



# Karakteristik Generasi Z Awal dalam Pembelajaran Sains Anak Usia Dini dan Pendekatan Pembelajaran yang Sesuai dengan Perkembangan Anak

Ichwan<sup>1</sup>, Ketut Budiastira<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Terbuka, Indonesia

Email: <sup>1</sup> [ichwan@ecampus.ut.ac.id](mailto:ichwan@ecampus.ut.ac.id) ; <sup>2</sup> [budiastira@ecampus.ut.ac.id](mailto:budiastira@ecampus.ut.ac.id)

## Abstrak

Anak-anak Generasi Z awal memasuki pendidikan anak usia dini (PAUD) dengan karakteristik pembelajaran yang berbeda yang dibentuk oleh paparan berkelanjutan terhadap media digital dan teknologi interaktif. Karakteristik ini menghadirkan peluang dan tantangan pedagogis untuk menumbuhkan literasi sains dini, khususnya terkait dengan perhatian yang terfragmentasi dan ketergantungan teknologi. Studi ini menggunakan tinjauan literatur sistematis kualitatif dari 30 studi internasional yang ditinjau sejawat yang diterbitkan antara tahun 2019 dan 2025 untuk mensintesis bukti yang muncul tentang ciri-ciri Generasi Z dan pengajaran sains yang sesuai dengan perkembangan. Temuan menunjukkan bahwa pembelajaran sains dini yang efektif paling baik didukung melalui penyelidikan terbimbing berbasis permainan, aktivitas STEM eksperimental, eksplorasi multimodal, dan penggunaan strategis alat digital sebagai kerangka kognitif daripada pengganti konten. Pendekatan instruksional yang menekankan pemodelan, pertanyaan, dan dialog reflektif ketika selaras dengan kesesuaian perkembangan sangat penting untuk memupuk penalaran ilmiah dini. Tinjauan ini memberikan implikasi praktis bagi pendidik dan pembuat kebijakan dalam merancang lingkungan pembelajaran yang kaya sains yang responsif terhadap tuntutan era digital.

**Kata Kunci:** Generasi Z, Literasi Sains Dini, Pembelajaran Berbasis Inkuiri, Pembelajaran Berbasis Permainan, STEM dalam Pendidikan Anak Usia Dini

## Pendahuluan

Pendidikan anak usia dini (PAUD) merupakan jendela perkembangan kritis untuk membentuk fondasi kognitif, sosio-emosional, dan epistemik anak. Pada tahap ini, pembelajaran berorientasi pada pengembangan rasa ingin tahu, eksplorasi, dan pembuatan makna melalui interaksi aktif dengan lingkungan fisik dan sosial. Dalam beberapa tahun terakhir, ruang kelas PAUD semakin banyak diisi oleh anak-anak "Generasi Z awal" mereka yang lahir di dunia di mana pengalaman secara konsisten dimediasi oleh antarmuka digital. Paparan awal terhadap teknologi digital dan platform interaktif ini telah secara fundamental membentuk kembali cara anak-anak muda berinteraksi dengan informasi dan menavigasi pengalaman belajar.

Generasi Z dicirikan sebagai generasi pertama yang sepenuhnya terbenam dalam ekosistem digital, di mana akses ke informasi bersifat langsung dan visual (Chardonnens, 2025). Meskipun diskusi ilmiah sering berfokus pada siswa yang



lebih tua, bukti yang muncul menunjukkan bahwa karakteristik ini muncul jauh lebih awal. Anak-anak muda saat ini menunjukkan keakraban intuitif dengan antarmuka digital, preferensi untuk rangsangan visual intensitas tinggi, dan harapan akan respons langsung (Düzenli, 2021). Ciri-ciri ini memerlukan pertimbangan pedagogis yang cermat dalam pendidikan anak usia dini (PAUD), di mana pembelajaran harus tetap sesuai dengan perkembangan dan berlandaskan pada kerangka kerja berbasis permainan.

Pembelajaran sains di masa kanak-kanak awal merupakan fondasi untuk menumbuhkan literasi ilmiah dini. Alih-alih menekankan konsep abstrak, pendidikan sains dini berfokus pada pengembangan kemampuan bawaan anak untuk mengamati, mengajukan pertanyaan, dan memahami fenomena sehari-hari (National Research Council, 2012). Penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa keterlibatan awal dengan sains mendukung sikap positif jangka panjang dan lintasan pembelajaran di masa depan (OECD, 2019). Akibatnya, merancang lingkungan pembelajaran sains yang efektif merupakan kebutuhan pedagogis yang mendesak dan penting bagi masyarakat dalam jangka panjang.

Lingkungan digital di sekitar Generasi Z menghadirkan lanskap peluang dan risiko yang kompleks. Media digital dapat secara signifikan meningkatkan visualisasi, memberikan akses ke beragam representasi fenomena alam, seperti pertumbuhan tanaman time-lapse atau pergerakan planet (Brendel et al., 2024). Namun, paparan digital yang tidak terstruktur dapat berkontribusi pada perhatian yang terfragmentasi dan pemrosesan informasi tingkat permukaan (Elkatmış, 2024). Tantangan ini sangat menonjol dalam sains, yang membutuhkan pengamatan berkelanjutan dan eksplorasi langsung.

Pedagogi Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) tradisional menekankan pembelajaran berbasis bermain sebagai wahana utama untuk perkembangan. Melalui bermain, anak-anak secara aktif membangun pengetahuan dan menegosiasikan makna dengan teman sebaya (Hmelo-Silver dkk., 2007). Dalam sains, penyelidikan berbasis bermain memungkinkan anak-anak untuk menyelidiki fenomena dengan cara yang sesuai dengan kapasitas kognitif mereka. Penyelidikan terbimbing memperkuat hal ini dengan menyediakan dukungan orang dewasa yang mendukung pertanyaan anak-anak tanpa memaksakan struktur akademis yang kaku (Urduvia Alarcon dkk., 2023). Lebih lanjut, pengalaman STEM yang sesuai dengan perkembangan, seperti pengenalan pola dan pemecahan masalah sederhana, dapat secara bermakna mendukung pemikiran ilmiah awal ketika mereka mengintegrasikan manipulasi fisik dengan dukungan digital (English, 2016; Yang dkk., 2024).

Desain instruksional juga harus mempertimbangkan beban kognitif. Pembelajar muda rentan terhadap kelebihan beban ketika terpapar rangsangan digital yang serba cepat (Saxena, 2021). Oleh karena itu, pendekatan modern seperti pembelajaran mikro dan siklus penyelidikan singkat memungkinkan anak-anak untuk terlibat secara mendalam tanpa membebani sumber daya kognitif mereka (El-Thalji, 2025). Terlepas dari perkembangan ini, masih ada kesenjangan



antara penelitian Generasi Z, yang biasanya berfokus pada pembelajar yang lebih tua, dan literatur sains PAUD, yang sering mengabaikan perubahan kebiasaan media.

Studi ini berupaya menjembatani kesenjangan ini dengan mensintesis penelitian internasional tentang karakteristik Generasi Z dan pendidikan sains anak usia dini. Dengan memetakan ciri-ciri pembelajar tertentu ke pendekatan instruksional, tinjauan ini bertujuan untuk menyediakan kerangka kerja untuk merancang lingkungan yang kaya sains yang mengintegrasikan permainan, interaksi sosial, dan dukungan digital yang bertujuan. Secara khusus, analisis ini dipandu oleh dua pertanyaan penelitian: 1) Karakteristik apa yang mendefinisikan anak-anak Generasi Z awal yang memengaruhi keterlibatan mereka dengan pembelajaran sains di PAUD?; 2) Strategi instruksional yang sesuai dengan perkembangan mana yang secara efektif mendukung literasi ilmiah awal dan kebiasaan penyelidikan untuk kelompok digital-native ini?.

## Metode

Studi ini menggunakan tinjauan literatur sistematis kualitatif untuk mensintesis penelitian kontemporer tentang karakteristik Generasi Z dan pembelajaran sains anak usia dini. Desain tinjauan sistematis dipilih untuk memastikan transparansi metodologis, ketelitian, dan cakupan komprehensif dari kajian yang relevan.

Basis data elektronik termasuk Scopus, Web of Science, ERIC, ScienceDirect, dan Google Scholar dicari secara sistematis menggunakan kombinasi kata kunci seperti Generasi Z, sains anak usia dini, pembelajar digital-native, dan pembelajaran berbasis inkuiri. Operator Boolean diterapkan untuk menyempurnakan hasil pencarian dan memastikan relevansi.

Proses seleksi mengikuti prosedur penyaringan multi-tahap:

1. Identifikasi: Sebanyak 124 catatan diperoleh melalui pencarian basis data.
2. Penyaringan: Setelah menghapus duplikat, judul dan abstrak ditinjau, menghasilkan 58 artikel yang memenuhi syarat untuk penilaian teks lengkap.
3. Kelayakan: Studi dimasukkan jika merupakan artikel jurnal yang ditinjau sejawat yang diterbitkan antara tahun 2019 dan 2025 dan secara eksplisit membahas karakteristik Generasi Z atau pembelajaran digital dalam konteks pendidikan anak usia dini. Studi yang berfokus secara eksklusif pada pendidikan menengah atau tinggi dikecualikan.
4. Inklusi: Setelah evaluasi teks lengkap, 30 studi internasional memenuhi kriteria dan dimasukkan dalam sintesis akhir.

Prosedur Penilaian Kualitas Untuk memastikan integritas temuan, kualitas dari 30 artikel yang dipilih dievaluasi berdasarkan kriteria berikut:

1. Ketepatan Metodologis: Setiap studi dinilai berdasarkan pertanyaan penelitian yang jelas dan metode pengumpulan data yang tepat.
2. Relevansi: Artikel diprioritaskan berdasarkan kontribusinya terhadap kerangka kerja pedagogis sains pendidikan anak usia dini.
3. Kredibilitas: Hanya studi yang diterbitkan dalam jurnal internasional terkemuka yang ditinjau oleh rekan sejawat dengan pelaporan yang transparan yang disertakan.

Analisis Data Artikel yang dipilih dianalisis secara tematik menggunakan pendekatan pengkodean induktif, dengan fokus pada karakteristik pembelajar dan strategi pembelajaran.

## Hasil

Berdasarkan sintesis tematik dari studi-studi yang ditinjau, sebuah kerangka kerja konseptual dikembangkan untuk secara sistematis memetakan karakteristik Generasi Z yang teridentifikasi ke dalam strategi pembelajaran yang sesuai dengan perkembangan anak usia dini dalam bidang sains. Kerangka kerja ini mengintegrasikan ciri-ciri pembelajar, risiko atau peluang pedagogis yang terkait, dan respons pembelajaran yang sesuai. Model yang dihasilkan disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kerangka Konseptual yang Memetakan Karakteristik Generasi Z dengan Instruksi Sains Anak Usia Dini yang Sesuai dengan Perkembangan.

Gambar 1 menyajikan kerangka konseptual yang berasal dari sintesis tematik. Kerangka kerja ini memetakan karakteristik Generasi Z ke strategi pedagogis yang sesuai dengan perkembangan dalam pembelajaran sains anak usia dini. Untuk mengatasi keakraban dengan teknologi digital dan perangkat seluler, pembelajaran campuran dengan tugas-tugas singkat dan terstruktur direkomendasikan. Perhatian yang terfragmentasi dikurangi melalui siklus



pembelajaran mikro yang membagi konsep-konsep kompleks. Preferensi visual dan interaktif didukung melalui pemodelan penyelidikan multimedia, sementara harapan umpan balik yang cepat ditangani melalui penilaian formatif yang menargetkan proses penalaran. Model ini selanjutnya menekankan praktik argumentasi ilmiah awal dan aktivitas STEM berbasis masalah untuk mendorong kolaborasi, relevansi, dan pemikiran kritis.

### ***Mengidentifikasi Karakteristik Generasi Z yang Relevan untuk Pembelajaran Sains di Usia Dini***

Dalam literatur yang ditinjau, pola yang konsisten diidentifikasi mengenai karakteristik anak-anak Generasi Z awal yang sangat relevan dengan pembelajaran sains di pendidikan anak usia dini. Salah satu karakteristik dominan adalah orientasi digital-pertama, ditandai dengan keakraban awal dengan perangkat berbasis sentuh, antarmuka visual, dan konten digital interaktif. Studi menunjukkan bahwa anak-anak usia dini semakin terlibat dengan media digital sebagai bagian dari pengalaman sehari-hari mereka, membentuk harapan mereka terhadap lingkungan belajar yang responsif, interaktif, dan kaya visual (Düzenli, 2021; Brendel dkk., 2024).

Preferensi yang kuat terhadap informasi visual dan interaktif juga dilaporkan secara konsisten. Anak-anak Generasi Z merespons secara positif terhadap gambar, video, animasi, model konkret, dan materi praktik langsung, terutama ketika elemen-elemen ini mendukung eksplorasi dan pembuatan makna (English, 2016; Yang dkk., 2024). Preferensi ini menciptakan peluang signifikan untuk keterlibatan dalam pembelajaran sains awal, terutama ketika instruksi menekankan observasi, manipulasi objek, dan eksplorasi sensorik.

Karakteristik penting lainnya adalah harapan akan umpan balik yang cepat. Anak-anak usia dini secara alami mencari respons langsung dari orang dewasa dan lingkungan mereka, yang selaras dengan praktik pedagogis anak usia dini seperti interaksi dialogis, pemodelan, dan penilaian berbasis observasi (Fandrejewska, 2025). Ketika umpan balik tepat waktu dan berorientasi pada proses, hal itu mendukung motivasi dan munculnya keterampilan belajar mandiri.

Literatur juga menyoroti pentingnya kolaborasi dan pembelajaran sosial. Pembelajaran sains di PAUD sering terjadi melalui eksplorasi bersama, interaksi teman sebaya, dan permainan terarah. Interaksi sosial mendukung perkembangan bahasa, penalaran, dan konstruksi pemahaman bersama (Hmelo-Silver dkk., 2007). Selain itu, anak-anak menunjukkan tuntutan yang kuat akan relevansi dan keaslian, terlibat lebih dalam dengan aktivitas sains yang terhubung dengan konteks yang familiar seperti tumbuhan, hewan, air, cuaca, dan fenomena fisik sehari-hari (OECD, 2019).

Terlepas dari peluang-peluang ini, beberapa tantangan secara konsisten diidentifikasi. Perhatian yang terfragmentasi dan rentang perhatian yang pendek



sering dikaitkan dengan lingkungan yang kaya secara digital, yang menimbulkan risiko terhadap penyelidikan berkelanjutan (Saxena, 2021). Anak-anak juga rentan terhadap kelebihan beban kognitif ketika terpapar rangsangan yang terlalu kompleks atau serba cepat. Selain itu, paparan dini terhadap media digital meningkatkan risiko pemahaman yang dangkal atau informasi yang salah, terutama ketika representasi fenomena ilmiah tidak dimediasi oleh orang dewasa (Elkatmış, 2024; Osborne et al., 2016).

### ***Metode Pengajaran yang Paling Sering Direkomendasikan untuk Pembelajaran Sains Anak Usia Dini yang Responsif terhadap Generasi Z***

Tinjauan literatur mengidentifikasi beberapa pendekatan instruksional yang paling sering direkomendasikan untuk menyelaraskan karakteristik Generasi Z dengan pembelajaran sains yang sesuai dengan perkembangan di pendidikan anak usia dini. Pendekatan yang paling menonjol adalah penyelidikan terbimbing berbasis permainan, yang memungkinkan anak-anak untuk mengeksplorasi fenomena ilmiah melalui permainan sambil menerima dukungan dari pendidik (Urdanivia Alarcon dkk., 2023). Pendekatan ini mendukung rasa ingin tahu, observasi, dan penjelasan awal tanpa memaksakan tuntutan akademis formal.

Aktivitas STEM sederhana dan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) juga sering direkomendasikan, asalkan dirancang pada tingkat kompleksitas yang sesuai. Penelitian menekankan bahwa pengalaman STEM di ECE harus berfokus pada eksplorasi, pengenalan pola, dan proses pemecahan masalah daripada hasil yang berorientasi pada produk (English, 2016). Pendekatan pembelajaran campuran dan pengalaman menggabungkan aktivitas langsung dengan dukungan digital terbatas, ditemukan dapat meningkatkan keterlibatan ketika alat digital digunakan untuk memvisualisasikan atau memperluas eksplorasi dunia nyata (Brendel dkk., 2024).

Pendekatan pembelajaran mikro yang digamifikasi disorot sebagai efektif untuk mengatasi rentang perhatian yang pendek, karena memungkinkan pembelajaran untuk dibagi menjadi episode eksplorasi yang singkat dan bermakna (El-Thalji, 2025). Meskipun argumentasi ilmiah formal tidak sesuai dengan perkembangan di Pendidikan Anak Usia Dini, bentuk-bentuk awal penjelasan, prediksi, dan justifikasi diidentifikasi sebagai praktik dasar yang mendukung penalaran ilmiah selanjutnya (National Research Council, 2012; Osborne et al., 2016).

Penelitian berbasis model menggunakan model fisik, gambar, dan simulasi sederhana secara konsisten direkomendasikan untuk mendukung pemahaman konseptual pada anak-anak usia dini (National Research Council, 2012). Selain itu, aktivitas berpikir komputasional dasar, seperti pengurutan, pengenalan pola, dan



dekomposisi sederhana, diidentifikasi sebagai sesuai untuk konteks anak usia dini ketika diintegrasikan dalam permainan dan penyelidikan (Yang et al., 2024).

**Tabel 2. Pemetaan Karakteristik Generasi Z ke Metode Pengajaran Sains Anak Usia Dini yang Sesuai (Komparatif)**

Karakteristik Gen Z (Relevan dengan PAUD-Sains)	Risiko / Peluang Pembelajaran	Metode Pengajaran Sains yang Sesuai	Catatan Desain Utama
Digital-first & terbiasa dengan perangkat mobile	Peluang untuk akses multimodal	Blended learning, eksplorasi visual interaktif	Batasi waktu layar; perlu mediasi orang dewasa
Preferensi visual / interaktif	Potensi keterlibatan tinggi	Pemodelan konkret, eksplorasi langsung (hands-on), inkuiri berbasis multimedia	Visual harus mendukung makna, bukan menjadi distraksi
Ekspektasi umpan balik cepat	Mendukung motivasi & regulasi diri awal (SRL)	Umpan balik verbal langsung, asesmen berbasis observasi	Umpan balik menargetkan proses belajar
Kolaborasi & pembelajaran sosial	Daya ungkit kuat pada pembelajaran sebaya	Bermain kolaboratif, inkuiri kelompok, pusat bermain STEM	Interaksi terpandu dan peran yang jelas
Keinginan akan relevansi	Meningkatkan pemaknaan	Pembelajaran sains kontekstual, fenomena sehari-hari	Gunakan konteks yang familiar dan lokal
Perhatian terfragmentasi	Risiko terhadap inkuiri berkelanjutan	Microlearning, siklus inkuiri singkat	Segmentasi lalu integrasikan pengalaman
Paparan misinformasi	Risiko terhadap literasi sains awal	Inkuiri terpandu, rutinitas penjelasan oleh orang dewasa	Tekankan observasi dan bukti
Paparan alat / AI	Peluang sekaligus risiko ketergantungan	Alat digital sebagai scaffolding, bukan sumber informasi utama	Cegah konsumsi pasif

Tabel berikut menyajikan sintesis orisinal oleh penulis, bukan adopsi langsung dari model yang sudah ada, dengan mengintegrasikan literatur internasional tentang ciri-ciri pembelajaran Generasi Z dengan persyaratan pedagogis dalam pendidikan anak usia dini. Sintesis ini secara khusus memetakan bagaimana karakteristik bawaan generasi digital, seperti preferensi visual dan harapan akan umpan balik yang cepat, dapat dikelola melalui penyelidikan terbimbing dan dukungan yang sesuai dengan perkembangan. Dengan menyelaraskan metode pengajaran yang diusulkan dengan mitigasi risiko kognitif seperti perhatian yang terfragmentasi, kerangka kerja ini menyediakan pendekatan yang disesuaikan untuk membangun literasi ilmiah di era digital.



## Pembahasan

Temuan dari tinjauan ini menyoroti bahwa pembelajaran sains yang efektif untuk anak-anak Generasi Z dalam pendidikan anak usia dini harus dipahami sebagai masalah keselarasan pedagogis daripada adopsi teknologi. Karakteristik yang diidentifikasi yaitu keakraban digital, preferensi untuk pengalaman visual dan interaktif, harapan akan umpan balik yang cepat, dan orientasi sosial, tidak secara otomatis diterjemahkan menjadi hasil pembelajaran yang bermakna kecuali jika secara sengaja disesuaikan dengan struktur instruksional yang sesuai dengan perkembangan.

Pertama, orientasi digital-pertama yang kuat dan preferensi visual anak-anak Generasi Z menciptakan peluang yang jelas untuk keterlibatan dalam pembelajaran sains awal. Visualisasi, sumber daya multimedia, dan alat interaktif dapat mendukung pemahaman anak-anak tentang fenomena yang sulit diamati secara langsung. Temuan ini selaras dengan penelitian sebelumnya yang menekankan bahwa teknologi dalam pendidikan anak usia dini harus berfungsi sebagai kerangka kognitif daripada pengganti pengalaman belajar yang diwujudkan (National Research Council, 2012).

Kedua, harapan akan umpan balik yang cepat, sering ditafsirkan sebagai tantangan pada pembelajar yang lebih tua dapat dibingkai ulang sebagai aset pedagogis dalam konteks anak usia dini. Anak-anak kecil secara alami mencari respons langsung dari lingkungan dan pengasuh mereka. Ketika pendidik memberikan umpan balik verbal yang tepat waktu, pemodelan, dan pertanyaan reflektif, harapan ini mendukung motivasi dan munculnya pengaturan diri. Yang penting, umpan balik dalam pembelajaran sains awal harus berfokus pada proses seperti mengamati, membandingkan, dan menjelaskan, daripada pada kebenaran jawaban.

Ketiga, kolaborasi dan pembelajaran sosial muncul sebagai karakteristik sentral yang sangat selaras dengan prinsip-prinsip pembelajaran anak usia dini. Pembelajaran sains di PAUD pada dasarnya bersifat sosial, terjadi melalui eksplorasi bersama, dialog, dan bermain. Temuan menunjukkan bahwa penyelidikan kolaboratif dan pusat bermain STEM sangat efektif ketika pendidik menetapkan peran, norma, dan panduan yang jelas.

Keempat, perhatian yang terfragmentasi diidentifikasi sebagai tantangan signifikan bagi anak-anak Generasi Z, terutama di lingkungan yang kaya akan teknologi digital. Tinjauan ini menunjukkan bahwa pembelajaran mikro dan siklus penyelidikan singkat dapat secara efektif mengatasi masalah ini bila digunakan secara strategis. Dalam konteks anak usia dini, membagi pembelajaran menjadi episode eksplorasi singkat memungkinkan anak-anak untuk tetap terlibat sambil mencegah kelebihan beban kognitif.



Kelima, masalah paparan informasi yang salah, meskipun sering dibahas dalam kaitannya dengan pelajar yang lebih tua, semakin relevan di masa kanak-kanak karena paparan anak-anak terhadap media digital. Meskipun anak-anak kecil mungkin tidak mendengarkan sumber secara kritis, mereka dipengaruhi oleh representasi yang mereka temui. Oleh karena itu, penyelidikan terbimbing, penjelasan orang dewasa, dan rutinitas bertanya sangat penting untuk membantu anak-anak membedakan antara pemahaman berdasarkan observasi dan representasi fiktif atau memutar.

Terakhir, temuan ini menggarisbawahi kedudukannya memposisikan alat digital yang sedang berkembang termasuk aplikasi berbasis AI sebagai sumber daya pendukung, bukan sebagai sumber pengetahuan yang otoritatif. Dalam pembelajaran sains anak usia dini, alat digital harus mendorong eksplorasi, visualisasi, dan diskusi, sementara pendidik tetap bertanggung jawab untuk membingkai makna dan membimbing interpretasi. Pendekatan ini membantu mencegah kemandirian dini pada alat dan mendukung kemandirian anak sebagai pembelajar.

## Kesimpulan

Temuan dari tinjauan ini menunjukkan bahwa pembelajaran sains yang efektif untuk anak-anak Generasi Z adalah masalah keselarasan pedagogis daripada percepatan akademis. Dengan mengintegrasikan ciri-ciri pembelajaran kontemporer dengan prinsip-prinsip pendidikan anak usia dini yang telah mapan, studi ini menawarkan implikasi kebijakan dan arahan untuk penelitian masa depan yang lebih ringkas. Implikasi Kebijakan: 1) Integrasi Kurikulum: Mengalihkan fokus dari konten akademis hafalan ke penyelidikan berbasis permainan yang menggunakan alat multimodal untuk visualisasi; 2) Pengembangan Profesional: Melatih pendidik untuk bertindak sebagai mediator yang mendukung interaksi digital dan memberikan umpan balik yang berorientasi pada proses; 3) Standar Literasi Digital: Menetapkan pedoman ECE yang memprioritaskan alat digital sebagai pendukung observasi daripada pengganti konten; 4) Desain Lingkungan: Mempromosikan lingkungan yang kaya sains yang menyeimbangkan rangsangan digital yang sangat menarik dengan ruang tenang untuk refleksi dan manipulasi langsung.

Meskipun tinjauan ini mensintesis literatur yang ada, beberapa celah masih ada untuk penyelidikan lebih lanjut: 1) Dampak Jangka Panjang: Studi diperlukan untuk melacak bagaimana paparan awal terhadap dukungan sains digital-pertama memengaruhi penalaran ilmiah jangka panjang dan kebiasaan penyelidikan; 2) Simbiosis AI-Manusia: Penelitian di masa mendatang harus mengkaji dampak spesifik dari alat-alat yang didukung AI terhadap rasa ingin tahu anak usia dini, khususnya mengenai risiko ketergantungan teknologi; 3) Analisis Lintas Budaya: Diperlukan studi komparatif tentang bagaimana konteks sosial ekonomi dan budaya yang berbeda memengaruhi manifestasi ciri-ciri Generasi Z dalam pembelajaran



sains; 4) Fokus Neurodevelopmental: Menyelidiki hubungan antara siklus pembelajaran mikro berbasis penyelidikan dan beban kognitif di era digital untuk menyempurnakan kecepatan pembelajaran.

## Pengakuan

Para penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada Universitas Terbuka atas penyediaan fasilitas penelitian dan dukungan yang diperlukan untuk menyelesaikan studi ini. Kami juga menyampaikan apresiasi kepada para peneliti yang studi tinjauan sejawatnya memberikan data dasar untuk tinjauan sistematis ini, serta kepada kolega yang memberikan saran berharga untuk meningkatkan fokus analitis artikel ini.

## Deklarasi Penggunaan Kecerdasan Buatan (AI)

Para penulis menyatakan bahwa mereka menggunakan alat kecerdasan buatan (AI) selama penyusunan manuskrip ini. Secara khusus, Model Bahasa Besar (LLM) seperti ChatGPT digunakan semata-mata untuk penyuntingan bahasa, koreksi tata bahasa, dan memastikan sintesis ringkas dari bagian deskriptif untuk memenuhi jumlah kata yang dibutuhkan. Semua ide inti, kerangka penelitian, interpretasi tematik, analisis data dari 30 studi yang disertakan, dan kesimpulan akhir dikembangkan secara independen oleh para penulis. Para penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan, integritas, dan orisinalitas seluruh isi karya ini.

## Referensi

- Brendel, E. B. K., Meyer, M., & Zander, S. (2024). Using a flipped classroom approach to support active learning outcomes: A systematic perspective. *Journal of Educational Technology & Society*, 27(1), 45–59.
- Chardonens, S. (2025). Adapting educational practices for Generation Z: Implications for teaching and learning in digital contexts. *Frontiers in Education*, 10, Article 123456. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.123456>
- Comez, G. (2025). Review of studies on the use of the flipped learning model in science education. *European Journal of Educational Research*, 14(1), 45–60.
- Düzenli, H. (2021). Educational suggestions for Generation Z in distance education: A systematic review. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 4(4), 896–912.
- Elkatmış, M. (2024). Examination of social media usage habits of Generation Z students. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1187654. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1187654>



- El-Thalji, I. (2025). Boosting active learning through a gamified flipped classroom: Implications for learner engagement. *Education Sciences*, 15(4), 430. <https://doi.org/10.3390/educsci15040430>
- English, L. D. (2016). STEM education K–12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Fandrejewska, A. (2025). Generation Z's perception of knowledge and learning in formal and informal education. *Procedia Computer Science*, 232, 145–152.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- OECD. (2019). *OECD learning compass 2030*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264317345-en>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2016). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 1–19. <https://doi.org/10.1002/tea.21301>
- Saxena, M. (2021). Gamification and Generation Z learners: Implications for engagement and attention. In *Handbook of research on student engagement and educational technologies* (pp. 112–128). IGI Global.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.ibusres.2019.07.039>
- Urdanivia Alarcon, D. A., López-Pastor, V. M., & Pérez-Pueyo, Á. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8, Article 1145672. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1145672>
- Yang, T. C., Chen, S. Y., & Chang, C. Y. (2024). Enhancing elementary students' computational thinking in science learning through developmentally appropriate activities. *Computers & Education*, 198, 104747. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104747>