek yang mendorong kolaborasi
- e. Integrasi teknologi dalam proses pembelajaran

Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA efektif meningkatkan keterampilan abad 21 siswa. Model pembelajaran STEM terintegrasi dengan *Technology Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan abad 21 siswa SMA (Santosa et al., 2022). Pembelajaran STEM juga dapat meningkatkan literasi sains siswa karena melibatkan peserta didik dalam penyelidikan ilmiah yang autentik dan bermakna (Lestari et al., 2018).

Lebih lanjut, pendidikan STEM dapat menginspirasi siswa untuk menjadi ilmuwan, insinyur, dan pemimpin perubahan yang mampu menciptakan teknologi untuk mengatasi tantangan global seperti perubahan iklim, masalah kesehatan, dan energi

terbarukan. Keterampilan STEM sangat dibutuhkan di pasar kerja saat ini, sehingga pendidikan STEM berperan penting dalam mempersiapkan tenaga kerja yang terampil dan mendorong inovasi (Kuanta Indonesia, 2024).

## 8. Strategi Pembelajaran Sains yang Efektif

Untuk mengoptimalkan peran pendidikan sains dalam mengembangkan kompetensi masa depan, diperlukan strategi pembelajaran yang efektif. Beers (dalam LPMP Yogyakarta, 2019) menegaskan bahwa strategi pembelajaran yang dapat memfasilitasi siswa dalam mencapai kecakapan abad 21 harus memenuhi kriteria berikut:

- a. Menyediakan kesempatan dan aktivitas belajar yang variatif
- b. Memanfaatkan teknologi untuk mencapai tujuan pembelajaran
- c. Menggunakan pembelajaran berbasis proyek atau masalah
- d. Membangun keterkaitan antar kurikulum (cross-curricular connections)
- e. Fokus pada penyelidikan/inkuiri dan investigasi yang dilakukan siswa
- f. Menciptakan lingkungan pembelajaran yang kolaboratif
- g. Menggunakan visualisasi tingkat tinggi dan media visual untuk meningkatkan pemahaman
- h. Menerapkan penilaian formatif termasuk penilaian diri sendiri

Implementasi pendekatan saintifik dalam pembelajaran IPA terbukti efektif dalam mengembangkan kompetensi abad 21 siswa sekolah dasar. Pendekatan saintifik yang mencakup tahapan mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengomunikasikan memberikan pengalaman belajar yang holistik yang mengembangkan berbagai keterampilan secara terintegrasi (Mutmainah et al., 2022).

Model pembelajaran adaptif (*adaptive learning*) juga menjadi strategi penting di abad 21. Pembelajaran adaptif memungkinkan siswa belajar dengan kecepatan mereka sendiri dan dapat bergerak maju melalui unit-unit pelajaran sesuai dengan kemampuan individu. Pendekatan ini menggunakan siklus berulang dari mengajukan pertanyaan, pembelajaran, dan menilai kepercayaan peserta didik dalam pengetahuan yang dikuasainya (RuangKerja, 2025).

Pembelajaran berbasis literasi sains dengan metode Science Technology Literacy (STL) yang terdiri dari tahapan contact, curriculum, elaboration, decision making, nexus, dan evaluation juga terbukti efektif dalam mengembangkan kompetensi abad 21 calon guru (Syofyan & Amir, 2019). Metode ini menekankan pada pengintegrasian sains dengan teknologi dan konteks kehidupan sehari-hari.

## 9. Tantangan dan Peluang

Meskipun pendidikan sains memiliki potensi besar dalam mengembangkan kompetensi masa depan, terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi:

Tantangan

- a. Rendahnya literasi sains: Hasil PISA menunjukkan literasi sains siswa Indonesia masih rendah, yang mengindikasikan perlunya perbaikan dalam pembelajaran sains (Pertwi et al., 2018)
- b. Kesiapan guru: Guru perlu memiliki kompetensi abad 21 dan menguasai strategi pembelajaran inovatif untuk dapat mengembangkan kompetensi tersebut pada siswa (Herman et al., 2022)

- c. Infrastruktur dan fasilitas: Ketersediaan laboratorium, teknologi, dan sumber belajar yang memadai masih menjadi kendala di banyak sekolah
- d. Sistem penilaian: Penilaian yang masih berfokus pada aspek kognitif tingkat rendah perlu ditransformasi untuk mengakomodasi penilaian kompetensi abad 21 yang lebih kompleks

#### Peluang

- a. Kurikulum Merdeka: Implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pembelajaran berbasis proyek (P5) memberikan peluang besar untuk mengintegrasikan pengembangan kompetensi abad 21 dalam pembelajaran sains
- b. Digitalisasi pendidikan: Perkembangan teknologi digital dan ketersediaan platform pembelajaran online membuka peluang untuk pembelajaran sains yang lebih inovatif dan interaktif
- c. Gerakan literasi sains: Semakin banyaknya inisiatif untuk meningkatkan literasi sains di berbagai jenjang pendidikan memberikan momentum positif
- d. Kolaborasi industri dan pendidikan: Kerjasama antara sekolah dengan industri dapat memperkaya pembelajaran sains dengan konteks dunia nyata dan teknologi terkini

#### KESIMPULAN

Berdasarkan kajian kepustakaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pendidikan sains memiliki peran yang sangat strategis dan fundamental dalam mengembangkan kompetensi masa depan yang dibutuhkan peserta didik di abad 21. Peran strategis ini tercermin dalam beberapa aspek:

Pertama, pendidikan sains menyediakan konteks pembelajaran yang ideal untuk mengembangkan keterampilan 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, communication*) yang merupakan inti dari kompetensi abad 21. Pembelajaran sains yang berbasis inkuiri, eksperimen, dan pemecahan masalah secara alami mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreativitas. Sementara itu, praktikum kelompok dan proyek sains mengembangkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi.

Kedua, pendidikan sains berperan penting dalam mengembangkan literasi sains yang menjadi fondasi bagi partisipasi aktif warga negara dalam masyarakat berbasis pengetahuan. Literasi sains memungkinkan peserta didik untuk memahami isu-isu sains, membuat keputusan berdasarkan bukti ilmiah, dan berkontribusi dalam menyelesaikan masalah-masalah global seperti perubahan iklim, kesehatan, dan keberlanjutan lingkungan.

Ketiga, implementasi pendekatan pembelajaran inovatif dalam pendidikan sains, seperti pendekatan saintifik, pembelajaran berbasis masalah dan proyek, serta pendidikan STEM, terbukti efektif dalam mengembangkan kompetensi abad 21 secara holistik dan terintegrasi. Pendekatan-pendekatan ini menghadirkan pembelajaran yang kontekstual, bermakna, dan relevan dengan tantangan masa depan.

Keempat, untuk mengoptimalkan peran pendidikan sains, diperlukan transformasi dalam beberapa aspek: (1) peningkatan kompetensi guru dalam menguasai pedagogi abad 21, (2) pengembangan kurikulum dan bahan ajar yang berorientasi pada pengembangan kompetensi masa depan, (3) perbaikan sistem penilaian untuk mengakomodasi asesmen kompetensi abad 21 yang kompleks, (4) penyediaan infrastruktur dan fasilitas pembelajaran yang mendukung, dan (5) pemanfaatan teknologi digital untuk memperkaya pengalaman belajar.

## SARAN

Rekomendasi untuk praktisi pendidikan meliputi: (1) mengintegrasikan pengembangan keterampilan 4C dan literasi sains secara eksplisit dalam setiap pembelajaran sains, (2) mengimplementasikan pembelajaran berbasis proyek dan masalah yang autentik dan relevan dengan konteks siswa, (3) memanfaatkan teknologi dan multimedia interaktif untuk mendukung pembelajaran sains, (4) mengembangkan sistem penilaian yang komprehensif untuk mengukur kompetensi abad 21, dan (5) membangun kolaborasi dengan berbagai pihak termasuk industri dan komunitas sains untuk memperkaya pembelajaran.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengkaji lebih mendalam tentang model-model pembelajaran sains spesifik yang paling efektif untuk mengembangkan masing-masing kompetensi abad 21, mengembangkan instrumen asesmen yang valid dan reliabel untuk mengukur kompetensi abad 21 dalam konteks pembelajaran sains, serta meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan implementasi pembelajaran sains abad 21 di berbagai konteks pendidikan di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aiman, U., & Ahmad, R. A. R. (2020). Model pembelajaran berbasis masalah (PBL) terhadap literasi sains siswa kelas V sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata*, 1(1), 1–5.
- Awaliah, N. P. (2023). Analisis pengembangan keterampilan komunikasi pada siswa SD kelas VI SDIT Al-Madinah Pekanbaru. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 4(2), 480–498.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2010). *Paradigma pendidikan nasional abad XXI*. BSNP. <http://www.bsnp-indonesia.org>
- Battelle for Kids. (2019). *Framework for 21st century learning definitions. Partnership for 21st Century Learning*. [https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21\\_Framework\\_DefinitionsBFBK.pdf](https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFBK.pdf)
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). *Defining twenty-first century skills*. Dalam P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Springer.
- Darmawati, J., Yuanita, L., & Ibrahim, M. (2013). Melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan mengembangkan perangkat pembelajaran IPA berorientasi problem-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(1), 1–7.
- Griffin, P., & Care, E. (2015). *The ATC21S method*. Dalam P. Griffin & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach* (pp. 3–33). Springer.
- Herman, H., Purba, C. N., Sherly, S., Marpaung, T. I., Hutauruk, B. S., Panjaitan, M. B., Sinurat, B., Sihombing, P. S. R., & Silalahi, D. E. (2022). Improving teachers' competence through the implementation of the 21st century competencies in a post-Covid-19 pandemic. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(2), 1478–1489.
- Karim, A., Rahmawati, E., & Susanti, D. (2023). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar pada materi IPAS. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 10(3), 1167–1173.
- Kennedy, J. (2021). STEM education and 21st century skills. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1–15.
- Kuanta Indonesia. (2024). *Mengapa pendidikan STEM penting untuk generasi masa depan?* <https://kuanta.id/mengapa-pendidikan-stem-penting-untuk-generasi-masa-depan/>

- Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan pendekatan STEM (science, technology, engineering, and mathematics) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 202–207.
- LPMP Yogyakarta. (2019). *Strategi pembelajaran abad 21*. <https://lpmpjogja.kemdikbud.go.id/strategi-pembelajaran-abad-21/>
- Mutmainah, S. U., Permata, A. D., Kultsum, U. W., & Prihantini. (2022). Implementasi pendekatan saintifik dalam mengembangkan kompetensi abad 21 siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Sosiologi dan Humaniora*, 13(2), 443–453.
- National Science Teachers Association. (2011). *Quality science education and 21st-century skills. NSTA Position Statement*. <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/quality-science-education-and-21st-century-skills>
- Nofiana, M., & Julianto, T. (2018). Upaya peningkatan literasi sains siswa melalui pembelajaran berbasis keunggulan lokal. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 9(1), 24–35.
- OECD. (2019). *PISA 2018 science framework*. Dalam PISA 2018 assessment and analytical framework (pp. 97–118). OECD Publishing.
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st century learning*. Battelle for Kids. <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>
- Pertiwi, U. D., Atanti, R. D., & Ismawati, R. (2018). Pentingnya literasi sains pada pembelajaran IPA SMP abad 21. *Indonesian Journal of Natural Science Education*, 1(1), 24–29.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA abad 21 dengan literasi sains siswa. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 34–42.
- Robbia, A. Z., & Fuadi, H. (2020). Pengembangan keterampilan multimedia interaktif pembelajaran IPA untuk meningkatkan literasi sains peserta didik di abad 21. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 117–123.
- RuangKerja. (2025). *Kompetensi abad 21 dan pembelajaran abad 21 yang efektif*. <https://www.ruangkerja.id/blog/kompetensi-pembelajaran-abad-21>
- Rustaman, N. Y. (2005). *Perkembangan penelitian pembelajaran berbasis inkuiri dalam pendidikan sains*. Makalah dipresentasikan dalam Seminar Nasional II Himpunan Ikatan Sarjana dan Pemerhati Pendidikan IPA Indonesia bekerjasama dengan FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Santosa, T., Irwanto, I., & Wahono, B. (2022). Meta-analysis: The effectiveness of the integrated STEM technology pedagogical content knowledge learning model on the 21st century skills of high school students in the science department. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, 5(1), 144–159.
- Sunbanu, H. F., Mawardi, M., & Wardani, K. W. (2019). Peningkatan keterampilan kolaborasi siswa menggunakan model pembelajaran kooperatif Two Stay Two Stray di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 3(2), 453–458.
- Syofyan, H., & Amir, T. L. (2019). Penerapan literasi sains dalam pembelajaran IPA untuk calon guru SD. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 10(2), 35–43.
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). *Transformasi pendidikan abad 21 sebagai tuntutan pengembangan sumber daya manusia di era global*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika, 1, 263–278.
- World Economic Forum. (2015). New vision for education: Unlocking the potential of technology. *World Economic Forum*.
- Yuliati, Y. (2017). Literasi sains dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 3(2), 21–28.