

Needs Analysis for Developing Computational Thinking-Based Science Educational Games to Foster Ecological Awareness and Participation of Elementary School Students in Karanganyar.

Sigit Waskito Adi, Idam Ragil Widiyanto Atmojo, Deni Zein Tarsidi

Universitas Sebelas Maret
idamragilwa@staff.uns.ac.id

Article History

accepted 1/2/2026

approved 1/3/2026

published 31/3/2026

Abstract

IPAS learning in elementary schools plays an important role in fostering scientific literacy and environmental awareness, but there is still a gap between students' ecological knowledge and actions. This study aims to analyze the needs of students and teachers for the development of an ecologically-minded computational thinking-based IPAS educational game as the basis for designing SainsEco. This study used a descriptive quantitative-qualitative approach in the form of needs analysis, involving 216 students and 12 teachers through closed and open questionnaires. The results showed that students have good environmental awareness and computational thinking readiness, but are still weak in initiative-based ecological actions and decision-making, and a moderate relationship was found between computational thinking and environmental citizenship. These findings conclude that the development of a computational thinking-based educational game designed with decision-making mechanisms and ecological consequences is needed to bridge the gap between students' awareness and actions.

Keywords: *IPAS, computational thinking, educational game, ecological awareness, environmental education*

Abstrak

Pembelajaran IPAS di sekolah dasar berperan penting dalam menumbuhkan literasi sains dan kesadaran lingkungan, namun masih terdapat kesenjangan antara pengetahuan dan tindakan ekologis siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan siswa dan guru terhadap pengembangan *game* edukasi IPAS berbasis *computational thinking* dan berwawasan ekologis sebagai dasar perancangan SainsEco. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif–kualitatif dalam bentuk *needs analysis* dengan melibatkan 216 siswa dan 12 guru melalui angket tertutup dan terbuka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa memiliki kesadaran lingkungan dan kesiapan *computational thinking* yang baik, tetapi masih lemah dalam tindakan ekologis berbasis inisiatif dan pengambilan keputusan, serta ditemukan hubungan sedang antara *computational thinking* dan *environmental citizenship*. Temuan ini menyimpulkan bahwa pengembangan *game* edukasi berbasis *computational thinking* yang dirancang dengan mekanisme pengambilan keputusan dan konsekuensi ekologis diperlukan untuk menjembatani kesenjangan antara kesadaran dan tindakan siswa.

Kata kunci: *IPAS, computational thinking, game edukasi, kesadaran ekologis, pendidikan lingkungan*



PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) di sekolah dasar berperan strategis dalam membangun literasi sains sekaligus menumbuhkan sikap dan tanggung jawab peserta didik terhadap lingkungan. IPAS tidak hanya menargetkan penguasaan konsep, tetapi juga pembentukan nilai dan kecakapan bertindak dalam konteks kehidupan nyata, termasuk pengambilan keputusan yang berdampak pada lingkungan sekitar (Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi, 2020a). Namun, berbagai kajian menunjukkan bahwa pendidikan lingkungan di sekolah masih sering menghasilkan peningkatan pengetahuan tanpa diikuti perubahan perilaku pro-lingkungan yang konsisten. Dengan kata lain, siswa dapat “tahu” tetapi belum tentu “bertindak”, sehingga diperlukan pendekatan pembelajaran yang mampu menjembatani pemahaman konseptual dengan pengalaman bermakna yang mendorong perubahan sikap dan kebiasaan (Ardoin et al., 2020). Apriyanti et al., (2025) menyatakan bahwa pendidikan lingkungan yang efektif membutuhkan keterlibatan siswa dalam investigasi autentik, aksi nyata, dan partisipasi komunitas agar pengetahuan dapat terwujud dalam perilaku. Kesadaran lingkungan (*knowledge + attitude*) merupakan faktor penting yang mendorong tanggung jawab dan perilaku berkelanjutan, yang mencakup nilai dan tindakan lingkungan siswa (Sunarto, 2023). Berangkat dari paparan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran IPAS yang efektif harus mengintegrasikan penguasaan konsep, pembentukan nilai, dan pengalaman aksi nyata agar literasi sains benar-benar terwujud dalam kesadaran serta perilaku pro-lingkungan yang berkelanjutan pada siswa.

Sintesis riset mutakhir pada anak usia 6–12 tahun menegaskan bahwa pembelajaran yang bersifat pengalaman, partisipatif, dan kontekstual lebih efektif dalam menumbuhkan perilaku pro-lingkungan dibandingkan pendekatan yang hanya berfokus pada penyampaian informasi (Liu & Green, 2024). Temuan angket dalam penelitian ini menunjukkan pola yang sejalan: siswa telah memiliki kesadaran ekologis yang relatif baik, tetapi partisipasi nyata seperti menegur teman, merawat tanaman, atau mencari solusi atas masalah lingkungan masih bervariasi. Kondisi ini mengindikasikan perlunya strategi pembelajaran yang mampu mengubah kesadaran menjadi tindakan melalui pengalaman belajar yang aktif. Salah satu pendekatan yang potensial untuk menjawab kebutuhan tersebut adalah *game* edukasi. *Game* edukasi menyediakan lingkungan belajar yang interaktif, menantang, dan berorientasi tujuan, sehingga mendorong keterlibatan kognitif dan afektif siswa. Meta-temuan dalam teknologi pendidikan menunjukkan bahwa *game* edukasi meningkatkan motivasi dan kedalaman pemrosesan belajar melalui mekanisme umpan balik, tantangan, dan eksplorasi (Plass et al., 2015). Studi permainan edukatif berbasis lingkungan menunjukkan bahwa intervensi *game edutainment* efektif meningkatkan perilaku pro-lingkungan anak sekolah dasar dalam konteks nyata eksperimen perilaku (Dubois et al., 2025). *Game* edukatif terbukti menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan meningkatkan motivasi serta keterlibatan siswa melalui elemen permainan (Seddighi-khavidak et al., 2026). Berdasarkan temuan-temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi merupakan pendekatan pembelajaran yang efektif untuk menjembatani kesadaran ekologis dan tindakan nyata siswa melalui pengalaman belajar yang interaktif, menantang, dan bermakna sehingga mendorong perilaku pro-lingkungan secara berkelanjutan.

Dalam konteks pendidikan sains dan lingkungan, *game* edukasi juga memungkinkan simulasi sistem dan konsekuensi pilihan, sehingga siswa dapat menghubungkan konsep teoretis dengan praktik secara aman dan bermakna. Kajian literatur menunjukkan bahwa penggunaan *game* edukasi dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan motivasi dan keaktifan siswa, termasuk dalam memahami isu-isu lingkungan yang kompleks dalam konteks IPAS (Wahyuning, 2022). Selain itu,

serious games untuk pendidikan lingkungan terbukti secara global meningkatkan kesadaran, keterlibatan, dan pemahaman tentang dampak tindakan manusia terhadap sistem ekologis (Shafarin et al., 2025). *Game* berbasis simulasi dalam pembelajaran sains dapat membantu siswa memahami konsep melalui representasi interaktif dan konteks nyata yang bermakna. Permainan edukatif telah menunjukkan efektivitas dalam membantu pemahaman siswa terhadap materi menantang melalui simulasi representatif (Kurnia Putra et al., 2025). *Game* edukasi menciptakan lingkungan belajar yang menarik dan menstimulasi keterlibatan aktif siswa dalam belajar sains. *Game-based learning* dapat menciptakan lingkungan belajar yang interaktif, menyenangkan, dan membantu siswa mempelajari konsep sains yang abstrak (Larasati & Pratama, 2024). *Serious games* memungkinkan interaksi antara peserta didik dan lingkungan nyata secara simulatif sehingga memperkuat kesadaran dan apresiasi terhadap isu lingkungan (Tan & Nurul-Asna, 2023). Simulasi berbasis *game* edukasi dapat menghubungkan berbagai komponen sistem sehingga siswa mampu memahami hubungan sebab–akibat dalam konteks lingkungan secara lebih jelas (Tsai et al., 2025). Secara keseluruhan, *game* edukasi khususnya yang berbasis simulasi dan *game* terbukti efektif mengintegrasikan konsep sains dengan pengalaman kontekstual, sehingga meningkatkan motivasi, keterlibatan, pemahaman sistem, dan kesadaran lingkungan siswa melalui eksplorasi hubungan sebab–akibat secara aman dan bermakna.

Agar *game* edukasi tidak hanya menjadi media yang menarik, tetapi juga bermakna secara kognitif, diperlukan landasan berpikir yang kuat. Dalam hal ini, *computational thinking* menjadi keterampilan kunci *computational thinking* mencakup kemampuan memecah masalah, mengenali pola, melakukan abstraksi, serta merancang langkah solusi secara sistematis. Tinjauan mutakhir menunjukkan bahwa *computational thinking* perlu dikembangkan sejak pendidikan dasar karena berfungsi sebagai fondasi berpikir lintas disiplin, termasuk dalam pembelajaran sains, dan membantu siswa menganalisis fenomena secara logis dan berbasis bukti (Paraskevopoulou-Kollia et al., 2025). *Computational thinking* di sekolah dasar telah banyak diintegrasikan dalam berbagai kegiatan pembelajaran untuk membantu siswa memahami konsep melalui langkah berpikir sistematis dan analitis (Kakavas & Ugolini, 2019). *Computational thinking* dipandang sebagai keterampilan fundamental di era pendidikan abad ke-21 yang membantu memahami serta menyelesaikan masalah lintas disiplin (Widiyatmoko & Wulandari, 2024). Dengan demikian, *computational thinking* merupakan fondasi kognitif yang esensial untuk memastikan *game* edukasi tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga mampu menumbuhkan kemampuan berpikir sistematis, lintas disiplin, dan berbasis bukti pada siswa sejak pendidikan dasar.

Lingkungan permainan dalam *game* edukasi secara alami menuntut pemain untuk menganalisis situasi, membuat keputusan, dan mengevaluasi hasil, sehingga sangat sesuai untuk melatih *computational thinking*. Tinjauan sistematis pada jenjang sekolah dasar menunjukkan bahwa *game* edukasi, khususnya *educational games* dan *serious games*, efektif meningkatkan aspek *computational thinking* seperti pemecahan masalah, pengenalan pola, dan perancangan strategi (Giannakoulas & Xinogalos, 2024). Temuan ini diperkuat oleh kajian empiris yang menunjukkan bahwa struktur tantangan dan umpan balik dalam *game* edukasi memperkuat penalaran dan kemampuan berpikir sistematis siswa (Mohamed et al., 2024). *Serious games* dan *digital games* secara umum memiliki peran positif dalam mendukung dan meningkatkan kemampuan *computational thinking* serta keterampilan pemrograman siswa di jenjang pendidikan dasar hingga menengah (Gundersen & Lampropoulos, 2025). Secara keseluruhan, *game* edukasi terutama *educational games* dan *serious games* merupakan lingkungan belajar yang efektif untuk mengembangkan

computational thinking siswa melalui tantangan, umpan balik, dan pengambilan keputusan yang memperkuat pemecahan masalah, pengenalan pola, serta penalaran sistematis.

Dalam pembelajaran IPAS, *computational thinking* berperan penting untuk membantu siswa memodelkan hubungan sebab-akibat dan merancang solusi atas masalah lingkungan yang kompleks. Melalui pemrosesan data, evaluasi pilihan, dan refleksi atas dampak keputusan, siswa dapat memahami isu keberlanjutan sebagai persoalan sistem yang dapat dianalisis dan direspons secara rasional dan bertanggung jawab (Christensen, 2023). Sejalan dengan itu, pendidikan lingkungan modern menekankan konsep *environmental citizenship*, yaitu keterlibatan aktif warga termasuk siswa dalam memahami, menilai, dan bertindak atas isu-isu lingkungan. Media pembelajaran yang mensimulasikan dilema dan pilihan social ekologis, seperti *game* edukasi, memiliki potensi besar untuk memperkuat dimensi ini karena menempatkan siswa sebagai pengambil keputusan dalam konteks yang bermakna (Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi, 2020a). Validasi alat ukur menunjukkan pentingnya kompetensi tindakan lingkungan yang melampaui sekadar kesadaran kognitif, menegaskan hubungan antara sikap, pengetahuan, dan aksi dalam pendidikan lingkungan (Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi, 2020b). Dengan demikian, integrasi *computational thinking* dan *environmental citizenship* dalam pembelajaran IPAS melalui media seperti *game* edukasi memungkinkan siswa menganalisis hubungan sebab-akibat, mengevaluasi pilihan, dan bertindak secara rasional serta bertanggung jawab terhadap isu keberlanjutan dengan menghubungkan pengetahuan, sikap, dan aksi dalam konteks yang bermakna.

Walaupun *game* edukasi, *computational thinking*, dan pendidikan lingkungan masing-masing telah banyak diteliti, integrasi ketiganya dalam pembelajaran IPAS sekolah dasar terutama yang diawali dengan *needs analysis* guru dan siswa masih terbatas. Kondisi ini membuka ruang bagi penelitian yang memetakan kebutuhan nyata sebagai dasar pengembangan media pembelajaran yang kontekstual dan relevan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi *computational thinking* dan pendidikan lingkungan dalam konteks pembelajaran berbasis digital masih menjadi area yang berkembang dan memerlukan eksplorasi lebih lanjut

Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan dalam bentuk integrasi *game-based learning*, *computational thinking*, dan *environmental citizenship* dalam konteks pembelajaran IPAS sekolah dasar yang didasarkan pada *needs analysis* berbasis data empiris siswa dan guru. Penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, tetapi juga secara eksplisit memposisikan *computational thinking* sebagai mekanisme kognitif utama untuk menjembatani kesenjangan antara kesadaran dan tindakan ekologis siswa. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini terletak pada penyediaan landasan konseptual dan empiris untuk merancang *game* edukasi yang tidak hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga menstimulasi pengambilan keputusan dan tindakan ekologis siswa secara nyata. Penelitian ini dilakukan sebagai *needs analysis* berbasis data angket siswa dan guru di sekolah dasar Kecamatan Karanganyar untuk merumuskan dasar pengembangan *game* edukasi. Pendekatan ini memperluas kajian sebelumnya yang cenderung berfokus pada aspek kognitif atau media secara terpisah, dengan menekankan pentingnya integrasi antara berpikir komputasional dan tindakan ekologis dalam satu desain pembelajaran yang utuh IPAS berbasis *computational thinking* dan berwawasan ekologis, yaitu SainsEco. Penelitian ini bertujuan untuk : (1) menganalisis kebutuhan siswa terhadap *game* edukasi IPAS yang dapat meningkatkan keterlibatan dan tindakan ekologis, (2) menganalisis kebutuhan guru terhadap integrasi *computational thinking* dalam pembelajaran IPAS, dan (3) mengidentifikasi komponen dan fitur *game* sebagai dasar perancangan SainsEco.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif–kualitatif dalam bentuk *needs analysis*, yang bertujuan memetakan kesenjangan antara kesadaran, kemampuan berpikir, dan tindakan ekologis siswa serta kebutuhan guru terhadap pembelajaran IPAS berbasis *computational thinking* dan *environmental citizenship* sebagai dasar pengembangan *game* edukasi SainsEco. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2025 hingga Januari 2026 di beberapa sekolah dasar di Kecamatan Karanganyar. Pendekatan ini dipilih karena fokus penelitian bukan menguji efektivitas suatu intervensi, melainkan mengidentifikasi kondisi aktual, kecenderungan, dan kebutuhan riil pembelajaran yang diperlukan untuk menjembatani *knowledge-action gap* dalam pendidikan lingkungan di sekolah dasar.

Subjek dan Sumber Data

Subjek penelitian terdiri atas 216 siswa kelas IV dan 12 guru kelas IV dari beberapa sekolah dasar di Kecamatan Karanganyar dan sekitarnya. Pemilihan kelas IV didasarkan pada kesesuaiannya dengan capaian pembelajaran IPAS Kurikulum Merdeka, yang menekankan keterpaduan antara sains, sosial, dan isu lingkungan serta mendorong pengambilan keputusan berbasis konteks nyata.

Sumber data penelitian meliputi:

1. Data kuantitatif berupa respons angket tertutup siswa dan guru, dan
2. Data kualitatif berupa jawaban terbuka yang menggambarkan perilaku lingkungan, hambatan pembelajaran, serta kebutuhan media dan strategi pembelajaran.

Kedua jenis data digunakan secara komplementer untuk menghasilkan pemetaan kebutuhan yang utuh sebagai dasar perancangan karakteristik dan fitur utama SainsEco.

Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan angket daring berbasis Google Form yang disusun berdasarkan kerangka teoritis yang mengintegrasikan: (1) *environmental citizenship* (*civic engagement* berwawasan ekologis), (2) *computational thinking*, dan (3) kebutuhan terhadap *game-based learning* dalam pembelajaran IPAS.

1. Angket Siswa

Angket siswa terdiri dari: 9 butir sikap dan perilaku peduli lingkungan sebagai indikator *environmental citizenship* (seperti membuang sampah, merawat tanaman, menegur teman), 4 butir *computational thinking* yang mencakup pemecahan masalah, perancangan strategi, dan pengambilan keputusan, 7 butir sikap dan kebutuhan terhadap *game* edukasi IPAS, dan 1 pertanyaan terbuka tentang perilaku lingkungan yang jarang dilakukan. Butir tertutup menggunakan skala Likert 3 tingkat (tidak pernah – kadang-kadang – selalu) untuk menangkap intensitas kecenderungan sikap dan tindakan siswa.

2. Angket Guru

Angket guru mencakup: 9 butir persepsi tentang IPAS dan pendidikan lingkungan, 5 butir persepsi tentang peran *computational thinking* dalam pembelajaran IPAS, 10 butir kebutuhan terhadap media dan *game* edukasi, dan 2 pertanyaan terbuka mengenai perilaku siswa dan kebutuhan pembelajaran. Penggunaan dua kelompok responden (siswa dan guru) dimaksudkan untuk memperoleh gambaran kebutuhan yang bersifat triangulatif, sehingga kesenjangan antara kesadaran, kemampuan berpikir, dan praktik pembelajaran dapat dipetakan secara lebih akurat.

Teknik Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa persentase dan rerata untuk menggambarkan tingkat: kesadaran dan perilaku ekologis siswa, kecenderungan *computational thinking*, serta kebutuhan terhadap game edukasi IPAS. Setiap indikator kemudian dikategorikan ke dalam tingkat kecenderungan (rendah, sedang, tinggi) untuk mengidentifikasi area yang menunjukkan kesenjangan antara pengetahuan, sikap, dan tindakan (*knowledge–action gap*) serta kesiapan integrasi *computational thinking* dalam pembelajaran. Untuk data guru, selain rerata, distribusi jawaban juga diperiksa untuk memastikan adanya variasi respons meskipun nilai rerata mendekati 3,00.

Data kualitatif dianalisis menggunakan analisis tematik untuk mengidentifikasi pola dan tema dari respons terbuka siswa dan guru (Sovacool et al., 2023). Data kualitatif dari pertanyaan terbuka dianalisis menggunakan analisis tematik, dengan cara mengelompokkan jawaban responden ke dalam tema-tema utama seperti bentuk perilaku ekologis yang masih lemah, hambatan dalam pembelajaran IPAS, dan karakteristik *game* edukasi yang diharapkan. Hasil analisis kualitatif digunakan untuk memperdalam, menjelaskan, dan memvalidasi temuan kuantitatif. Seluruh hasil analisis kuantitatif dan kualitatif kemudian disintesis untuk merumuskan kebutuhan desain, mekanisme permainan, dan fitur utama *game* edukasi SainsEco, sehingga produk yang dikembangkan benar-benar berakar pada kondisi nyata guru dan siswa dalam pembelajaran IPAS serta selaras dengan kerangka *computational thinking* dan *environmental citizenship* yang telah dibangun dalam pendahuluan.

Selain statistik deskriptif, penelitian ini juga menggunakan analisis reliabilitas dan korelasi. Reliabilitas instrumen siswa dianalisis menggunakan koefisien Cronbach's Alpha untuk skala *environmental citizenship*, *computational thinking*, dan *game readiness*. Selanjutnya, hubungan antar konstruk dianalisis menggunakan korelasi Pearson untuk menguji keterkaitan antara kemampuan *computational thinking*, *Game Readiness*, dan perilaku *environmental citizenship* siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

A. Uji Reliabilitas Instrumen

Tabel 1. Uji Reliabilitas Instrumen

Skala	Jumlah Item	Cronbach's Alpha	Kategori
Environmental Citizenship	8	0,65	Reliabel
Computational Thinking	4	0,66	Reliabel
Game Readiness	6	0,86	Sangat reliabel

Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa seluruh konstruk instrumen berada pada tingkat reliabilitas yang dapat diterima. Skala *environmental citizenship* siswa memiliki nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,65 dan skala *computational thinking* sebesar 0,66, yang keduanya memenuhi batas minimal reliabilitas untuk penelitian pendidikan. Skala *game readiness* menunjukkan reliabilitas sangat tinggi dengan nilai Alpha sebesar 0,86. Temuan ini menegaskan bahwa seluruh instrumen yang digunakan dalam penelitian ini konsisten dan layak digunakan untuk analisis lebih lanjut.

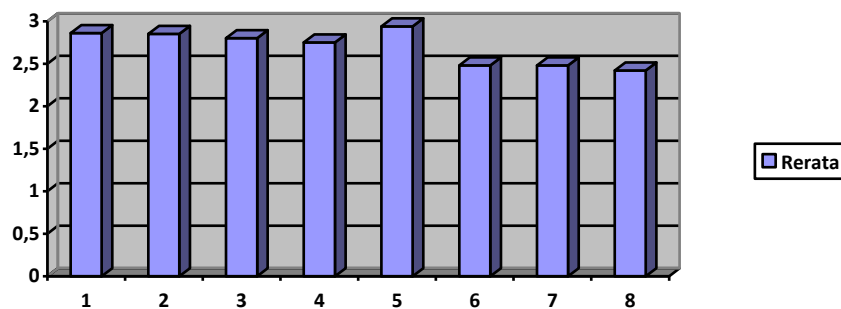
B. Hasil dan Pembahasan Angket Siswa

Bagian ini menyajikan hasil analisis angket siswa untuk memetakan kondisi awal kesadaran ekologis, kecenderungan *computational thinking*, serta kebutuhan terhadap *game* edukasi dalam pembelajaran IPAS. Data ini digunakan untuk mengidentifikasi sejauh mana siswa telah memiliki sikap dan kemampuan yang mendukung perilaku pro-lingkungan, sekaligus untuk mengungkap kesenjangan antara pengetahuan, sikap, dan tindakan yang menjadi dasar perancangan *game* edukasi SainsEco. Hasil disajikan dalam bentuk rerata skor skala Likert dan dikelompokkan ke dalam tiga aspek utama, yaitu perilaku dan kesadaran lingkungan, *computational thinking*, serta persepsi siswa terhadap *game* edukasi.

Tabel 2. Perilaku dan Kesadaran Lingkungan Siswa

No	Indikator	Rerata (1–3)
1	Ikut bersih-bersih dengan sungguh-sungguh	2,86
2	Menjaga fasilitas kebersihan sekolah	2,85
3	Menjaga kebersihan kelas setiap hari	2,80
4	Membersihkan meja dan tempat duduk sendiri	2,75
5	Merasa lebih nyaman belajar di lingkungan bersih	2,94
6	Menjaga tanaman atau taman sekolah	2,48
7	Menegur teman yang membuang sampah	2,48
8	Memungut sampah yang terlihat	2,42

Keterangan skala : 1 = Tidak Pernah | 2 = Kadang-kadang | 3 = Selalu



Gambar 1. Perilaku dan Kesadaran Lingkungan Siswa

Tabel 2 menunjukkan bahwa siswa memiliki kesadaran dan kepedulian lingkungan yang tinggi (rerata mendekati 3) terutama pada aspek normatif dan terstruktur, seperti kenyamanan di lingkungan bersih (2,94) serta keterlibatan dalam kegiatan kebersihan (2,80–2,86). Namun, perilaku yang menuntut inisiatif dan keberanian social seperti menegur teman (2,48), merawat tanaman (2,48), dan memungut sampah yang terlihat (2,42) berada pada tingkat sedang. Pola ini menegaskan adanya kesenjangan antara kesadaran dan tindakan spontan, yang menjadi inti *knowledge–action gap* dalam pendidikan lingkungan.

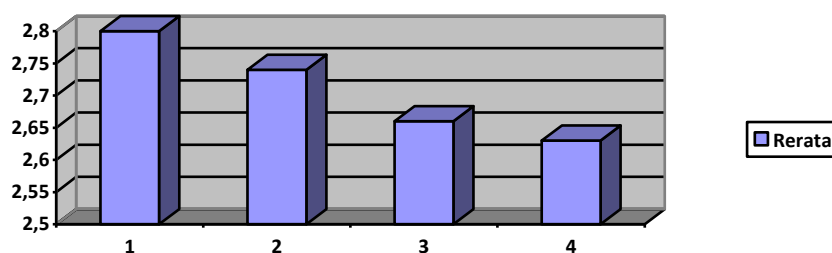
Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun siswa telah memiliki tingkat kesadaran lingkungan yang baik, hal tersebut belum sepenuhnya terinternalisasi

dalam bentuk tindakan nyata, sehingga mengindikasikan adanya kesenjangan antara aspek kognitif dan perilaku..

Tabel 3. Kecenderungan Computational Thinking Siswa

No	Indikator	Rerata (1–3)
1	Berusaha mencari cara untuk menyelesaikan masalah	2,80
2	Mengerjakan tugas dengan langkah-langkah yang jelas	2,74
3	Mencoba beberapa cara sampai menemukan yang berhasil	2,66
4	Memikirkan akibat dari pilihan yang diambil	2,63

Keterangan skala : 1 = Tidak Pernah | 2 = Kadang-kadang | 3 = Selalu



Gambar 2. Kecenderungan Computational Thinking Siswa

Tabel 3 menunjukkan bahwa Siswa memiliki modal *computational thinking* yang baik, khususnya dalam berpikir terstruktur (2,80) dan upaya memecahkan masalah (2,74). Namun, aspek eksplorasi alternatif (2,66) dan refleksi konsekuensi (2,63) masih berada pada tingkat sedang. Ini menunjukkan perlunya lingkungan belajar yang memberi pilihan, tantangan, dan umpan balik agar *computational thinking* siswa berkembang lebih dalam kondisi yang sangat cocok difasilitasi oleh *game* edukasi.

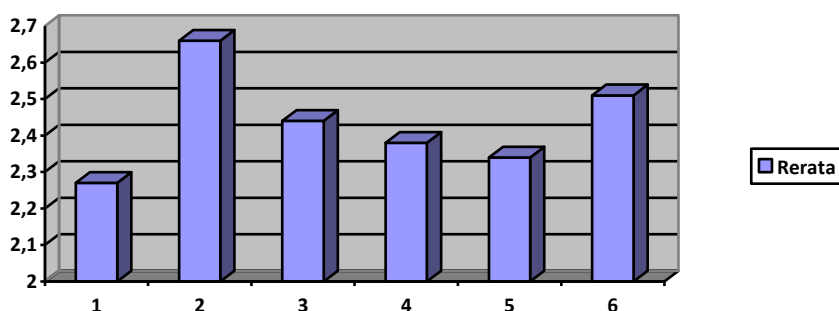
Temuan ini mengindikasikan bahwa siswa siap secara kognitif untuk terlibat dalam aktivitas yang menuntut pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan evaluasi dampak, tetapi mereka membutuhkan lingkungan belajar yang menyediakan tantangan, pilihan, dan umpan balik secara sistematis. Dengan demikian, *game* edukasi berbasis *computational thinking* menjadi sarana yang tepat untuk mengaktualisasikan potensi tersebut dalam konteks IPAS dan isu lingkungan.

Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan *computational thinking* siswa masih bersifat dasar dan belum sepenuhnya berkembang pada aspek evaluasi dan pengambilan keputusan yang kompleks.

Tabel 4. Game Readiness Siswa

No	Indikator	Rerata (1–3)
1	Suka belajar sambil bermain	2,27
2	Lebih semangat belajar dengan permainan	2,66
3	Permainan membantu memahami pelajaran	2,44
4	Permainan membantu berpikir dan memilih jawaban	2,38
5	Permainan dapat menampilkan masalah lingkungan	2,34
6	Belajar dengan permainan membuat lebih peduli lingkungan	2,51

Keterangan skala : 1 = Tidak Pernah | 2 = Kadang-kadang | 3 = Selalu



Gambar 3. Game Readiness Siswa

Berdasarkan Tabel 4, siswa cukup positif terhadap *game*, terutama pada aspek motivasi (2,66) dan kepedulian lingkungan (2,51). Namun, persepsi terhadap fungsi kognitif dan ekologis *game* (menyajikan masalah lingkungan, membantu berpikir) masih sedang (2,34–2,38), menandakan bahwa siswa belum banyak mengalami *game* yang secara eksplisit mengintegrasikan isu lingkungan dan pengambilan keputusan ruang inilah yang dituju oleh SainsEco.

Berdasarkan rerata indikator motivasi (2,66) dan kepedulian lingkungan (2,51), terdapat peluang pedagogis yang untuk merancang *game* edukasi yang tidak hanya meningkatkan motivasi dan pemahaman, tetapi juga mengintegrasikan konteks lingkungan, pilihan moral, dan konsekuensi ekologis ke dalam mekanisme permainan. Kebutuhan inilah yang menjadi dasar empiris bagi pengembangan *game* IPAS berbasis *computational thinking* dan *environmental citizenship* seperti SainsEco.

Secara keseluruhan, siswa memiliki kesadaran lingkungan tinggi dan kesiapan *computational thinking* yang baik, tetapi tindakan ekologis yang bersifat inisiatif dan reflektif masih berada pada tingkat sedang. Di sisi lain, siswa termotivasi oleh *game*, namun belum merasakan *game* sebagai wahana berpikir dan bertindak ekologis. Temuan ini menegaskan kebutuhan akan *game* IPAS berbasis *computational thinking* dan *environmental citizenship* yang dapat mengubah kesadaran menjadi keputusan dan tindakan nyata. Temuan ini menunjukkan bahwa kesiapan siswa terhadap *game* sebagai media pembelajaran tidak secara otomatis berkontribusi terhadap pembentukan perilaku ekologis.

C. Hubungan *Computational Thinking*, *Game Readiness*, dan *Environmental Citizenship*

Tabel 5. Korelasi Pearson antar Konstruk Utama

Variabel	<i>Environmental Citizenship</i>	<i>Computational Thinking</i>	<i>Game Readiness</i>
<i>Environmental Citizenship</i>	1.00	0.48	0.14
<i>Computational Thinking</i>	0.48	1.00	0.01
<i>Game Readiness</i>	0.14	0.01	1.00

Catatan: Semua korelasi diuji dengan uji Pearson pada $\alpha = 0,05$; korelasi antara *Computational Thinking* dan *Environmental Citizenship* signifikan pada $p < 0,01$.

Analisis korelasi menunjukkan bahwa *computational thinking* memiliki hubungan positif yang signifikan dengan *environmental citizenship* siswa ($r = 0,48$, $p < 0,01$), yang berarti bahwa siswa dengan kemampuan berpikir komputasional yang lebih baik cenderung menunjukkan perilaku ekologis yang lebih tinggi. Sebaliknya,

game readiness siswa hanya memiliki hubungan lemah dengan *environmental citizenship* ($r = 0,14$), dan hampir tidak berhubungan dengan *computational thinking* ($r = 0,01$). Temuan ini mengindikasikan bahwa game sebagai media belum secara otomatis mendorong perilaku ekologis, tetapi harus dirancang secara spesifik berbasis *computational thinking* dan pengambilan keputusan, sebagaimana diarahkan dalam pengembangan SainsEco. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *computational thinking* memiliki peran yang lebih signifikan dalam mendukung *environmental citizenship* dibandingkan dengan sekadar kesiapan penggunaan *game*.

D. Hasil dan Interpretasi Pertanyaan Terbuka Siswa

Pertanyaan terbuka yang meminta siswa menyebutkan perilaku lingkungan yang jarang atau belum sering dilakukan memberikan gambaran yang lebih mendalam tentang bentuk kesenjangan antara kesadaran dan tindakan nyata. Analisis tematik terhadap respons siswa menunjukkan tiga pola utama yang konsisten.

Pertama, sebagian besar siswa menyatakan bahwa mereka jarang menegur teman yang membuang sampah sembarangan atau mengingatkan perilaku yang merusak kebersihan. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun siswa memahami norma kebersihan dan kepedulian lingkungan, mereka masih merasa kurang percaya diri atau enggan terlibat dalam tindakan sosial yang berpotensi menimbulkan ketegangan. Dengan kata lain, dimensi keberanian sosial dan tanggung jawab kolektif dalam perilaku ekologis belum berkembang secara optimal.

Kedua, banyak siswa mengakui bahwa mereka jarang merawat tanaman, menyiram, atau menjaga taman sekolah secara berkelanjutan. Temuan ini mengindikasikan bahwa kepedulian terhadap lingkungan masih lebih kuat pada aktivitas yang bersifat insidental atau terjadwal (seperti kerja bakti), tetapi belum menjadi kebiasaan yang bersifat jangka panjang dan berbasis tanggung jawab pribadi terhadap ekosistem sekolah.

Ketiga, sejumlah siswa menyebutkan bahwa mereka jarang mencari solusi atau berpikir tentang cara mengatasi masalah lingkungan yang mereka temui. Pola ini menunjukkan bahwa siswa belum sepenuhnya melihat isu lingkungan sebagai persoalan yang dapat dianalisis dan diselesaikan melalui proses berpikir dan pengambilan keputusan, melainkan lebih sebagai kondisi yang harus diterima atau diatasi oleh pihak lain.

Jika disintesis dengan hasil angket tertutup, respons terbuka ini memperkuat temuan bahwa siswa telah memiliki kesadaran dan sikap ekologis yang relatif baik, tetapi masih mengalami keterbatasan dalam inisiatif, pengambilan keputusan, dan tindakan sosial-ekologis yang reflektif. Dengan demikian, kebutuhan utama siswa bukan lagi pada penambahan informasi tentang lingkungan, melainkan pada pengalaman belajar yang memungkinkan mereka berlatih mengambil keputusan, melihat konsekuensi, dan bertindak sebagai agen perubahan dalam konteks yang aman dan bermakna. Temuan ini memberikan dasar empiris yang kuat bagi pengembangan game edukasi IPAS berbasis *computational thinking* dan *environmental citizenship* seperti SainsEco.

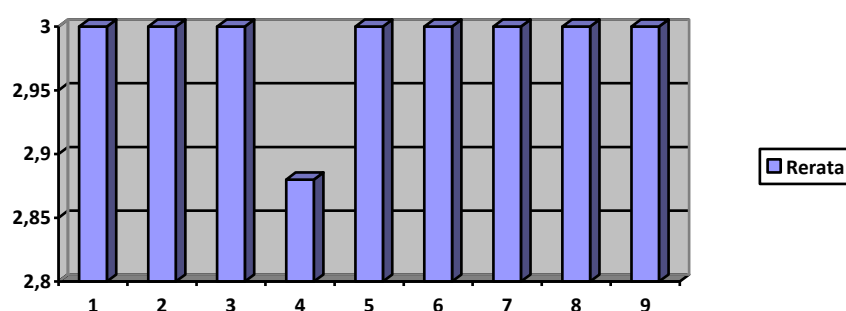
E. Hasil dan Pembahasan Angket Guru

Bagian ini menyajikan hasil angket guru untuk memetakan persepsi terhadap IPAS, pentingnya *computational thinking*, serta kebutuhan media pembelajaran berbasis *game* dalam mendukung pendidikan lingkungan di sekolah dasar.

Tabel 6. Persepsi Guru tentang IPAS dan Pendidikan Lingkungan

No	Indikator	Rerata (1–4)
1	Isu lingkungan perlu dikenalkan melalui IPAS	3,00
2	IPAS berperan membangun kesadaran lingkungan siswa	3,00
3	Perilaku manusia berdampak pada lingkungan	3,00
4	Isu lingkungan bermakna jika dikaitkan dengan kehidupan nyata	2,88
5	IPAS harus menumbuhkan sikap peduli lingkungan	3,00
6	Siswa perlu dibiasakan bertanggung jawab terhadap lingkungan	3,00
7	IPAS harus mendorong peran aktif siswa menjaga lingkungan	3,00
8	Penanaman kepedulian sejak SD itu penting	3,00
9	Kepedulian berkembang jika siswa dilibatkan aktif	3,00

Keterangan skala : 1 = Sangat tidak setuju | 2 = Tidak Setuju | 3 = Setuju | 4 = Sangat Setuju



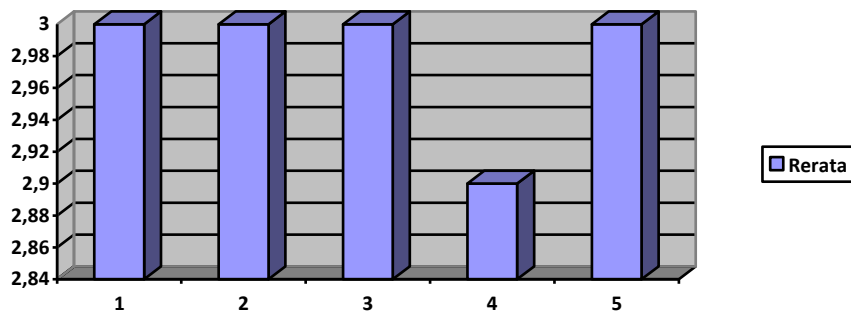
Gambar 4. Persepsi Guru tentang IPAS dan Pendidikan Lingkungan

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa guru memiliki konsensus sangat kuat bahwa IPAS harus berfungsi sebagai wahana utama pendidikan lingkungan. Hampir seluruh indikator berada pada rerata 3,00 (setuju), menandakan bahwa guru tidak melihat pendidikan lingkungan sebagai muatan tambahan, melainkan sebagai inti pembelajaran IPAS. Sedikit lebih rendahnya skor pada keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari (2,88) mengindikasikan bahwa meskipun guru menyadari pentingnya konteks nyata, mereka masih menghadapi keterbatasan dalam mewujudkannya secara optimal di kelas. Sebaran jawaban guru menunjukkan dominasi pilihan setuju, sehingga rerata cenderung mendekati 3.00 meskipun variasi antarresponden tetap ada.

Tabel 7. Persepsi Guru tentang Computational Thinking dalam IPAS

No	Indikator	Rerata
1	IPAS perlu melatih berpikir logis dan sistematis	3,00
2	Siswa perlu dilatih menganalisis masalah lingkungan	3,00
3	IPAS perlu membiasakan pengambilan keputusan	3,00
4	Pemecahan masalah penting dalam IPAS	2,90
5	Pembelajaran menantang dan terstruktur meningkatkan berpikir	3,00

Keterangan skala : 1 = Sangat tidak setuju | 2 = Tidak Setuju | 3 = Setuju | 4 = Sangat Setuju



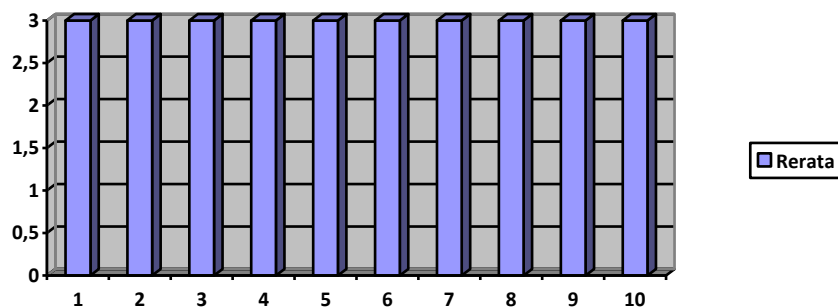
Gambar 5. Persepsi Guru tentang *Computational Thinking* dalam IPAS

Berdasarkan tabel 7 guru menunjukkan dukungan sangat kuat terhadap integrasi *computational thinking* dalam IPAS. Hampir seluruh indikator berada pada kategori setuju tinggi, menunjukkan bahwa guru menyadari pentingnya keterampilan berpikir logis, analitis, dan berbasis keputusan dalam memahami isu lingkungan. Skor sedikit lebih rendah pada pemecahan masalah (2,90) mengindikasikan bahwa praktik pembelajaran saat ini belum sepenuhnya memberi ruang bagi aktivitas *problem-solving* yang autentik.

Tabel 8. Kebutuhan Guru terhadap Media dan *Game* Edukasi

No	Indikator	Rerata
1	Media interaktif membantu pemahaman IPAS	3,00
2	Media menarik meningkatkan keterlibatan	3,00
3	Guru membutuhkan media yang mengaktifkan siswa	3,00
4	Media kontekstual membantu mengaitkan materi dengan kehidupan nyata	3,00
5	Media berbentuk permainan meningkatkan motivasi	3,00
6	Tantangan dan skor membuat siswa lebih semangat	3,00
7	Game membantu berpikir dan mengambil keputusan	3,00
8	Game dapat menyajikan masalah lingkungan	3,00
9	Game melatih berpikir logis dan memecahkan masalah	3,00
10	Game edukasi berwawasan lingkungan diperlukan	3,00

Keterangan skala : 1 = Sangat tidak setuju | 2 = Tidak Setuju | 3 = Setuju | 4 = Sangat Setuju



Gambar 6. Kebutuhan Guru terhadap Media dan *Game* Edukasi

Berdasarkan tabel 8 guru menunjukkan dukungan penuh dan konsisten terhadap penggunaan *game* edukasi dalam IPAS. Semua indikator berada pada rerata 3,00, yang berarti bahwa guru tidak hanya menerima, tetapi membutuhkan

media berbasis *game* yang interaktif, kontekstual, dan menantang untuk meningkatkan keterlibatan, pemahaman, serta kemampuan berpikir siswa. Meskipun rerata mendekati 3, distribusi jawaban guru tetap menunjukkan variasi respons (misalnya terdapat kombinasi pilihan setuju dan sangat setuju), sehingga tidak semua responden memberikan jawaban yang identik.

Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa guru memiliki kesadaran pedagogis yang tinggi terhadap pentingnya pendidikan lingkungan, *computational thinking*, dan media pembelajaran berbasis *game* dalam IPAS. Guru memandang bahwa siswa perlu dilibatkan secara aktif dalam memahami masalah lingkungan, menganalisis situasi, dan mengambil keputusan, tetapi mereka juga menyadari keterbatasan media konvensional untuk mewujudkan hal tersebut. Oleh karena itu, kebutuhan terhadap *game* edukasi IPAS berbasis *computational thinking* dan berwawasan ekologis muncul secara jelas dan konsisten dari perspektif guru.

F. Hasil dan Interpretasi Pertanyaan Terbuka Guru

Pertanyaan terbuka guru tentang perilaku siswa dan karakteristik media yang dibutuhkan menunjukkan tiga tema utama. Pertama, guru melaporkan bahwa meskipun siswa sudah mengetahui pentingnya kebersihan dan lingkungan, mereka masih kurang konsisten dalam menegur teman, merawat tanaman, dan mengambil inisiatif ketika melihat masalah lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa masih berada pada tahap kesadaran, tetapi belum sepenuhnya berkembang sebagai agen tindakan ekologis. Kedua, guru menekankan bahwa siswa membutuhkan media yang menantang, kontekstual, dan berbasis masalah, bukan sekadar materi visual. Guru menginginkan media yang dapat memaksa siswa berpikir, memilih, dan melihat konsekuensi dari pilihan mereka. Ketiga, banyak guru menyebut bahwa *game* edukasi dipandang sebagai media yang paling potensial karena mampu menggabungkan motivasi, tantangan, dan pengambilan keputusan dalam satu lingkungan belajar yang aman. Temuan ini memperkuat data kuantitatif bahwa guru tidak hanya siap, tetapi sangat membutuhkan media seperti SainsEco untuk menjembatani pembelajaran IPAS dengan keterampilan berpikir dan tindakan ekologis nyata. Temuan-temuan tersebut selanjutnya dianalisis lebih lanjut pada bagian pembahasan untuk menginterpretasikan makna dan implikasinya dalam konteks teori dan penelitian sebelumnya.

Pembahasan

A. *Knowledge–Action Gap* dalam *Environmental Citizenship*

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa siswa memiliki tingkat kesadaran lingkungan yang relatif baik, namun belum diikuti oleh tindakan ekologis berbasis inisiatif dan pengambilan keputusan. Kondisi ini mengindikasikan adanya *knowledge–action gap*, yaitu kesenjangan antara pengetahuan dan perilaku dalam konteks pendidikan lingkungan. Fenomena ini menunjukkan bahwa pemahaman konseptual yang dimiliki siswa belum sepenuhnya terinternalisasi menjadi tindakan nyata dalam kehidupan sehari-hari. Dalam perspektif *environmental citizenship*, perilaku ekologis tidak hanya ditentukan oleh aspek kognitif, tetapi juga melibatkan kemampuan mengambil keputusan, tanggung jawab sosial, serta keterlibatan aktif dalam menyelesaikan permasalahan lingkungan (Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi, 2020a). Dengan demikian, siswa yang hanya memiliki pengetahuan tanpa pengalaman dalam pengambilan keputusan cenderung belum berkembang menjadi agen perubahan yang aktif.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pendidikan lingkungan seringkali berhasil meningkatkan kesadaran, namun belum

efektif dalam mendorong perubahan perilaku jika tidak disertai dengan pengalaman aksi nyata dan refleksi (Ardoin et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada transfer pengetahuan, tetapi juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk berlatih mengambil keputusan dan memahami konsekuensi dari tindakan ekologis yang dilakukan.

B. Peran *Computational Thinking* dalam Pembentukan Tindakan Ekologis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan dasar *computational thinking* yang cukup baik, terutama dalam aspek pengenalan pola dan pemrosesan informasi, namun masih terbatas dalam kemampuan evaluasi dan pengambilan keputusan. Hal ini mengindikasikan bahwa keterampilan berpikir siswa belum berkembang secara utuh dalam menghadapi permasalahan yang kompleks. Dalam kerangka *computational thinking*, kemampuan seperti analisis masalah, evaluasi alternatif solusi, dan refleksi terhadap konsekuensi merupakan komponen penting dalam menyelesaikan persoalan secara sistematis (Christensen, 2023). Keterbatasan pada aspek tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran yang ada saat ini belum sepenuhnya memberikan pengalaman yang mendorong siswa untuk berpikir secara mendalam dan mempertimbangkan berbagai kemungkinan solusi.

Temuan ini diperkuat oleh hasil analisis korelasi yang menunjukkan adanya hubungan positif antara *computational thinking* dan *environmental citizenship*. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa yang memiliki kemampuan berpikir sistematis cenderung lebih mampu memahami permasalahan lingkungan secara komprehensif dan mengambil keputusan yang bertanggung jawab. Dengan demikian, *computational thinking* dapat dipandang sebagai kerangka kognitif yang berperan dalam menjembatani kesenjangan antara kesadaran dan tindakan ekologis. Sejalan dengan penelitian sebelumnya, pengembangan *computational thinking* pada siswa sekolah dasar memerlukan lingkungan belajar yang menyediakan tantangan, pilihan, dan umpan balik yang memungkinkan siswa mengeksplorasi berbagai alternatif solusi (Giannakoulas & Xinogalos, 2024). Oleh karena itu, integrasi *computational thinking* dalam pembelajaran IPAS perlu dirancang secara sistematis agar mampu mendorong pengambilan keputusan yang berbasis analisis dan refleksi.

C. Keterbatasan *Game* sebagai Media dalam Perspektif *Game Edukatif*

Temuan penelitian menunjukkan bahwa kesiapan siswa terhadap penggunaan game sebagai media pembelajaran tidak memiliki hubungan yang kuat dengan *environmental citizenship*. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan game dalam pembelajaran tidak secara otomatis berkontribusi terhadap pembentukan perilaku ekologis siswa. Dalam perspektif *game edukatif*, efektivitas *game* tidak hanya ditentukan oleh aspek hiburan atau keterlibatan, tetapi juga oleh desain mekanisme pembelajaran yang mampu mendorong pengambilan keputusan, umpan balik, serta refleksi terhadap konsekuensi tindakan (Plass et al., 2015). Oleh karena itu, *game* yang tidak dirancang secara pedagogis cenderung hanya berfungsi sebagai media hiburan tanpa memberikan dampak signifikan terhadap perkembangan kognitif dan perilaku siswa.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa *game* edukasi yang efektif adalah *game* yang mengintegrasikan konteks masalah nyata, sistem konsekuensi, dan proses pengambilan keputusan yang bermakna (Tsai et al., 2025). Dengan demikian, rendahnya hubungan antara *game readiness* dan *environmental citizenship* dapat disebabkan oleh kurangnya desain instruksional yang mengarah pada pembentukan tindakan ekologis.

Implikasinya, pengembangan *game* edukasi dalam pembelajaran IPAS tidak cukup hanya berfokus pada aspek visual dan interaktivitas, tetapi harus mengintegrasikan elemen pedagogis yang mampu menstimulasi berpikir kritis dan pengambilan keputusan siswa.

D. Sintesis Integratif: *Computational Thinking*, *Environmental Citizenship*, dan *Game Edukatif*

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kesenjangan antara kesadaran dan tindakan ekologis siswa tidak dapat diatasi hanya melalui peningkatan pengetahuan, tetapi memerlukan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan aspek kognitif, afektif, dan perilaku secara simultan. Dalam hal ini, *computational thinking* berperan sebagai kerangka kognitif yang memungkinkan siswa menganalisis masalah dan mengevaluasi pilihan, sementara *environmental citizenship* memberikan orientasi nilai dan tanggung jawab terhadap tindakan yang diambil.

Di sisi lain, *game edukatif* menyediakan lingkungan belajar yang kontekstual dan interaktif, di mana siswa dapat berlatih mengambil keputusan dan memahami konsekuensi secara langsung. Integrasi ketiga pendekatan ini menjadi penting karena mampu menghubungkan proses berpikir dengan tindakan nyata dalam konteks yang bermakna.

Dengan demikian, pembelajaran IPAS yang mengintegrasikan *computational thinking*, *environmental citizenship*, dan *game edukatif* memiliki potensi besar untuk mengatasi *knowledge–action gap* dan mendorong terbentuknya perilaku ekologis siswa secara lebih efektif.

E. Implikasi terhadap Pengembangan *Game* Edukasi SainsEco

Berdasarkan temuan penelitian, pengembangan *game* edukasi SainsEco perlu dirancang dengan memperhatikan integrasi antara kemampuan berpikir, pengambilan keputusan, dan konteks ekologis yang nyata. *Game* tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian informasi, tetapi sebagai lingkungan belajar yang memungkinkan siswa mengalami proses berpikir dan bertindak secara langsung.

Fitur utama yang perlu dikembangkan dalam SainsEco meliputi mekanisme pengambilan keputusan berbasis masalah, sistem konsekuensi yang merepresentasikan dampak ekologis, serta umpan balik yang memungkinkan siswa melakukan refleksi terhadap pilihan yang diambil. Selain itu, skenario dalam *game* perlu dirancang kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa agar pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Dengan demikian, SainsEco tidak hanya berperan sebagai media pembelajaran, tetapi sebagai sarana untuk mengembangkan *computational thinking* dan *environmental citizenship* secara terpadu, sehingga mampu menjembatani kesenjangan antara pengetahuan dan tindakan ekologis siswa.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS di sekolah dasar memiliki potensi strategis dalam menumbuhkan kesadaran lingkungan siswa, namun masih terdapat kesenjangan antara pengetahuan dan tindakan ekologis. Siswa cenderung memiliki kesadaran dan sikap peduli lingkungan yang baik, tetapi belum diikuti oleh kemampuan mengambil inisiatif dan keputusan dalam tindakan nyata, sehingga mengindikasikan adanya *knowledge–action gap* dalam pendidikan lingkungan.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa *computational thinking* memiliki peran penting dalam mendukung *environmental citizenship*, yang ditunjukkan melalui hubungan positif antara kemampuan berpikir sistematis dengan perilaku ekologis siswa. Sebaliknya, kesiapan siswa terhadap penggunaan game tidak secara langsung berkontribusi terhadap tindakan ekologis, sehingga menegaskan bahwa efektivitas game sebagai media pembelajaran sangat bergantung pada desain pedagogis yang mampu menstimulasi pengambilan keputusan dan refleksi.

Berdasarkan temuan tersebut, pengembangan game edukasi IPAS seperti SainsEco perlu dirancang secara integratif dengan menggabungkan *computational thinking*, *environmental citizenship*, dan prinsip *game-based learning*. Game tidak hanya berfungsi sebagai media motivasional, tetapi sebagai lingkungan belajar yang memungkinkan siswa menganalisis masalah, mengevaluasi pilihan, dan memahami konsekuensi tindakan dalam konteks ekologis yang bermakna.

Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi antara kemampuan berpikir, nilai lingkungan, dan pengalaman belajar kontekstual menjadi kunci dalam menjembatani kesenjangan antara kesadaran dan tindakan siswa. Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi SainsEco perlu diarahkan pada penyediaan pengalaman belajar berbasis keputusan dan konsekuensi agar mampu membentuk perilaku ekologis siswa secara lebih efektif. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada penggunaan data angket yang bersifat persepsi serta belum menguji implementasi langsung dari media yang dikembangkan. Oleh karena itu, interpretasi hasil perlu mempertimbangkan konteks tersebut.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan dan menguji implementasi SainsEco secara empiris guna mengevaluasi pengaruhnya terhadap peningkatan *computational thinking*, keterlibatan belajar, dan perilaku pro-lingkungan siswa pada berbagai konteks sekolah dasar. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan pembelajaran IPAS yang tidak hanya berorientasi pada pengetahuan, tetapi juga pada pembentukan tindakan ekologis siswa secara nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, E., Fatria, E., Priadi, A., & Wilti, I. R. (2025). 21st Century Environmental Education: A Strategy for Transforming Community Behavior in Facing the Environmental Crisis. *IJIS Edu : Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 7(1), 2025–2039.
- Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, 241(July 2019), 108224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Christensen, D. (2023). Computational Thinking to Learn Environmental Sustainability: A Learning Progression. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 26–44. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10004-1>
- Dubois, E., Farolfi, S., Hafkamp-Ibanez, L., & Roussel, S. (2025). Environmental edutainment games and pro-environmental behavior of primary school students: Evidence from a field experiment. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 119(September). <https://doi.org/10.1016/j.socec.2025.102474>
- Giannakoulas, A., & Xinogalos, S. (2024). Studying the effects of educational games on cultivating computational thinking skills to primary school students: a systematic literature review. In *Journal of Computers in Education* (Vol. 11, Issue 4). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00300-z>
- Gundersen, S. W., & Lampropoulos, G. (2025). Using Serious Games and Digital Games to Improve Students' Computational Thinking and Programming Skills in K-12 Education: A Systematic Literature Review. *Technologies*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/technologies13030113>
- Hadjichambis, A. C., & Paraskeva-Hadjichambi, D. (2020a). *Education for Environmental*

- Citizenship: The Pedagogical Approach*. 237–261. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1_15
- Hadjichambis, A. C., & Paraskeva-Hadjichambi, D. (2020b). Environmental citizenship questionnaire (ECQ): The development and validation of an evaluation instrument for secondary school students. *Sustainability (Switzerland)*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/SU12030821>
- Kakavas, P., & Ugolini, F. C. (2019). Computational thinking in primary education: a systematic literature review. *Research on Education and Media*, 11(2), 64–94. <https://doi.org/10.2478/rem-2019-0023>
- Kurnia Putra, R., Wagino, Desman Koto, R., Purwanto, W., Maksun, H., & Andrizal. (2025). Efektivitas Media Pembelajaran Berbasis Game Dalam Proses Belajar Mengajar. *Jurnal Education and Development*, 13(2), 775–781.
- Larasati, A., & Pratama, R. (2024). Pembelajaran Game-Based Learning dalam Pengajaran Sains untuk Siswa Kelas 2 Sekolah Dasar di Sekolah XYZ Jakarta. *Borneo Journal of Science and Mathematics Education*, 4(June), 88–95.
- Liu, J., & Green, R. J. (2024). Children's pro-environmental behaviour: A systematic review of the literature. *Resources, Conservation and Recycling*, 205(March), 107524. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107524>
- Mohamed, Z., Ubaidullah, N. H., Junus, N. W. M., Angamuthu, K. D., & Ahmad. (2024). Modelling computational thinking with game-based learning among primary school students'. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(6), 4115–4124. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i6.28395>
- Paraskevopoulou-Kollia, E. A., Michalakopoulos, C. A., Zygouris, N. C., & Bagos, P. G. (2025). Computational Thinking in Primary and Pre-School Children: A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, 15(8), 1–20. <https://doi.org/10.3390/educsci15080985>
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Seddighi-khavidak, S., Sanchez, B. N., & Chan, S. S. K. (2026). *Game-Based Learning Enhances Engagement and Comprehension in Undergraduate Architecture and Biology Education*. 1–27.
- Shafarin, A. N., Rosa, E., Nursalman, M., & Putro, L. (2025). *Pengaruh Digital Game-Based Learning terhadap Kemampuan Computational Thinking di Sekolah Kejuruan*. 9, 8314–8326.
- Sovacool, B. K., Iskandarova, M., & Hall, J. (2023). Energy Research & Social Science Industrializing theories : A thematic analysis of conceptual frameworks and typologies for industrial sociotechnical change in a low-carbon future ☆. *Energy Research & Social Science*, 97(January), 102954. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.102954>
- Sunarto, S. (2023). Environmental Literacy and Care Behavior Through Adiwiyata Program at Elementary School. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(3), 3040–3050. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i3.3887>
- Tan, C. K. W., & Nurul-Asna, H. (2023). Serious games for environmental education. *Integrative Conservation*, 2(1), 19–42. <https://doi.org/10.1002/inc3.18>
- Tsai, S. K., Chuang, T. Y., & Lin, Z. J. (2025). Enhancing Environmental Literacy Through Digital Game-Based Learning: A Technology-Integrated Attitude Change Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 17(16), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su17167416>
- Wahyuning, S. (2022). Pembelajaran Ipa Interaktif Dengan Game Based Learning. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 4(2), 1–5. <https://jurnal.uns.ac.id/jsei/index>
- Widiyatmoko, A., & Wulandari, T. D. (2024). *TREN PEMBELAJARAN BERBASIS COMPUTATIONAL THINKING*. 612–623.