

Kajian Sistematis Literatur Tentang Pengembangan Media dan Materi IPA Interaktif di Sekolah Dasar Berbasis Keterampilan Abad 21

Widdy H.F. Rorimpandey

Program Studi S2 Pendidikan Guru SD, Universitas Negeri Manado, Indonesia

widdyrorimpandey@unima.ac.id

Jeane Kalengkongan

Program Studi S2 Pendidikan Guru SD, Universitas Negeri Manado, Indonesia

jeanekalengkongan@unima.ac.id

Jini Carolina Dien

Program Studi S2 Pendidikan Guru SD, Universitas Negeri Manado, Indonesia

jinidien27@gmail.com

Afrilia Asari Lengkong

Program Studi S2 Pendidikan Guru SD, Universitas Negeri Manado, Indonesia

afrilialengkong03@gmail.com

Meisara Leonita Horman

Program Studi S2 Pendidikan Guru SD, Universitas Negeri Manado, Indonesia

Meisarahorman2003@gmail.com

Abstract

The development of 21st century education demands innovation in Science (IPA) learning at the elementary school level, emphasizing not only knowledge transfer but also the cultivation of critical thinking, creativity, collaboration, and communication skills. This study aims to systematically analyze the literature discussing the development of interactive science learning media and materials in elementary schools relevant to the enhancement of 21st century skills. The research employed a Systematic Literature Review (SLR) method consisting of identification, selection, analysis, and synthesis stages of scientific articles published between 2018 and 2024. Data sources were obtained from national and international databases such as Google Scholar, DOAJ, and Garuda. The findings indicate that the development of digital-based interactive media—such as Articulate Storyline, Educandy, Augmented Reality, and virtual laboratories—has a positive impact on students' conceptual understanding, learning motivation, and scientific literacy. Furthermore, science materials designed using contextual and problem-based approaches were found to be effective in integrating 21st century skills. The main challenges identified include limited teacher competence in technology use, unequal digital infrastructure, and the lack of comprehensive evaluations based on 21st century competencies. This review recommends continuous teacher

training, the development of student-centered learning media, and collaboration between educational institutions and technology developers to create innovative, adaptive, and skill-oriented science learning environments.

Keywords: Systematic Literature Review, Interactive Media, Science Materials, Elementary School, 21st Century Skills.

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad 21 telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dunia pendidikan. Transformasi digital yang begitu pesat menjadikan teknologi informasi sebagai bagian integral dari proses belajar dan mengajar. Pendidikan tidak lagi berorientasi pada penguasaan konten semata, melainkan menuntut kemampuan peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, mampu berkolaborasi, dan berkomunikasi secara efektif. Keterampilan tersebut dikenal sebagai keterampilan abad 21 (*21st century skills*) yang terdiri atas empat komponen utama, yaitu *critical thinking*, *creativity*, *collaboration*, dan *communication* atau yang populer disebut dengan *4C skills* (Trilling & Fadel, 2009). Keterampilan ini menjadi dasar bagi peserta didik agar mampu beradaptasi dengan perubahan global, perkembangan teknologi, serta tantangan kehidupan di masa depan yang kompleks dan dinamis.

Dalam konteks pendidikan dasar, guru memiliki peran yang sangat penting dalam menanamkan fondasi keterampilan abad 21 sejak dini. Pembelajaran di sekolah dasar seharusnya tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga menekankan pengembangan karakter, kemampuan berpikir reflektif, serta penerapan konsep dalam kehidupan nyata. Di antara berbagai mata pelajaran, Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki kedudukan strategis karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi fenomena alam melalui kegiatan observasi, eksperimen, dan penyelidikan ilmiah. Pembelajaran IPA tidak sekadar menyampaikan konsep-konsep sains, melainkan bertujuan membangun *scientific literacy* atau literasi sains, yaitu kemampuan untuk memahami, menafsirkan, dan menggunakan pengetahuan ilmiah dalam mengambil keputusan serta memecahkan masalah kehidupan sehari-hari (OECD, 2019).

Pendidikan IPA yang berorientasi pada keterampilan abad 21 harus mampu menciptakan pengalaman belajar yang aktif, eksploratif, kolaboratif, dan berpusat pada peserta didik (*student-centered learning*). Proses pembelajaran yang demikian menuntut adanya inovasi, baik dari segi strategi pengajaran, media, maupun materi pembelajaran. Salah satu bentuk inovasi yang menonjol adalah penggunaan media dan materi pembelajaran interaktif berbasis teknologi digital. Media interaktif dapat mengombinasikan teks, gambar, animasi, video, dan simulasi yang mampu menghadirkan pengalaman belajar yang menarik, dinamis, dan kontekstual. Dengan karakteristiknya yang multimodal, media interaktif dapat membantu siswa memahami konsep abstrak IPA dengan cara visual dan konkret, sekaligus meningkatkan motivasi serta partisipasi aktif mereka dalam proses belajar.

Berbagai penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas penggunaan media digital dan interaktif dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Misalnya, penggunaan *Articulate Storyline* dan *Educandy* terbukti dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan keterlibatan dalam aktivitas belajar (Rahmawati & Yuliani, 2021). Sementara itu, penerapan *Augmented Reality (AR)* dan *virtual laboratory* mampu memberikan pengalaman eksperimen virtual yang mendekati kondisi nyata, sehingga mendukung pemahaman konsep ilmiah secara mendalam (Fitriani, 2022). Penggunaan *Canva Education* dan aplikasi desain visual lainnya juga mendorong siswa untuk mengekspresikan ide dan kreativitas mereka dalam memahami materi sains. Selain itu, materi pembelajaran berbasis digital memberikan peluang bagi guru

untuk menerapkan pembelajaran berdiferensiasi sesuai kemampuan, gaya belajar, dan minat peserta didik.

Namun demikian, berbagai tantangan masih dihadapi dalam penerapan media dan materi interaktif di sekolah dasar. Tidak semua guru memiliki kompetensi digital yang memadai untuk merancang dan mengimplementasikan media berbasis teknologi. Waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan media interaktif juga relatif panjang, sementara beban administrasi guru sering kali tinggi. Di sisi lain, tidak semua sekolah memiliki infrastruktur teknologi yang memadai, seperti akses internet, perangkat komputer, atau proyektor, yang menjadi syarat utama dalam penerapan media digital. Ketimpangan fasilitas ini menyebabkan kesenjangan dalam kualitas pembelajaran antara sekolah dengan sumber daya teknologi tinggi dan sekolah dengan sumber daya terbatas.

Tantangan lain yang sering muncul adalah kurangnya integrasi antara media interaktif dengan capaian pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan abad 21. Banyak media digital yang dikembangkan hanya menitikberatkan pada aspek tampilan atau hiburan, tetapi belum sepenuhnya mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan kreasi. Akibatnya, potensi media digital untuk menumbuhkan *higher order thinking skills* (HOTS) siswa belum tergarap secara maksimal. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang sistematis dan berbasis bukti (*evidence-based*) untuk menelaah sejauh mana media dan materi interaktif mampu berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan abad 21 dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) sebagai metode kajian. Metode ini memungkinkan peneliti untuk meninjau, menganalisis, dan mensintesis berbagai hasil penelitian sebelumnya secara terstruktur, objektif, dan mendalam. Melalui SLR, peneliti dapat mengidentifikasi tren pengembangan media interaktif, pendekatan yang digunakan, efektivitasnya terhadap hasil belajar dan keterampilan abad 21, serta hambatan yang dihadapi dalam implementasinya.

Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dan praktis dalam bidang pendidikan IPA di sekolah dasar. Secara teoretis, hasil penelitian ini dapat memperkaya literatur tentang inovasi pembelajaran berbasis teknologi dan penguatan keterampilan abad 21 melalui media interaktif. Secara praktis, hasilnya dapat menjadi acuan bagi guru, pengembang media, dan lembaga pendidikan dasar dalam merancang strategi pembelajaran yang inovatif, adaptif, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik di era digital. Dengan demikian, pengembangan media dan materi IPA interaktif berbasis keterampilan abad 21 diharapkan dapat menjadi langkah nyata dalam menciptakan pembelajaran yang bermakna, relevan, dan berkelanjutan di sekolah dasar.

Metode

Partisipan

Dalam penelitian *Systematic Literature Review* (SLR) ini, yang menjadi “partisipan” bukanlah individu, melainkan artikel-artikel ilmiah yang memenuhi kriteria inklusi. Artikel yang dianalisis mencakup publikasi nasional dan internasional yang relevan dengan tema pengembangan media dan materi pembelajaran IPA interaktif di sekolah dasar dalam konteks keterampilan abad 21. Proses pencarian awal menghasilkan 156 artikel, kemudian melalui tahap penyaringan berdasarkan topik, abstrak, kelayakan metodologis, dan pengecekan duplikasi. Dari proses tersebut diperoleh 32 artikel utama yang dijadikan sumber data dalam analisis.

Instrumen

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri (*human instrument*) yang berperan dalam menelusuri, menyeleksi, mengevaluasi, membaca, memahami,

dan menafsirkan isi artikel. Selain itu, penelitian menggunakan beberapa instrumen pendukung, yaitu:

1. *Checklist* seleksi literatur, berisi kriteria inklusi–eksklusi (tahun publikasi, topik, jenis media interaktif, jenjang SD, serta relevansi dengan keterampilan abad 21).
2. *Data extraction table*, digunakan untuk mencatat informasi penting dari setiap artikel, mencakup:
 - a. Identitas artikel,
 - b. Tujuan penelitian,
 - c. Metode dan instrumen,
 - d. Jenis media interaktif,
 - e. Strategi pembelajaran,
 - f. Hasil penelitian,
 - g. Tantangan dan rekomendasi.
3. Panduan model SLR Kitchenham (2004) sebagai instrumen prosedural yang mengarahkan tahap perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan tinjauan.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran sistematis terhadap artikel ilmiah pada basis data berikut:

1. Google Scholar
2. DOAJ
3. ERIC
4. Scopus (preview)
5. Garuda Ristekdikti
6. SINTA

Kata kunci yang digunakan: “media interaktif IPA sekolah dasar”, “interactive science learning media elementary school”, “systematic literature review education”, “pembelajaran abad 21”, “pengembangan materi IPA interaktif”. Kriteria pengumpulan data meliputi:

1. Artikel terbit tahun 2018–2024;
2. Dipublikasikan pada jurnal bereputasi (Sinta 1–4 atau jurnal internasional bereputasi);
3. Fokus pada pembelajaran IPA di SD;
4. Mengkaji pengembangan media atau materi pembelajaran interaktif;
5. Berbasis data empiris atau sintesis konseptual yang relevan.

Hasil penelusuran menghasilkan 156 artikel awal yang kemudian disaring menjadi 32 artikel yang layak dianalisis.

Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan dengan pendekatan content analysis untuk menemukan pola, tema, dan kecenderungan penelitian. Prosedur analisis mencakup:

1. Membaca dan memahami isi artikel secara menyeluruh.
2. Mengidentifikasi elemen utama setiap artikel: fokus penelitian, metode, instrumen, media yang dikembangkan, dampak terhadap hasil belajar/motivasi/literasi sains, serta tantangan implementasi.
3. Mengelompokkan artikel berdasarkan tema, yaitu:
 - a. Jenis media interaktif yang dikembangkan,
 - b. Strategi pembelajaran yang digunakan,
 - c. Dampak terhadap hasil belajar dan Motivasi,
 - d. Tantangan Dalam Implementasi teknologi di SD.
4. Sintesis data, yaitu mengintegrasikan berbagai temuan untuk mengidentifikasi kesamaan pola, perbedaan hasil, tren penelitian, serta arah pengembangan media interaktif sesuai kebutuhan keterampilan abad 21.
5. Validasi hasil, dilakukan melalui:

- a. *Cross-checking* antarpeneliti,
- b. Triangulasi sumber,
- c. Pencatatan proses seleksi pada data extraction table untuk memastikan transparansi dan keterulangan,
- d. Peer review internal untuk menjaga konsistensi interpretasi dan objektivitas.

Hasil

Kajian sistematis literatur ini menghasilkan pemetaan komprehensif mengenai arah, tren, efektivitas, serta tantangan dalam pengembangan media dan materi pembelajaran IPA interaktif di sekolah dasar dalam konteks keterampilan abad 21. Berdasarkan analisis terhadap artikel-artikel nasional (SINTA 1–4) dan internasional yang terbit antara 2018–2024, ditemukan bahwa inovasi media interaktif telah menjadi strategi utama dalam mewujudkan pembelajaran IPA yang menekankan penguasaan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (4C skills). Temuan ini konsisten dengan pandangan Trilling dan Fadel (2009) yang menegaskan bahwa keterampilan abad 21 tidak hanya menuntut penguasaan konten, namun juga kemampuan menerapkan pengetahuan secara adaptif.

1. Tren Pengembangan Media Interaktif dalam Pembelajaran IPA

Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam jumlah penelitian yang mengembangkan media interaktif IPA di sekolah dasar selama lima tahun terakhir. Sebagian besar penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE atau Borg & Gall, sementara jenis media yang dikembangkan semakin beragam. Media yang paling dominan meliputi:

- a. Multimedia interaktif berbasis *Articulate Storyline*, *Canva*, dan *Google Slides*.
- b. Game edukatif berbasis digital (*Educandy*, *Quizizz*).
- c. *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR).
- d. *Virtual Laboratory* berbasis simulasi.
- e. *E-book* sains interaktif dan media berbasis LMS.

Dari berbagai temuan, media interaktif berbasis *Articulate Storyline* terbukti meningkatkan hasil belajar siswa hingga 32% (Mardhiyah et al., 2022), sedangkan media AR pada topik tata surya meningkatkan pemahaman spasial secara signifikan (Sari & Hartini, 2021). Selain inovasi visual, media tersebut juga diintegrasikan dengan pendekatan pembelajaran modern seperti *project-based learning* (PjBL), *contextual learning*, dan *problem-based learning* (PBL).

2. Efektivitas Media Interaktif terhadap Pembelajaran IPA

Dari 32 artikel yang dianalisis, 28 penelitian melaporkan peningkatan yang signifikan dalam aspek kognitif, afektif, dan psikomotor siswa. Rata-rata peningkatan hasil belajar berkisar antara 25–40%. Media video interaktif berbasis PBL meningkatkan retensi konsep dan berpikir reflektif (Wibowo et al., 2022), sementara interactive e-book terbukti meningkatkan motivasi belajar serta rasa ingin tahu (Susanti & Widodo, 2022). Media berbasis AR dalam konteks PjBL memperkuat kemampuan kolaboratif dan komunikasi ilmiah siswa (Jannah et al., 2023).

Secara keseluruhan, media interaktif tidak hanya efektif dalam meningkatkan hasil belajar, tetapi juga berkontribusi pada pembentukan karakter ilmiah, motivasi intrinsik, dan pengalaman belajar yang bermakna.

3. Integrasi Pengembangan Media dengan Keterampilan Abad 21

Hampir seluruh penelitian menunjukkan bahwa desain media interaktif sudah mengarah pada integrasi keterampilan abad 21. Media berorientasi pada penguatan:

- a. *Critical thinking* melalui eksplorasi dan pemecahan masalah,
- b. *Creativity* melalui aktivitas desain dan eksperimen digital,
- c. *Collaboration* melalui kerja kelompok berbasis proyek,
- d. *Communication* melalui presentasi ilmiah dan diskusi *peer learning*.

Beberapa media yang dikembangkan bahkan memasukkan elemen literasi digital dan sains, sesuai rekomendasi OECD (2021). Hal ini memperlihatkan bahwa media interaktif tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga instrumen pedagogis yang membentuk profil pelajar Pancasila.

4. Tantangan dan Keterbatasan Implementasi

Hasil kajian juga menunjukkan berbagai tantangan yang dihadapi sekolah dasar dalam menerapkan media interaktif, antara lain:

- Kompetensi digital guru yang terbatas, terutama dalam penggunaan perangkat lunak seperti *Articulate Storyline* atau *Adobe Animate*.
- Ketersediaan infrastruktur digital yang tidak merata, terutama pada sekolah di wilayah nonperkotaan.
- Desain pembelajaran yang kurang terintegrasi, sehingga media yang menarik secara visual tidak selalu efektif secara pedagogis.
- Minimnya asesmen autentik untuk mengukur keterampilan abad 21 seperti kreativitas, kolaborasi, dan berpikir kritis.

Keterbatasan tersebut berdampak pada efektivitas implementasi media interaktif di kelas.

5. Sintesis dan Arah Pengembangan Ke Depan

Sintesis hasil kajian menunjukkan bahwa pengembangan media interaktif di SD telah bergerak pada arah yang semakin inovatif dan relevan dengan tantangan global. Beberapa rekomendasi yang muncul dari hasil analisis yaitu:

- Integrasi gamifikasi dan AR/VR,
- Penguatan literasi digital dan sains kontekstual,
- Kolaborasi multi-disipliner antara guru dan pengembang media,
- Pengembangan asesmen autentik berbasis performa,
- Penelitian lanjutan berupa meta-analisis dan studi longitudinal.

Hasil ini menegaskan bahwa media interaktif berkontribusi besar terhadap kualitas pembelajaran IPA di sekolah dasar.

Pembahasan

Hasil kajian menunjukkan konsistensi yang kuat antara temuan empiris, teori pendidikan modern, dan tuntutan kurikulum abad 21. Peningkatan tren pengembangan media interaktif selama lima tahun terakhir tidak terlepas dari percepatan digitalisasi pendidikan serta kebutuhan pembelajaran yang lebih kontekstual, konstruktivis, dan berbasis pengalaman siswa. Hal ini mencerminkan pergeseran paradigma dari *teacher-centered learning* menuju *student-centered learning*, sebagaimana ditegaskan oleh Bransford, Brown, & Cocking (2000).

Analisis Kesesuaian dengan Teori Pembelajaran

Temuan mengenai keberhasilan multimedia interaktif memperkuat teori Mayer (2009) yang menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih efektif bila melibatkan kombinasi saluran verbal dan visual. Media AR dan VR yang banyak dikembangkan dalam penelitian ini juga membuktikan relevansinya dengan teori konstruktivisme (Jonassen, 1994), di mana visualisasi tiga dimensi dan simulasi memungkinkan siswa membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung.

Selain itu, peningkatan motivasi dan kolaborasi siswa mendukung prinsip *Social Constructivism* (Vygotsky, 1978), yang menekankan peran interaksi sosial dalam pembelajaran. Media yang berbasis permainan edukatif (gamifikasi) dan simulasi interaktif terbukti memberikan lingkungan belajar yang menantang, menyenangkan, sekaligus memotivasi, sesuai teori *Self-Determination* (Deci & Ryan, 2000).

Implikasi Praktis bagi Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar

Hasil kajian memberikan implikasi bahwa guru perlu meningkatkan kompetensi digital agar mampu mengoptimalkan media pembelajaran. Media

interaktif yang dirancang dengan baik bukan hanya meningkatkan prestasi siswa, tetapi juga melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah. Hal ini sangat sesuai dengan arah kebijakan Profil Pelajar Pancasila yang menuntut siswa menjadi pembelajar sepanjang hayat (*lifelong learners*).

Namun demikian, keberhasilan media interaktif sangat dipengaruhi oleh kualitas desain pedagogis. Media yang kaya fitur teknologi tidak akan efektif bila tidak diintegrasikan dengan tujuan pembelajaran, aktivitas belajar, serta asesmen yang selaras (*pedagogical alignment*). Oleh karena itu, pelatihan guru berbasis teknologi dan pedagogi menjadi kebutuhan mendesak dalam implementasi Kurikulum Merdeka.

Analisis Tantangan dan Kesenjangan

Pembahasan juga menemukan adanya kesenjangan antara inovasi media dengan kesiapan implementasi di lapangan. Masih terdapat banyak sekolah yang menghadapi keterbatasan fasilitas maupun kompetensi guru dalam menggunakan media interaktif. Tantangan ini perlu dipertimbangkan dalam perencanaan kebijakan pendidikan agar media interaktif tidak hanya efektif di sekolah berfasilitas baik, tetapi juga inklusif bagi seluruh jenjang sekolah dasar di Indonesia.

Arah Penelitian dan Pengembangan Masa Depan

Kajian ini menegaskan pentingnya penelitian lanjutan dalam bentuk meta-analisis untuk memperoleh gambaran efek media interaktif secara kuantitatif terhadap literasi sains dan keterampilan abad 21. Selain itu, studi longitudinal diperlukan untuk menilai dampak jangka panjang penggunaan media interaktif terhadap perkembangan karakter dan kemampuan berpikir ilmiah siswa.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa media interaktif berperan strategis dalam membangun ekosistem belajar yang lebih adaptif, inovatif, dan berorientasi masa depan. Media tersebut tidak hanya sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai sarana pembentukan generasi yang mampu berpikir ilmiah, kreatif, dan kolaboratif dalam menghadapi tantangan global abad 21.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian sistematis literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan media dan materi pembelajaran IPA interaktif di sekolah dasar merupakan strategi penting dalam menjawab tuntutan keterampilan abad 21. Kajian terhadap berbagai penelitian nasional dan internasional menunjukkan bahwa inovasi media interaktif tidak hanya berdampak positif terhadap hasil belajar kognitif, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan motivasi, partisipasi, serta pengembangan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif pada peserta didik. Media interaktif seperti *multimedia learning*, *augmented reality*, *virtual laboratory*, *interactive video*, dan *gamification-based learning* terbukti mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, menarik, serta bermakna. Keberhasilan ini semakin diperkuat melalui integrasi pendekatan pedagogis modern seperti *problem-based learning*, *project-based learning*, dan *inquiry learning* yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif pembelajaran (*student-centered learning*). Dengan demikian, media interaktif bukan hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, melainkan sebagai komponen integral dalam membangun ekosistem pembelajaran IPA yang adaptif terhadap perkembangan teknologi dan relevan dengan keterampilan abad 21.

Hasil kajian juga memperlihatkan bahwa sebagian besar media interaktif yang dikembangkan dalam penelitian memiliki tingkat validitas tinggi berdasarkan uji ahli materi, media, dan pembelajaran. Implementasi di sekolah dasar secara umum menunjukkan peningkatan hasil belajar rata-rata sebesar 20–30% dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Selain itu, siswa menjadi lebih antusias, aktif dalam diskusi, serta mampu mengaitkan konsep-konsep ilmiah dengan fenomena

kehidupan sehari-hari. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran IPA berbasis media interaktif mampu menumbuhkan literasi sains dan karakter ilmiah sejak dini, sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*).

Meskipun demikian, hasil telaah juga mengungkapkan sejumlah tantangan yang perlu menjadi perhatian serius. Keterbatasan kompetensi guru dalam merancang dan memanfaatkan teknologi pembelajaran masih menjadi hambatan utama. Sebagian besar guru belum terbiasa menggunakan perangkat lunak pengembangan media serta belum memiliki waktu dan sumber daya yang memadai untuk melakukan inovasi berbasis digital. Selain itu, infrastruktur teknologi seperti ketersediaan komputer, akses internet, dan fasilitas laboratorium digital masih belum merata, terutama di sekolah dasar di daerah pedesaan. Tantangan lain terletak pada relevansi media dengan konteks lokal dan karakteristik peserta didik. Media yang efektif di satu daerah belum tentu dapat diterapkan secara optimal di daerah lain karena adanya perbedaan budaya belajar, kebiasaan penggunaan teknologi, serta kondisi sosial ekonomi siswa. Oleh karena itu, adaptasi dan kontekstualisasi menjadi faktor penting agar pengembangan media benar-benar bermakna bagi seluruh peserta didik.

Dari sisi kurikulum, pengembangan media interaktif perlu terus diarahkan agar sejalan dengan capaian kompetensi dan *Profil Pelajar Pancasila*. Nilai-nilai karakter seperti rasa ingin tahu, gotong royong, tanggung jawab, dan berpikir ilmiah perlu diintegrasikan dalam desain media sehingga teknologi pembelajaran tidak hanya membentuk kecakapan digital, tetapi juga menumbuhkan integritas, empati, dan kesadaran ilmiah. Dengan demikian, inovasi media interaktif berperan tidak hanya dalam meningkatkan kualitas kognitif, tetapi juga dalam membangun kepribadian dan karakter peserta didik sesuai dengan tujuan pendidikan nasional.

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, beberapa rekomendasi dapat diajukan. Pertama, guru perlu memperoleh pelatihan berkelanjutan terkait penggunaan dan pengembangan media interaktif berbasis teknologi digital yang berpijak pada desain pembelajaran abad 21. Kedua, pemerintah dan lembaga pendidikan perlu memperkuat dukungan infrastruktur teknologi di sekolah dasar agar pemerataan akses pembelajaran digital dapat terwujud di seluruh wilayah Indonesia. Ketiga, kolaborasi lintas pihak—antara guru, pengembang media, peneliti pendidikan, dan pembuat kebijakan—perlu ditingkatkan guna menghasilkan produk media yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga efektif secara pedagogis dan berorientasi pada pengembangan kompetensi masa depan.

Selain itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk memperluas ruang lingkup kajian melalui *meta-analysis* kuantitatif yang menilai efektivitas media interaktif pada berbagai konteks pembelajaran IPA di sekolah dasar. Penelitian juga dapat difokuskan pada pengembangan model evaluasi berbasis keterampilan abad 21 yang mampu mengukur kemampuan berpikir kritis, komunikasi ilmiah, kolaborasi, serta kreativitas siswa secara autentik dan menyeluruh.

Pada akhirnya, hasil kajian ini menegaskan bahwa pengembangan media dan materi pembelajaran IPA interaktif bukanlah sekadar tren sementara, melainkan kebutuhan fundamental dalam mewujudkan pendidikan yang responsif terhadap perubahan zaman. Di tengah derasnya arus digitalisasi global, media interaktif berfungsi sebagai jembatan antara teknologi dan humanisasi pendidikan menghadirkan proses belajar yang tidak hanya cerdas secara intelektual, tetapi juga kaya secara emosional, sosial, dan moral. Dengan dukungan kolaboratif seluruh pemangku kepentingan, pembelajaran IPA di sekolah dasar dapat menjadi wahana strategis dalam menumbuhkan generasi ilmiah yang kreatif, inovatif, dan berdaya saing global, sesuai dengan semangat pendidikan abad 21.

Referensi

- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
- Fitriani, L. (2022). Pengembangan media Augmented Reality untuk meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 115–126.
- Jannah, M., Nurhadi, & Fatimah, N. (2023). Implementasi Augmented Reality berbasis Project-Based Learning untuk meningkatkan kolaborasi dan komunikasi ilmiah siswa. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 7(1), 44–56.
- Jonassen, D. H. (1994). Thinking technology: Toward a constructivist design model. *Educational Technology*, 34(4), 34–37.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Keele University.
- Mardhiyah, H., Suryaningsih, N., & Putra, W. T. A. (2022). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis Articulate Storyline pada pembelajaran IPA sekolah dasar. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 24(1), 55–67.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- OECD. (2019). *PISA 2018 results: What students know and can do* (Vol. 1). OECD Publishing.
- OECD. (2021). *21st-century readers: Developing literacy skills in a digital world*. OECD Publishing.
- Rahmawati, D., & Yuliani, S. (2021). Penggunaan Articulate Storyline dan Educandy untuk meningkatkan hasil belajar IPA siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 6(3), 221–230.
- Sari, D. M., & Hartini, T. (2021). Efektivitas media Augmented Reality pada materi tata surya untuk siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 82–90.
- Susanti, R., & Widodo, A. (2022). Pengembangan e-book interaktif untuk meningkatkan motivasi dan rasa ingin tahu siswa pada pembelajaran IPA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Sains*, 4(2), 134–145.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wibowo, A., Kurniasari, I., & Lestari, K. (2022). Video pembelajaran interaktif berbasis Problem-Based Learning untuk meningkatkan retensi dan berpikir reflektif siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Sains dan Humaniora*, 5(1), 15–28.