



PERSEPSI DAN TANTANGAN PEMBELAJARAN KODING DALAM MATA PELAJARAN IPA SEBAGAI PENGUATAN KETERAMPILAN ABAD-21

**Siti Shofa Assyifa'ul Qulbi Barid^{1*}, Arvidhea Safira Gunawan²,
& Syinta Nur³**

^{1,2,&3}Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu
Pendidikan, Universitas Jember, Jalan Kalimantan Nomor 37, Jember,
Jawa Timur 68121, Indonesia

*Email: sitishofa@unej.ac.id

Submit: 18-09-2025; Revised: 01-10-2025; Accepted: 07-10-2025; Published: 10-10-2025

ABSTRAK: Pembelajaran koding dalam pendidikan tidak hanya berfungsi sebagai keterampilan teknis, tetapi juga mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, kreativitas, dan berpikir komputasional. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis persepsi dan tantangan pada pembelajaran koding dalam pembelajaran IPA. Metode *systematic literature review* dengan pendekatan PRISMA digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini dimulai dengan mengembangkan pertanyaan penelitian, kriteria seleksi, mengembangkan strategi pencarian, proses seleksi artikel penelitian, penilaian kualitas artikel penelitian, dan hasil sintesis artikel yang telah diseleksi. Data dikoleksi dengan mengidentifikasi artikel terkait dengan persepsi dan tantangan pembelajaran koding dalam mata pelajaran ilmu pengetahuan alam yang mencakup 200 artikel terkait pembelajaran koding yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2025, dan didapatkan 12 artikel yang memenuhi kriteria. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran koding yang diintegrasikan dalam mata pelajaran IPA di SMP memiliki kontribusi nyata dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21. Namun, tantangan yang dihadapi meliputi kurangnya kompetensi guru dalam koding, keterbatasan sumber daya, dan belum tersedianya kurikulum yang mendukung integrasi koding secara sistematis. Temuan ini menekankan pentingnya pelatihan guru dan pengembangan kebijakan pendidikan yang adaptif terhadap teknologi masa kini.

Kata Kunci: Ilmu Pengetahuan Alam, Koding, Sekolah Menengah Pertama.

ABSTRACT: Coding education in schools serves not only as a technical skill, but also supports the development of 21st-century skills such as critical thinking, problem solving, collaboration, creativity, and computational thinking. The purpose of this study is to analyze perceptions and challenges in coding education in science education. A systematic literature review using the PRISMA approach was used in this research. This study began with developing research questions, selection criteria, search strategies, research article selection processes, research article quality assessments, and synthesis of selected articles. Data were collected by identifying articles related to perceptions and challenges of coding learning in science subjects, covering 200 articles related to coding learning published between 2020 and 2025, and 12 articles that met the criteria were obtained. The results showed that coding learning integrated into science subjects in junior high school had a significant contribution to developing 21st-century skills. However, the challenges faced included a lack of teacher competence in coding, limited resources, and the unavailability of a curriculum that supported the systematic integration of coding. These findings emphasized the importance of teacher training and the development of educational policies that were adaptive to current technology.

Keywords: Natural Sciences, Coding, Junior High School.

How to Cite: Barid, S. S. A. Q., Gunawan, A. S., & Nur, S. (2025). Persepsi dan Tantangan Pembelajaran Koding dalam Mata Pelajaran IPA sebagai Penguatan Keterampilan Abad-21. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(4), 1141-1152. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i4.678>

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera>



PENDAHULUAN

Perkembangan era digital mempengaruhi dunia pendidikan agar turut meningkatkan kemampuan peserta didik dengan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi (4C), serta *Computational Thinking* (CT). Keterampilan ini dianggap esensial untuk membekali siswa menghadapi tantangan global yang semakin kompleks. Salah satu pendekatan yang terbukti efektif dalam membangun CT dan keterampilan 4C adalah pembelajaran koding.

Integrasi koding dalam pendidikan, khususnya dalam konteks STEM, telah menunjukkan dampak positif terhadap kemampuan berpikir analitis dan pemecahan masalah siswa (Cahaya *et al.*, 2023). Dalam pembelajaran IPA di tingkat SMP, koding berpotensi tidak hanya menyampaikan konsep ilmiah, tetapi juga memperkuat logika, kreativitas, serta keterampilan kolaboratif siswa (Popat & Starkey, 2019). Studi oleh Papagiannis & Pallaris (2024) menambahkan bahwa intervensi berbasis proyek koding dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, meskipun penelitian tersebut dilakukan di jenjang perguruan tinggi, namun pendekatannya relevan untuk SMP.

Namun, implementasi koding dalam pembelajaran IPA tidak lepas dari tantangan. Dari sisi siswa, Hamerski *et al.* (2022) menemukan bahwa siswa yang tidak memiliki latar belakang pemrograman kerap mengalami kebingungan dan frustrasi, sedangkan siswa yang akrab dengan teknologi merasa pembelajaran menjadi lebih autentik. Dari sisi guru, keterbatasan pemahaman terhadap materi koding menjadi kendala utama (Awaluddin & Hadi, 2025). Selain itu, tantangan lain mencakup keterbatasan infrastruktur, kurangnya pelatihan, dan resistensi terhadap pendekatan pembelajaran yang baru.

Beberapa penelitian telah membahas manfaat dan tantangan pembelajaran koding di berbagai jenjang, namun sebagian besar masih bersifat umum dan belum secara sistematis mengkaji konteks pembelajaran IPA di tingkat SMP. Penelitian yang ada lebih banyak menyoroti aspek pengembangan keterampilan abad ke-21 melalui model seperti *project-based learning*, *flipped classroom*, atau *blended learning*, tetapi belum banyak yang secara eksplisit meneliti integrasi koding dalam pembelajaran yang jarang menjadi fokus utama, padahal hal ini penting untuk memastikan keberhasilan implementasi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih mendalam dan kontekstual untuk mengeksplorasi bagaimana koding dapat diintegrasikan secara efektif dalam pembelajaran IPA di SMP.

Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian terkait kurangnya kajian sistematis yang secara khusus membahas persepsi dan tantangan implementasi koding dalam pembelajaran IPA di jenjang SMP, khususnya dalam konteks pendidikan di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis secara sistematis persepsi siswa dan guru terkait tantangan yang dihadapi dalam mengimplementasikan pembelajaran koding dalam mata pelajaran IPA di tingkat SMP.



METODE

Desain Studi

Metode *systematic literature review* digunakan untuk melakukan identifikasi, evaluasi, dan mensintesis hasil penelitian yang relevan dengan topik persepsi dan tantangan pembelajaran koding dalam pembelajaran IPA di jenjang SMP sebagai upaya penguatan keterampilan abad 21 (Kolaski *et al.*, 2023). Hasil temuan selanjutnya disusun berdasarkan panduan PRISMA. Proses ini memastikan bahwa data yang dikumpulkan bersifat komprehensif dan dapat dipertanggungjawabkan untuk menghasilkan simpulan yang valid dan reliabel.

Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian dalam SLR ini dirumuskan sebagai berikut: 1) RQ1: Bagaimana persepsi siswa dan guru terhadap pembelajaran koding dalam pembelajaran IPA di SMP?; 2) RQ2: Apa saja tantangan dalam implementasi pembelajaran koding dalam pembelajaran IPA di SMP?; dan 3) RQ3: Sejauh mana pembelajaran koding berkontribusi terhadap penguatan keterampilan abad-21 siswa SMP?

Protokol Pencarian Artikel

Pencarian literatur dilakukan pada bulan Juli 2025 dengan mengoleksi database *google scholar*. *Software publish or perish* juga digunakan untuk membantu proses koleksi data. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian antara lain “koding”, “tantangan pembelajaran koding di SMP”, serta “koding dalam pembelajaran IPA”. Proses pencarian juga mempertimbangkan jumlah sitasi untuk mengidentifikasi artikel yang memiliki pengaruh signifikan dalam bidangnya. Selanjutnya, artikel yang terpilih dianalisis untuk mengidentifikasi tema-tema utama dan kesenjangan penelitian yang relevan.

Kriteria Eksklusi dan Inklusi

Proses penilaian dilakukan terhadap artikel yang telah diidentifikasi pada tahap pencarian menggunakan kriteria eksklusi dan inklusi. Berikut adalah kriteria inklusi dan eksklusi: 1) kriteria inklusi, yaitu database *google scholar* digunakan untuk memperoleh artikel yang akan dianalisis, artikel diterbitkan dalam rentang waktu 2020-2025, dan artikel hanya berfokus pada pembelajaran koding dalam mata pelajaran IPA SMP; dan 2) kriteria eksklusi, yaitu artikel tidak diperoleh dari database *google scholar*, artikel diterbitkan di luar rentang tahun 2020-2025, dan artikel tidak berfokus pada pembelajaran koding dalam pelajaran IPA di jenjang SMP.

Prosedur PRISMA

Artikel yang dianalisis diperoleh dari database *google scholar* dan dalam rentang tahun 2020-2025 yang relevan dengan tantangan pembelajaran koding dalam pembelajaran IPA di SMP. Proses koleksi data berdasarkan kata kunci dilakukan dengan *software publish or perish* dan diperoleh 200 artikel. Kemudian diseleksi berdasarkan tahun terbit antara 2020-2025 dan diperoleh menjadi 160 artikel. Proses seleksi selanjutnya adalah keberhasilan mengakses artikel, dan diperoleh artikel sebanyak 117 artikel. Kemudian, berdasarkan judul dan abstrak yang sesuai didapatkan 34 artikel. Dari 34 artikel, 12 di antaranya relevan. Di akhir seleksi, 12 artikel dipilih untuk dianalisis lebih lanjut dan memberi simpulan data berdasarkan dari hasil analisis yang telah dilaksanakan.



Gambar 1. Diagram PRISMA.

Analisis Data

Proses ini terdiri dari serangkaian langkah sistematis dengan mengubah data mentah menjadi informasi yang dapat diinterpretasikan. Selanjutnya, data yang dikumpulkan akan dianalisis dengan membuktikan: 1) persepsi siswa dan guru terhadap pembelajaran koding dalam pembelajaran IPA di SMP; 2) tantangan dalam implementasi pembelajaran koding dalam pembelajaran IPA di SMP; dan 3) kontribusi pembelajaran koding terhadap penguatan keterampilan abad-21 siswa SMP. Metode sintesis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *narrative synthesis*. Pada metode ini, akan menggabungkan dan menyusun temuan dari berbagai artikel secara sistematis dan deskriptif. Tahapan *narrative synthesis* terdiri dari ekstraksi informasi utama, ringkasan naratif, dan pengelompokan artikel berdasarkan kategori pertanyaan penelitian.

Reporting

Penulisan hasil penelitian dilakukan secara sistematis dan komprehensif. Simpulan juga disusun berdasarkan temuan penelitian dan memberikan rekomendasi bagi pelaku pendidikan untuk menerapkan pembelajaran koding dalam pembelajaran IPA SMP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian didapatkan dari analisis yang dilakukan terhadap 12 artikel yang diperoleh. Artikel tersebut sesuai dengan topik mengenai tantangan dan persepsi pembelajaran koding pada mata pelajaran IPA di SMP. Selain itu, artikel tersebut juga relevan menjawab pertanyaan penelitian yang sesuai dengan topik penelitian.



Persepsi Siswa dan Guru terhadap Pembelajaran Koding dalam Mata Pelajaran IPA di SMP

Pembelajaran koding dalam konteks Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di Sekolah Menengah Pertama (SMP) mulai berkembang seiring dengan dorongan Kurikulum Merdeka yang menekankan penguatan berpikir komputasional dan pendekatan berbasis STEM. Beberapa studi telah meneliti bagaimana siswa dan guru memandang pembelajaran koding dari berbagai sudut pandang.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Terkait Persepsi Siswa dan Guru terhadap Pembelajaran Koding dalam Mata Pelajaran IPA di SMP.

Judul	Author	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Pengaruh Pembelajaran IPA dengan Pendekatan <i>Computational Thinking</i> Berbantuan <i>Scratch</i> .	Dewi <i>et al.</i> (2021)	Kuasi eksperimen.	Penggunaan <i>scratch</i> meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan <i>problem solving</i> siswa dalam pembelajaran IPA.
Peningkatan Minat Bakat Robot pada Siswa SMP/MTs di Kelurahan Tanjung Harapan, Samboja Timur, Kutai Kartanegara.	Andi <i>et al.</i> (2024)	Metode pemberian materi, diskusi, dan pelatihan pengujian langsung alat yang berkaitan dengan elektro dan robot.	Setelah pelatihan dilakukan, terdapat kenaikan pemahaman dan peminatan siswa dan siswi sebesar 45%.
Persepsi Guru Biologi terhadap <i>Computational Thinking</i> pada Sekolah Menengah Atas se-Kecamatan Kayen.	Sari <i>et al.</i> (2022)	Penelitian kuantitatif dengan pendekatan diskriptif.	Persepsi guru biologi terhadap pelaksanaan pembelajaran berbasis <i>computational thinking</i> di sekolah menengah atas se-Kecamatan Kayen tergolong cukup dengan persentase yang tinggi yaitu 51.9% dengan jumlah responden sebanyak 7 orang.

Analisis terhadap beberapa artikel menunjukkan bahwa siswa memiliki persepsi positif terhadap integrasi koding dalam pembelajaran IPA. Ketika media pembelajaran *scratch* digunakan dalam pembelajaran IPA, siswa merespon dengan antusias, karena media pembelajaran tersebut menyenangkan dan meningkatkan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah dan melatih berpikir kreatif (Dewi *et al.*, 2021). Selain itu, pembelajaran koding akan membantu siswa untuk lebih memahami proses ilmiah secara lebih sistematis dan logis. Pembelajaran IPA berbasis koding juga akan membantu siswa untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak yang sebelumnya sukar dipahami, sehingga menjadi lebih interaktif dan menarik. Contohnya, pada materi simulasi peristiwa alam atau eksperimen sederhana berbasis logika pemrograman (Sari *et al.*, 2022). Persepsi guru pada penerapan pembelajaran koding dalam kelas sebenarnya menunjukkan respon positif. Dalam studi yang dilakukan oleh Andi *et al.* (2024), guru mata pelajaran IPA menyetujui bahwa kemampuan koding dan robotik merupakan komponen penting yang harus dimiliki sebagai bentuk



pengembangan kompetensi abad 21, terutama dalam hal berpikir kritis, literasi digital, dan kemampuan pemecahan masalah.

Hasil riset ini memperlihatkan bahwa siswa umumnya merespons positif pembelajaran koding, karena dapat membuat pembelajaran IPA lebih interaktif dan menyenangkan. Namun di sisi guru, persepsi positif belum sepenuhnya diikuti dengan kesiapan implementasi. Beberapa guru masih menganggap koding terlalu teknis dan lebih sesuai untuk mata pelajaran informatika (Putri *et al.*, 2025). Hal ini menunjukkan, meskipun antusiasme siswa tinggi, ternyata kesiapan guru masih terbatas. Kendala ini sejalan dengan penelitian Suhendar *et al.* (2021) yang menekankan perlunya pendampingan teknis dan pedagogik bagi guru agar mampu mengintegrasikan koding ke dalam pembelajaran IPA. Secara umum, siswa mempersepsikan pembelajaran koding dalam IPA secara positif, karena menyenangkan dan memfasilitasi kemampuan berpikir komputasional. Guru juga menyadari mengenai urgensi pembelajaran koding, hanya saja karena adanya keterbatasan kompetensi membuat penerapan pembelajaran koding belum optimal.

Tantangan dalam Implementasi Pembelajaran Koding dalam Pembelajaran IPA di SMP

Integrasi pembelajaran koding dalam mata pelajaran IPA semakin penting untuk mendukung kebutuhan penguatan keterampilan abad 21, khususnya *computational thinking*, kreativitas dan kemampuan memecahkan masalah. Meskipun memiliki potensi yang besar, implementasi koding di sekolah masih menghadapi sejumlah tantangan yang signifikan. Sejumlah penelitian menyoroti tantangan yang dihadapi guru dan sekolah dalam mengimplementasikan pembelajaran koding. Berbagai tantangan tersebut dikategorikan dalam infrastruktur dan teknologi, sumber daya manusia (guru) dan kurikulum serta evaluasi yang digunakan dalam pembelajaran.

Tabel 2. Ringkasan Penelitian Terkait Tantangan dan Implementasi Pembelajaran Koding dalam Pembelajaran IPA di SMP.

Judul	Author	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Pengembangan E-Modul IPA Interaktif Berbasis Android.	Maharani (2025)	<i>Research and Development</i> (R&D) dengan model seperti ADDIE atau 4D (<i>Define, Design, Develop, Disseminate</i>) untuk pengembangan media pembelajaran digital.	Pengembangan e-modul ini membantu siswa memahami konsep IPA abstrak melalui animasi, video, simulasi, dan kuis interaktif.
Peningkatan Pemahaman Sains, Coding, dan Robotik Berbasis STEM untuk Guru Matematika dan IPA SMP Kota Semarang.	Widyatmoko <i>et al.</i> (2023)	Pemaparan materi oleh narasumber, praktik merancang robot sederhana dan pengkodean melalui aplikasi, yakni <i>Scratch for Arduino</i> (S4A), serta sesi tanya jawab dan diskusi.	Peserta menunjukkan respon positif dengan skor rata-rata persentase sebesar 92.08%. Hal ini menunjukkan pelatihan tersebut berlangsung dengan baik.



Judul	Author	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Implementasi Pembelajaran STEM dalam Kurikulum Merdeka: Pemetaan Kesiapan, Hambatan dan Tantangan pada Guru SMP.	Fakhrudin <i>et al.</i> (2023)	Survei deskriptif kualitatif.	Guru mengalami kesulitan merancang pembelajaran koding IPA; terbatasnya asesmen dan kurangnya pelatihan menjadi hambatan utama dalam Kurikulum Merdeka.
Implementasi Pelatihan Perakitan Robotik Sederhana terhadap Tingkat Kapasitas Tenaga Pengajar Sekolah Global Madani Bandar Lampung. Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android Materi Klasifikasi Makhluk Hidup di Kelas VII.	Hariyanto <i>et al.</i> (2023) Azizi <i>et al.</i> (2024)	Metode diskusi dan simulasi. Penelitian Pengembangan (R&D) model ADDIE.	Terdapat 30% peningkatan pengetahuan peserta di bidang robotik. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep pengetahuan tentang robotik. E-modul membantu pemahaman konsep klasifikasi makhluk hidup, tetapi terdapat tantangan seperti keterbatasan akses internet dan rendahnya kemampuan guru dalam pengelolaan perangkat.

Tantangan tersebut meliputi keterbatasan infrastruktur (Maharani, 2025), minimnya akses internet dan perangkat digital (Azizi *et al.*, 2024), serta rendahnya kompetensi guru dalam menerapkan koding (Fakhrudin *et al.*, 2023). Pelatihan mengenai koding yang telah dilaksanakan, lebih bersifat teknis dan belum menekankan aspek pedagogis (Hariyanto *et al.*, 2023). Selain itu, guru juga mengalami kesulitan merancang kurikulum IPA yang terintegrasi dengan koding, dan belum memiliki instrumen asesmen yang sesuai (Widiyatmoko *et al.*, 2023). Kesulitan ini berdampak pada rendahnya efektivitas pembelajaran koding yang kontekstual dan bermakna bagi siswa. Kurangnya dukungan kebijakan dan sumber daya dari pihak sekolah juga menjadi faktor penghambat dalam implementasi koding di mata pelajaran IPA. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang holistik yang mencakup peningkatan kapasitas guru.

Meskipun sudah terdapat pengembangan e-modul interaktif (Azizi *et al.*, 2024; Maharani, 2025), hambatan utama tetap terletak pada kesiapan guru. Kontradiksi terlihat pada penelitian Widiyatmoko *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa pelatihan *scratch for arduino* dapat meningkatkan pemahaman guru secara signifikan, tetapi efek pelatihan ini tidak berkelanjutan, karena minimnya dukungan implementasi di sekolah. Dengan demikian, untuk solusi jangka panjang tidak hanya terletak pada penyediaan sarana, tetapi juga pelatihan berkelanjutan yang menekankan aspek pedagogis, asesmen otentik, dan kolaborasi lintas disiplin. Kolaborasi lintas disiplin antara guru IPA dan TIK juga perlu untuk dilaksanakan guna mendukung pembelajaran dan dapat merancang kurikulum yang lebih terintegrasi (Djanegara *et al.*, 2024).



Kontribusi Pembelajaran Koding terhadap Penguatan Keterampilan Abad 21 Siswa SMP

Tabel 3. Ringkasan Penelitian Terkait Kontribusi Pembelajaran Koding terhadap Penguatan Keterampilan Abad 21 Siswa SMP.

Judul	Author	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Pengembangan E-Modul IPA Berbasis <i>Engineering Design Process</i> untuk <i>Computational Thinking</i> Siswa SMP.	Syaputri <i>et al.</i> (2025)	R&D (E-modul).	Siswa lebih mampu melakukan <i>decomposition</i> , abstraksi, dan <i>debugging</i> dalam konteks simulasi IPA.
Pengembangan <i>Game Edukasi Scratch</i> untuk CT Siswa.	Winata <i>et al.</i> (2022)	Pengembangan media berbasis <i>game</i> .	Meningkatkan keterampilan CT siswa, potensi adaptasi untuk materi IPA interaktif.
Evaluasi Pembelajaran <i>Coding Scratch</i> Berbasis <i>Computational Thinking</i> dengan Model <i>Kirkpatrick</i> di Sekolah.	Amelia <i>et al.</i> (2025)	Penelitian ini termasuk dalam kategori evaluatif dengan menggunakan pendekatan metode campuran (<i>mixed methods</i>) yang menggabungkan unsur kuantitatif dan kualitatif.	Penggunaan <i>platform Scratch</i> dapat secara efektif meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep dasar pemrograman, sekaligus mendorong berkembangnya keterampilan berpikir komputasional.
Melatih Keterampilan Siswa SMP dalam Menggunakan <i>Microsoft Office</i> dan <i>PhET</i> .	Hikmawati <i>et al.</i> (2021)	Metode pelaksanaan kegiatan, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi kegiatan.	Keterampilan siswa dalam menggunakan <i>Microsoft Office</i> dan <i>PhET</i> meningkat setelah diberikan pelatihan penggunaan perangkat lunak.

Berbagai pendekatan dapat digunakan dalam upaya integrasi inovasi dalam pengembangan mata pelajaran IPA. Salah satunya adalah dengan pengembangan e-modul IPA berbasis *Engineering Design Process* (EDP) yang menggabungkan koding sebagai bagian dari pembelajaran. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Syaputri *et al.* (2025) menunjukkan bahwa e-modul yang dirancang untuk mendorong siswa memprogram simulasi IPA mampu meningkatkan kemampuan berpikir komputasional seperti *decomposition*, *abstraction*, dan *debugging*. Selain itu, e-modul juga memfasilitasi kegiatan belajar aktif, seperti merancang dan menguji sistem energi terbarukan sederhana berbasis koding yang secara tidak langsung berkontribusi untuk memperkuat keterampilan sains proses dan logika ilmiah siswa.

Penelitian lainnya yang menerapkan koding pada pembelajaran IPA dilakukan oleh Widiyatmoko *et al.* (2023) melalui pelaksanaan pelatihan guru IPA menggunakan *Scratch for Arduino* (SfA). Hasil penelitian membuktikan bahwa integrasi koding dan robotika ke dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan kemampuan pedagogis guru dalam merancang pembelajaran berbasis proyek. Pada penelitian ini, guru berlatih untuk menggunakan alat dan sensor (misalnya sensor suhu dan cahaya) yang dapat diaplikasikan langsung dalam eksperimen



IPA, seperti simulasi pada materi fotosintesis atau penguapan air. Rata-rata peningkatan pemahaman guru dari *pre-test* (49,71%) ke *post-test* (83,94%) menjadi bukti kuat bahwa literasi digital dan pendekatan STEM semakin penting dalam pendidikan IPA di era digital. Hal ini berdampak pada kesiapan siswa menghadapi tantangan abad 21 secara lebih aplikatif dan bermakna.

Dalam konteks siswa, penggunaan permainan edukasi berbasis *scratch* juga terbukti mampu meningkatkan minat dan keterampilan berpikir algoritmik. Penelitian yang dilakukan oleh Winata *et al.* (2022) melakukan inovasi mengenai pengembangan media pembelajaran mandiri berbasis koding yang mendorong eksplorasi konsep IPA seperti daur air atau gerak benda melalui visualisasi animatif. Inovasi semacam ini akan membantu siswa lebih memahami konsep sains, tidak hanya secara teoretis, melainkan melalui representasi digital yang interaktif. Selain itu, berdasarkan *review* sistematis oleh para peneliti pada tahun 2022–2023, mengungkapkan bahwa platform *scratch*, *micro:bit*, dan *arduino* berpotensi digunakan dalam pendidikan sains, karena dapat memfasilitasi keterampilan pemodelan, eksperimen digital, dan penalaran ilmiah yang terintegrasi dalam kurikulum IPA.

Inovasi lainnya dalam pembelajaran koding berbasis *scratch* yang dievaluasi menggunakan model *Kirkpatrick* memberikan gambaran yang mendalam tentang efektivitas inovasi ini dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa SMP. Dalam penelitian Amelia *et al.* (2025), pendekatan evaluasi dilakukan melalui empat level, yaitu reaksi, pembelajaran, perilaku, dan hasil. Dari segi reaksi, siswa menunjukkan antusiasme tinggi terhadap pembelajaran koding, karena metode yang digunakan bersifat interaktif dan menyenangkan. Hal ini penting, karena suasana belajar yang positif menjadi prasyarat bagi pengembangan keterampilan seperti kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas. Selanjutnya, evaluasi berbasis *Kirkpatrick* dapat menjadi alat yang berguna untuk menilai efektivitas pendekatan ini secara holistik, dan memastikan bahwa penguatan keterampilan abad ke-21 benar terjadi, bukan hanya mengenai konsep, tetapi juga mengenai perilaku dan hasil belajar siswa secara nyata.

Selain itu penerapan *Microsoft Office* dan simulasi interaktif seperti *PhET* juga berperan dalam pembelajaran SMP untuk menjadi strategi inovatif yang efektif untuk melatih keterampilan abad ke-21 siswa. *Microsoft Office*, khususnya *Word*, *Excel*, dan *PowerPoint* memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan literasi digital, komunikasi, kolaborasi, dan pemecahan masalah secara terstruktur. Sebagai contoh, melalui *Excel* siswa dapat menganalisis data hasil eksperimen IPA dan memvisualisasikannya dalam bentuk grafik, mendukung penguatan data *literacy* dan *critical thinking*. Sementara itu, *PowerPoint* memungkinkan siswa mempresentasikan hasil pengamatan ilmiah secara sistematis yang mendorong kemampuan komunikasi ilmiah serta kreativitas visual. Di sisi lain, *PhET* sebagai platform simulasi ilmiah berbasis digital memfasilitasi siswa dalam mengeksplorasi konsep-konsep IPA seperti listrik, gerak, dan perubahan zat secara interaktif dan kontekstual. Melalui simulasi ini, siswa memahami konsep secara konseptual dan memperoleh pengalaman eksploratif yang menumbuhkan keterampilan *inquiry*, berpikir kritis, dan pengambilan keputusan berbasis data. *PhET* juga mendorong pembelajaran



mandiri dan kolaboratif, sejalan dengan prinsip *student-centered learning* yang menjadi inti dari keterampilan abad ke-21. Integrasi keduanya berperan dalam proses pembelajaran yang mendorong siswa untuk aktif, reflektif, dan terampil dalam menggunakan teknologi untuk mendukung proses berpikir ilmiah.

SIMPULAN

Hasil *systematic literature review* menunjukkan bahwa pembelajaran coding yang diintegrasikan dalam mata pelajaran IPA di SMP berkontribusi signifikan terhadap penguatan keterampilan abad ke-21, terutama berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, kreativitas, dan berpikir komputasional. Baik siswa maupun guru umumnya memiliki persepsi positif terhadap penerapan coding, meskipun implementasinya masih terkendala keterbatasan kompetensi guru, infrastruktur teknologi, serta kurikulum yang belum sepenuhnya mendukung integrasi lintas disiplin. Sintesis temuan juga menegaskan bahwa dukungan berupa pelatihan berkelanjutan, pengembangan kurikulum kontekstual, serta pendekatan pembelajaran berbasis proyek sangat penting untuk memperkuat integrasi coding dalam IPA.

SARAN

Integrasi coding dalam pembelajaran IPA dapat dioptimalkan dengan pelatihan guru yang berkelanjutan, pengembangan kurikulum yang relevan, serta menerapkan pendekatan pembelajaran berbasis proyek dan kontekstual. Dukungan infrastruktur juga perlu dilakukan untuk mengembangkan model integrasi coding dalam pembelajaran IPA. Penelitian selanjutnya disarankan untuk merancang model integrasi coding yang aplikatif dan dapat diujicobakan pada berbagai konteks sekolah, sehingga efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan sains dan literasi digital siswa dapat terukur secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada para peneliti terdahulu yang telah membagikan hasil penelitiannya secara terbuka melalui platform seperti *Google Scholar*. Ketersediaan literatur tersebut sangat berperan dalam memperkaya referensi serta memperluas wawasan penulis selama proses penyusunan karya ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Amelia, R., Misrawita, M., Gunawan, H., & Ilmi, D. (2025). Evaluasi Pembelajaran Coding Berbasis *Computational Thinking* dengan Model Kirkpatrick di Sekolah. *Alhikam : Journal of Multidisciplinary Islamic Education*, 6(1), 54-72. <https://doi.org/10.32478/v05g5f32>
- Andi, A. B., Rahman, A. F., Fattah, A., Setianingsih, D., Nurhandayani, K., & Kasrani, M. (2024). Peningkatan Minat Bakat Robot pada Siswa SMP/MTs di Kelurahan Tanjung Harapan, Samboja Timur, Kutai Kartanegara. *Abdimas Universal*, 6(2), 252-256. <https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v6i2.373>



- Awaluddin, A., & Hadi, M. S. (2025). Integrasi Pembelajaran *Coding* dan Kecerdasan Buatan di Sekolah Dasar: Tantangan dan Peluang. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(1), 1081-1086. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i01.21753>
- Azizi, T., Ningsih, K., & Fajri, H. (2024). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android Materi Klasifikasi Makhluk Hidup di Kelas VII. *Eduproxima : Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(3), 996-1005. <https://doi.org/10.29100/v6i3.5000>
- Cahayu, S. A., Asyhar, R., Hariyadi, B., & Hasibuan, M. H. E. (2023). 21st Century Skill-Based Learning Model in Junior High School Science Learning. *Indonesian Journal of Science Education*, 9(1), 30-37. <https://doi.org/10.30631/ijer.v9i1.266>
- Dewi, A. N., Juliyanto, E., & Rahayu, R. (2021). Pengaruh Pembelajaran IPA dengan Pendekatan *Computational Thinking* Berbantuan *Scratch* terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Indonesian Journal of Natural Science Education*, 4(2), 92-97. <https://doi.org/10.31002/nse.v4i2.2023>
- Djanegara, R. S., Evi, C., & Citraningtyas, C. (2024). Pemanfaatan *Coding* dalam Ilmu Pengetahuan Alam untuk Meningkatkan Kesadaran dan Perilaku Lingkungan serta Persepsi Siswa terhadap *Coding*. *Jurnal Sosial dan Teknologi*, 4(8), 595-608. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v4i8.1347>
- Fakhrudin, I. A., Probosari, R. M., Indriyani, N. Y., Khasanah, A. N., & Utami, B. (2023). Implementasi Pembelajaran STEM dalam Kurikulum Merdeka: Pemetaan Kesiapan, Hambatan dan Tantangan pada Guru SMP. *Resona : Jurnal Ilmiah Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 71-81. <https://dx.doi.org/10.35906/resona.v7i1.1266>
- Hamerski, D., Jackson, T. L., & Caballero, M. D. (2022). Understanding Student Epistemology in Computational Physics Contexts. *ArXiv Preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.07718>
- Hariyanto, D., Afriansyah, A., Pertiwi, K., & Arham, L. O. (2023). Implementasi Pelatihan Perakitan Robotik Sederhana terhadap Tingkat Kapasitas Tenaga Pengajar Sekolah Global Madani Bandar Lampung. *Sakai Sambayan : Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 7(2), 87-91. <https://doi.org/10.23960/jss.v7i2.423>
- Hikmawati, H., Malika, J. I., Insani, F. A., Rahmah, N., & Suhartanti, P. (2021). Melatih Keterampilan Siswa SMP dalam Menggunakan *Microsoft Office* dan *PhET*. *Unram Journal of Community Service*, 2(4), 105-110. <https://doi.org/10.29303/ujcs.v2i4.154>
- Kolaski, K., Logan, L. R., & Ioannidis, J. P. A. (2023). Guidance to Best Tools and Practices for Systematic Reviews. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 67(9), 1148-1177. <https://doi.org/10.1111/AAS.14295>
- Maharani, A. (2025). Pemanfaatan Pengembangan E-Modul IPA Interaktif Berbasis Android untuk Siswa SMP. *Journal Sains and Education*, 3(1), 24-30.
- Papagiannis, D., & Pallaris, N. (2024). Computational Thinking and Makerspaces: Opportunities and Challenges in Higher Education. *ArXiv Preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.05012>



- Popat, S., & Starkey, L. (2019). Learning to Code or Coding to Learn? A Systematic Review. *Computers & Education*, 128(1), 13-29. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.005>
- Putri, N. A., Lafena, H. 'I., Apriyanti, A., Zachrani, V. N. W., Ummah, F. S., Zahro, U. A., & Adawiyah, R. (2025). Membedah Persepsi Guru SD tentang Penggunaan *Artificial Intelligence* dan *Coding* sebagai Inovasi Pembelajaran Abad 21 dalam Kurikulum Merdeka. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 13(4), 948-959.
- Sari, F. K., Roshayanti, F., Rakhmawati, R., & Hayat, M. S. (2022). Persepsi Guru Biologi terhadap *Computational Thinking* pada Sekolah Menengah Atas se-Kecamatan Kayen. *Biogenesis*, 18(1), 68-84. <https://doi.org/10.31258/biogenesis.18.1.68-84>
- Suhendar, A., Ali, S., & Suratman, A. (2021). Membangun Berpikir Kreatif, Sistematis dan Logis Matematis melalui Pembelajaran Koding. *Jurnal Perspektif*, 5(2), 176-190. <https://doi.org/10.15575/jp.v5i2.131>
- Syaputri, S. A., Putra, P. D. A., & Ridlo, Z. R. (2025). Pengembangan E-Modul IPA Berbasis *Engineering Design Process* untuk Meningkatkan *Computational Thinking* Siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 12(2), 614-624. <https://doi.org/10.33394/jk.v9i2.7790>
- Widiyatmoko, A., Yanitama, A., Arifudin, R., Pamelasari, S. D., Darmawan, M. S., Astutianingtyas, D. F., & Saputra, A. (2023). Peningkatan Pemahaman Sains, *Coding*, dan Robotik Berbasis STEM untuk Guru Matematika dan IPA SMP Kota Semarang. *Journal of Community Empowerment*, 3(1), 7-14. <https://doi.org/doi.org/10.15294/jce.v3i1.72574>
- Winata, I. G. A. S. P. W., Artayasa, I. N., & Wibawa, A. P. (2022). Penciptaan Aplikasi Permainan (*Game*) Sederhana Berbasis *Computational Thinking* dengan Memanfaatkan *Web Scratch* di SMPN 8 Denpasar. *Jurnal Amarasi*, 3(2), 152-158. <https://doi.org/10.59997/amarasi.v3i02.1690>