Analisis Kebutuhan Media Digital *Science Trail* Terhadap Keterampilan Observasi Siswa pada Pembelajaran Ekosistem di Sekolah Dasar

Surayanah*, Dhiya Nasywa

Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia
*Corresponding author, email: surayanah.fip@um.ac.id

https://doi.org/10.17977/2549-7774.006821

Article history
Submitted: 11 Agustus 2026
Revised: 08 September 2026
Accepted: 10 September 2026
Published: 30 Oktober 2026

Keywords
Analisis Kebutuhan
Ekosistem
Keterampilan Observasi
Media Digital
Science Trail

Abstract
Pembelajaran IPAS tentang ekosistem memerlukan keterampilan observasi untuk memahami hubungan komponen biotik dan abiotik melalui pengamatan langsung. Lingkungan sekolah berpotensi menjadi sumber belajar, tetapi pemanfaatannya belum sistematis dan media tersedia belum memandu pengamatan. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan kebutuhan siswa dan guru terhadap media Digital Science Trail berbasis lingkungan lokal, kondisi pembelajaran dan kesiapan sarana digital, serta proses observasi siswa kelas V berdasarkan informasi guru. Penelitian menggunakan desain deskriptif dengan pendekatan campuran, melibatkan 39 siswa kelas V dan dua guru dari dua sekolah dasar. Siswa mengisi angket kebutuhan media berisi 18 butir dengan skala satu sampai empat, sedangkan masing-masing guru diwawancarai. Data angket dianalisis menggunakan rerata dan kategori, sedangkan wawancara dianalisis melalui reduksi, penyajian, dan penarikan simpulan. Hasil menunjukkan kebutuhan dan harapan siswa terhadap media berkategori sangat tinggi dengan rerata 3,26. Kebutuhan tertinggi mencakup pengamatan langsung objek ekosistem dengan rerata 3,49 serta gambar, petunjuk, dan pertanyaan pemandu dengan rerata 3,36. Kedua guru menghendaki panduan pengamatan; guru SDN 1 juga mensyaratkan media bebas iklan. Karakteristik siswa dan potensi lingkungan lokal berkategori sangat tinggi, masing-masing dengan rerata 3,29 dan 3,28. Kondisi pembelajaran dan kesiapan sarana digital berkategori tinggi, masing-masing dengan rerata 3,00 dan 2,91. Karena kondisi pembelajaran tidak berkategori rendah, kriteria kesenjangan belum terpenuhi secara formal. Guru melaporkan bahwa siswa masih memerlukan bimbingan menggunakan alat bantu, mencatat, membandingkan, dan menyimpulkan hasil pengamatan. Digital Science Trail dapat dikembangkan sebagai pelengkap pembelajaran ekosistem yang menyediakan petunjuk bertahap, pertanyaan pemandu, fitur sederhana, dan akses bebas iklan.

1. Introduction

Belajar Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) tidak cukup berorientasi pada penguasaan fakta dan konsep, tetapi juga perlu mengembangkan keterampilan proses sains, seperti mengamati, mencatat, membandingkan, dan menyimpulkan (Harlen, 2000; Padilla, 1990; Rezba dkk., 1995). Salah satu keterampilan dasar yang perlu dikembangkan adalah keterampilan observasi, yaitu kemampuan melakukan pengamatan secara terarah dan bertujuan untuk memperoleh informasi tentang objek atau fenomena tertentu (Johnston, 2009). Keterampilan ini telah dikaji pada berbagai jenjang pendidikan, mulai dari pendidikan anak usia dini (Sari dkk., 2026), sekolah dasar (Ginting dkk., 2023; Hardi & Rumantir, 2018), hingga sekolah menengah (Khaerani dkk., 2026; Widoretno & Susilo, 2012). Pada materi ekosistem di fase C sekolah dasar, keterampilan observasi menjadi penting karena siswa perlu memahami hubungan antara komponen biotik dan abiotik melalui pengamatan terhadap fenomena nyata, bukan hanya melalui penjelasan guru atau gambar dalam buku.

Pembelajaran di luar kelas merupakan salah satu pendekatan yang berpotensi mengembangkan keterampilan observasi karena memberikan kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi langsung dengan lingkungan. Tinjauan sistematis menunjukkan bahwa pembelajaran di lingkungan luar ruang berdampak positif terhadap aspek belajar, sosial, dan kesehatan siswa (Becker dkk., 2017). Pengalaman belajar yang melibatkan alam juga mendukung proses pembelajaran melalui perhatian, motivasi, dan keterlibatan siswa (Kuo dkk., 2019; Mann dkk., 2022). Sejalan dengan temuan tersebut, tinjauan terhadap penelitian yang dipublikasikan pada 2021–2025 mengidentifikasi inkuiri luar ruang (*outdoor inquiry*) dan pendidikan berbasis tempat (*place-based education*) sebagai strategi yang banyak digunakan dalam pembelajaran sains berbasis alam (Mahmud & Sainorudin, 2025). Dalam konteks sekolah dasar di Indonesia, lingkungan sekolah juga berpotensi dimanfaatkan

© 2026 The Author(s)
This is an Open Access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN: 2549-7774

sebagai sumber belajar untuk membantu siswa mengidentifikasi komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem (Putri & Setiyawati, 2026; Salsabilah & Setiawati, 2026).

Meskipun demikian, pemanfaatan lingkungan sebagai sumber belajar belum selalu dilaksanakan secara sistematis karena keterbatasan waktu, perencanaan pembelajaran, dan pengalaman guru (Lestari dkk., 2026). Padahal, pembelajaran luar kelas berbasis inkuiri dapat mendukung pengembangan keterampilan proses sains, khususnya keterampilan mengamati dan mengomunikasikan hasil pengamatan (Senisum & Edu, 2023; Sunefti dkk., 2026). Kondisi ini menunjukkan bahwa kegiatan pengamatan di lingkungan sekolah perlu dirancang dengan tahapan yang jelas agar siswa tidak sekadar mengeksplorasi lingkungan, tetapi juga mampu mengidentifikasi objek, mencatat karakteristiknya, membandingkan temuan, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang dapat memandu siswa melakukan pengamatan secara terarah, sistematis, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Salah satu alternatif media yang dapat dikembangkan adalah Digital *Science Trail*, yaitu panduan jalur pengamatan digital yang mengarahkan siswa untuk mengunjungi pos-pos pengamatan di lingkungan sekolah. Penggunaan teknologi bergerak berpotensi mendukung kegiatan eksplorasi lingkungan melalui petunjuk dan pertanyaan yang terhubung dengan lokasi tertentu. McClain dan Zimmerman (2016), misalnya, menunjukkan potensi panduan jalur elektronik (*e-Trailguide*) dalam mendorong anak mengamati lingkungan melalui pertanyaan dan petunjuk kontekstual. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran luar ruang juga telah dikaji pada topik keanekaragaman hayati (Eriksson dkk., 2023). Selain itu, tinjauan terhadap 87 penelitian menunjukkan bahwa pengambilan foto dan pencatatan merupakan metode pengumpulan data yang umum digunakan dalam pembelajaran seluler di luar ruang (Stymne, 2020). Namun, pengembangan media digital perlu mempertimbangkan kemudahan penggunaan, kejelasan petunjuk, dan kesesuaian aktivitas dengan karakteristik siswa. Petunjuk yang ringkas dan terstruktur dapat membantu mengurangi beban kognitif yang tidak perlu (Sweller dkk., 2019), sedangkan tahapan aktivitas dapat dirancang dengan mengacu pada kerangka pembelajaran inkuiri (Pedaste dkk., 2015). Dengan demikian, Digital *Science Trail* berpotensi mengintegrasikan pemanfaatan lingkungan lokal, teknologi digital, dan aktivitas observasi dalam pembelajaran ekosistem.

Kajian kebutuhan media IPAS di sekolah dasar selama ini cenderung berfokus pada pengembangan media berupa e-komik, permainan papan, dan multimedia (Hasanah dkk., 2023; Nurhayati dkk., 2020; Priadi dkk., 2026; Pujiana & Wiratsiwi, 2026), sedangkan media digital pada materi ekosistem yang ditemukan dalam penelusuran penulis masih berupa flipbook digital (Aziz dkk., 2026). Berdasarkan penelusuran tersebut, kajian kebutuhan yang secara bersamaan mempertimbangkan media berbasis pos pengamatan, potensi lingkungan lokal, kesiapan sarana digital, dan proses observasi siswa masih perlu diperkuat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan (1) kebutuhan dan harapan siswa serta guru terhadap media *Digital Science Trail* berbasis lingkungan lokal pada materi ekosistem; (2) kondisi pembelajaran, karakteristik siswa, potensi lingkungan, dan kesiapan sarana digital di sekolah; serta (3) proses observasi siswa kelas V berdasarkan informasi dari guru sebagai penguat analisis kebutuhan media. Hasil penelitian diharapkan menjadi landasan empiris bagi pengembangan media *Digital Science Trail* yang kontekstual, sesuai dengan kebutuhan pengguna, dan mendukung pembelajaran ekosistem melalui pengamatan langsung.

2. Method

2.1. Research Design

Penelitian ini merupakan analisis kebutuhan dengan desain deskriptif pendekatan campuran (*mixed methods*) yang menggabungkan data kuantitatif dari angket siswa dengan data kualitatif dari wawancara guru. Pendekatan ini dipilih karena keputusan pengembangan media memerlukan gambaran terukur tentang kebutuhan, kondisi, dan keterampilan siswa sekaligus penjelasan kontekstual dari guru (Sugiyono, 2019). Kerangka analisis mengacu pada konsep kesenjangan antara kondisi nyata dan kondisi yang diharapkan dalam tahap analisis model ADDIE (Branch, 2009).

2.2. Participants and Sampling Technique

Partisipan penelitian terdiri atas 39 siswa kelas V dari SDN 1 Karangtengah (19 siswa) dan SDN 3 Karangtengah (20 siswa), serta dua guru sebagai narasumber wawancara. Pemilihan sekolah didasarkan pada kesesuaian dengan fokus penelitian, yaitu pengembangan media Digital *Science Trail* berbasis lingkungan lokal untuk mengembangkan keterampilan observasi siswa pada materi ekosistem. Siswa kelas V dipilih karena mempelajari hubungan antara komponen biotik dan abiotik dalam pembelajaran IPAS.

2.3. Instruments and Measuring Tools

Data dikumpulkan dengan dua instrumen, yaitu angket analisis kebutuhan media dan pedoman wawancara guru. Angket kebutuhan terdiri atas 18 butir yang dikelompokkan ke dalam lima indikator, yaitu kondisi pembelajaran saat ini, kebutuhan dan harapan terhadap media, karakteristik dan kesiapan siswa, potensi lingkungan lokal, serta kesiapan sarana dan teknologi digital (Tabel 1). Pengelompokan butir ditetapkan

© 2026 The Author(s)
This is an Open Access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN: 2549-7774

peneliti dan setiap kelompok dirujuk pada satu sumber yang menjadi dasar indikatornya. Contoh butir: "Saya membutuhkan media belajar yang mengajak saya mengamati objek ekosistem secara langsung." Butir diskor 1–4 (Tidak Setuju sampai Sangat Setuju).

Pedoman wawancara guru terdiri atas 17 pertanyaan tentang kebutuhan media dan 12 pertanyaan tentang proses observasi siswa. Pertanyaan tentang proses observasi mengacu pada indikator keterampilan observasi, yaitu menggunakan panca indera, menggunakan alat bantu pengamatan, mengidentifikasi ciri dan detail objek, mencatat hasil pengamatan, membandingkan persamaan dan perbedaan, serta menghubungkan hasil pengamatan dengan konsep ekosistem dan mengomunikasikannya, yang disusun berdasarkan konsep keterampilan proses sains dan keterampilan observasi (Harlen, 2000; Padilla, 1990; Rezba dkk., 1995; Rustaman dkk., 2005) serta penelitian terdahulu (Ginting dkk., 2023; Hardi & Rumantir, 2018; Khaerani dkk., 2026; Sari dkk., 2026; Widoretno & Susilo, 2012). Data wawancara dianalisis secara deskriptif kualitatif tanpa skor.

Angket menggunakan skala Likert (Likert, 1932; Sugiyono, 2019) yang dimodifikasi menjadi empat pilihan jawaban tanpa kategori tengah (Hadi, 1991; Garland, 1991).

Tabel 1. Indikator angket kebutuhan beserta rujukannya

Indikator	Nomor butir	Rujukan indikator
Kondisi pembelajaran saat ini	1, 2, 4	Branch (2009)
Kebutuhan dan harapan terhadap media	3, 5, 6, 9, 12, 16, 17, 18	Sugiyono (2019)
Karakteristik dan kesiapan siswa	7, 8	Branch (2009)
Potensi lingkungan lokal	10, 11	Primary Science Teaching Trust (n.d.)
Kesiapan sarana dan teknologi digital	13, 14, 15	Eriksson dkk. (2023)

2.4. Research Procedure

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu (1) mengajukan izin penelitian kepada sekolah, (2) meminta siswa mengisi angket kebutuhan media di kelas, serta (3) melakukan wawancara dengan satu guru dari masing-masing sekolah. Pada tahap ini, siswa belum mengikuti kegiatan Digital *Science Trail* secara langsung. Oleh karena itu, gambaran awal mengenai proses observasi siswa dalam pembelajaran ekosistem diperoleh dari wawancara guru sebagai penguat hasil angket kebutuhan, bukan dari pengukuran keterampilan setelah siswa mengikuti kegiatan science trail. Pengisian angket dilaksanakan sebelum wawancara guru, sedangkan wawancara dicatat atau direkam atas persetujuan narasumber dan selanjutnya diringkas oleh peneliti.

2.5. Data Analysis Strategy

Skor setiap indikator dihitung sebagai jumlah skor seluruh responden pada butir indikator dibagi hasil kali jumlah butir dan jumlah responden (Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara, 2004). Rerata dikonversi menjadi persentase dengan mengalikannya 25 karena skor maksimum 4 (Sudijono, 2010), kemudian diinterpretasikan ke dalam empat kategori (Tabel 2) yang mengikuti interval skala 1–4 pada Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara (2004); penamaan kategori ditetapkan peneliti. Data dihitung per sekolah dan digabung dari kedua sekolah (bukan rerata dari dua rerata sekolah). Butir angket kebutuhan tidak seluruhnya searah: skor tinggi pada butir kondisi pembelajaran berarti kondisi sudah memadai, sedangkan pada kelompok lain berarti kebutuhan atau kesiapan tinggi. Media dinyatakan dibutuhkan dan layak dikembangkan apabila kebutuhan dan harapan berkategori tinggi atau sangat tinggi (rerata ≥ 2,51), karakteristik siswa, potensi lingkungan, dan kesiapan sarana masing-masing berkategori tinggi atau sangat tinggi, serta kondisi pembelajaran saat ini berkategori rendah atau sangat rendah (rerata ≤ 2,50); kriteria ini ditetapkan peneliti dengan merujuk pada konsep kesenjangan (Branch, 2009). Data wawancara dianalisis melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan simpulan (Miles & Huberman, 1994) dan dipakai untuk menjelaskan serta memperkuat hasil angket (Patton, 1999).

Tabel 2. Kriteria interpretasi skor rerata angket kebutuhan

Level	Rerata	Persentase	Kategori angket kebutuhan
4	3,26–4,00	81,26–100%	Sangat Tinggi
3	2,51–3,25	62,51–81,25%	Tinggi
2	1,76–2,50	43,76–62,50%	Rendah
1	1,00–1,75	25,00–43,75%	Sangat Rendah

© 2026 The Author(s)
This is an Open Access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN: 2549-7774

3. Result and Discussion

3.1. Result

3.1.1. Kebutuhan dan harapan siswa serta guru terhadap media

Hasil angket menunjukkan bahwa kebutuhan dan harapan siswa terhadap media Digital *Science Trail* berkategori sangat tinggi pada data gabungan (rerata 3,26; 81,6%), dengan nilai lebih tinggi di SDN 3 Karangtengah (3,48, sangat tinggi) daripada SDN 1 Karangtengah (3,04, tinggi). Siswa membutuhkan media yang mengajak mengamati objek ekosistem secara langsung dan dilengkapi gambar, petunjuk, serta pertanyaan pemandu. Tabel 3 menyajikan hasil angket kebutuhan pada seluruh indikator.

Tabel 3. Hasil angket kebutuhan media per indikator

Indikator	SDN 1 Karangtengah		SDN 3 Karangtengah		Gabungan	
	Rerata	Kategori	Rerata	Kategori	Rerata	Kategori
Kondisi pembelajaran saat ini	3,32	Sangat Tinggi	2,70	Tinggi	3,00	Tinggi
Kebutuhan dan harapan terhadap media	3,04	Tinggi	3,48	Sangat Tinggi	3,26	Sangat Tinggi
Karakteristik dan kesiapan siswa	3,26	Sangat Tinggi	3,33	Sangat Tinggi	3,29	Sangat Tinggi
Potensi lingkungan lokal	3,29	Sangat Tinggi	3,28	Sangat Tinggi	3,28	Sangat Tinggi
Kesiapan sarana dan teknologi digital	2,89	Tinggi	2,92	Tinggi	2,91	Tinggi

Pada tingkat butir, kebutuhan tertinggi ditemukan pada pernyataan bahwa siswa membutuhkan media yang mengajak mengamati objek ekosistem secara langsung (3,49) dan ingin media dilengkapi gambar, petunjuk, dan pertanyaan pemandu (3,36). Siswa juga menginginkan pos-pos dengan tugas berbeda (3,28) serta fitur untuk mencatat hasil pengamatan dan memotret objek pada media digital (3,18). Di SDN 1 Karangtengah, keinginan mencatat dan memotret objek pada media digital termasuk skor terendah (2,74).

Dari sisi guru, wawancara pada kedua sekolah menunjukkan kebutuhan akan media digital yang mudah digunakan dan memuat pertanyaan pemandu agar siswa lebih terarah saat mengamati (Tabel 4). Guru SDN 1 Karangtengah menambahkan bahwa media sebaiknya menarik, memuat gambar objek di sekitar sekolah dan petunjuk pengamatan, serta bebas iklan; fitur lain dapat disesuaikan dengan keinginan siswa selama tanpa iklan. Guru SDN 3 Karangtengah mengharapkan media yang objektif, memberi petunjuk pengamatan secara bertahap, membantu siswa mencatat hasil pengamatan, dan memudahkan siswa memahami hubungan antarkomponen ekosistem melalui lingkungan lokal.

3.1.2. Kondisi pembelajaran, karakteristik siswa, potensi lingkungan, dan kesiapan sarana

Kondisi pembelajaran saat ini berkategori tinggi pada data gabungan (3,00); nilainya sangat tinggi di SDN 1 Karangtengah (3,32) dan tinggi di SDN 3 Karangtengah (2,70). Karakteristik dan kesiapan siswa (3,29) serta potensi lingkungan lokal (3,28) berkategori sangat tinggi di kedua sekolah. Kesiapan sarana dan teknologi digital berkategori tinggi (2,91) tetapi menjadi indikator dengan rerata terendah.

Pada tingkat butir, siswa sangat senang belajar di luar kelas (3,44). Skor terendah terdapat pada pengalaman belajar ekosistem dengan mengamati langsung makhluk hidup di sekitar sekolah (2,85), yang lebih tinggi di SDN 1 (3,21) daripada di SDN 3 (2,50, tepat pada batas kategori rendah). Pada kesiapan sarana, skor rendah terdapat pada kemampuan menggunakan perangkat digital di sekolah (2,90), mengoperasikannya untuk membuka petunjuk, memotret, dan mengisi catatan (2,90), serta mengakses internet (2,92). Di SDN 1, skor tertinggi terdapat pada keberadaan tumbuhan dan hewan yang dapat diamati di sekitar sekolah atau rumah (3,42), sedangkan akses internet atau tautan pembelajaran termasuk terendah (2,74).

Wawancara guru melengkapi gambaran tersebut. Guru SDN 1 Karangtengah sudah mengajak siswa keluar kelas untuk mengamati ekosistem di lingkungan sekolah dan meminta siswa menuliskan langsung hasil pengamatannya. Media digital yang dipakai hanya Google Classroom; media digital lain tidak digunakan karena memuat iklan dan dinilai tidak layak untuk pembelajaran. Siswa menggunakan media digital terutama di rumah, sedangkan perangkat di sekolah yang disebutkan guru adalah LCD. Lingkungan sekolah memiliki kolam ikan dan beragam tumbuhan hijau, dan hambatan utama pengamatan luar kelas adalah hujan. Guru menilai kemampuannya menggunakan media digital baik. Di SDN 3 Karangtengah, pembelajaran ekosistem dilakukan melalui penjelasan guru, buku pelajaran, tanya jawab, dan pengamatan lingkungan sekitar sekolah dengan

© 2026 The Author(s)
This is an Open Access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN: 2549-7774

media berupa buku pelajaran dan gambar; media digital terbatas pada LCD, dan halaman, tanaman, serta area hijau di sekitar sekolah menjadi sumber belajar.

3.1.3. Proses observasi siswa berdasarkan wawancara guru

Wawancara guru menunjukkan bahwa proses observasi siswa masih memerlukan bimbingan sehingga siswa membutuhkan media yang memandu pengamatan. Temuan wawancara pada kedua sekolah dirangkum pada Tabel 4, dan temuan ini berfungsi memperkuat hasil angket kebutuhan.

Mengenai keterampilan observasi, guru SDN 1 menyatakan bahwa kemampuan siswa beragam. Siswa mudah mengenali objek yang mudah diamati seperti warna daun dan bentuk tumbuhan, tetapi sebagian masih perlu diarahkan agar lebih teliti, mencatat secara lengkap, membandingkan objek secara sistematis, dan menghubungkan hasil pengamatan dengan konsep ekosistem seperti hubungan biotik–abiotik, peran makhluk hidup, dan rantai makanan. Siswa juga masih perlu bimbingan dalam memanfaatkan alat bantu serta dalam menyusun kesimpulan dari seluruh temuan. Kesulitan utama siswa pada materi ekosistem menurut guru adalah memahami hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya.

Guru SDN 3 Karangtengah menyatakan bahwa siswa perlu dibimbing menggunakan pancaindra secara aman, dilatih mencatat nama, warna, bentuk, ukuran, jumlah, dan kondisi objek, serta dibimbing membandingkan persamaan dan perbedaan objek dan menghubungkan hasil pengamatan dengan komponen biotik dan abiotik; hasil pengamatan dapat disampaikan secara lisan maupun tertulis. Guru kedua sekolah sependapat bahwa siswa memerlukan pertanyaan pemandu serta bimbingan dalam mencatat, membandingkan, dan menghubungkan hasil pengamatan dengan konsep ekosistem.

Tabel 4. Ringkasan temuan wawancara guru

Tema	SDN 1 Karangtengah	SDN 3 Karangtengah
Pelaksanaan pembelajaran	Siswa diajak keluar kelas mengamati ekosistem dan menuliskan langsung hasil pengamatan; kegiatan sesuai untuk mengenal komponen ekosistem, tetapi analisis hubungan biotik–abiotik perlu diperkuat	Pembelajaran IPAS materi ekosistem dilakukan melalui penjelasan guru, buku pelajaran, tanya jawab, dan kegiatan pengamatan lingkungan sekitar sekolah.
Media dan sarana	Google Classroom dan LCD; media digital lain tidak dipakai karena terdapat iklan; siswa memakai media digital di rumah	Media yang digunakan berupa buku pelajaran, gambar, dan lingkungan sekitar sekolah sebagai sumber belajar. Penggunaan media digital berupa LCD.
Kebutuhan media	Media mudah digunakan, menarik, bebas iklan, memuat gambar objek sekitar, petunjuk pengamatan, dan pertanyaan pemandu	Diperlukan media digital yang mudah dan objektif dan fitur pertanyaan pemandu agar siswa lebih terarah saat melakukan pengamatan.
Minat dan respons siswa	Siswa suka belajar di luar kelas dan lebih tertarik pada objek nyata; membutuhkan media visual dan petunjuk yang jelas	Siswa dapat diberikan kegiatan pengamatan yang menarik dan bertahap dengan bantuan media visual.
Potensi lingkungan dan kendala	Kolam ikan dan beragam tumbuhan hijau; kendala berupa hujan yang menghambat pengamatan langsung	Lingkungan sekitar sekolah menjadi sumber belajar, misalnya halaman, tanaman, dan area hijau
Penggunaan indra dan alat bantu	Indra penglihatan paling dominan; keselamatan diarahkan guru; siswa perlu petunjuk jelas dalam memakai alat bantu dan fitur digital	Siswa perlu dibimbing menggunakan pancaindra untuk mengidentifikasi ciri objek secara aman.
Mencatat dan membandingkan	Siswa perlu dibiasakan mencatat terstruktur (nama objek, ciri, kondisi lingkungan); perbandingan sistematis memerlukan pertanyaan pemandu, contoh, dan tabel pengamatan	Siswa perlu dilatih mencatat nama, warna, bentuk, ukuran, jumlah, dan kondisi objek. Siswa juga perlu dibimbing membandingkan persamaan dan perbedaan objek berdasarkan hasil pengamatan.
Menghubungkan dan menyimpulkan	Siswa mulai mengenali makhluk hidup dan benda tak hidup; hubungan biotik–abiotik, peran, rantai makanan, dan penyusunan kesimpulan perlu dibimbing	Siswa perlu dibimbing menghubungkan hasil pengamatan dengan komponen biotik dan abiotik serta menjelaskan hubungan antarkomponen dalam ekosistem. Hasil pengamatan dapat disampaikan secara lisan maupun tertulis.
Harapan terhadap media	Fitur apa saja boleh, terpenting tanpa iklan; bentuk pos bebas sesuai keinginan siswa	Media Digital Science Trail diharapkan dapat memberikan petunjuk pengamatan secara bertahap, membantu siswa mencatat hasil pengamatan, serta memudahkan siswa memahami hubungan antarkomponen ekosistem melalui lingkungan lokal.

© 2026 The Author(s)
This is an Open Access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN: 2549-7774

3.1.4. Keputusan kebutuhan pengembangan

Syarat kebutuhan dan harapan tinggi terpenuhi di kedua sekolah dan pada data gabungan; demikian pula syarat karakteristik siswa, potensi lingkungan, dan kesiapan sarana. Syarat kondisi pembelajaran saat ini yang berkategori rendah tidak terpenuhi, baik pada data gabungan (3,00, tinggi) maupun di SDN 1 (3,32, sangat tinggi) dan SDN 3 (2,70, tinggi). Pedoman tidak mengatur keputusan bila syarat tersebut tidak terpenuhi, sehingga hasilnya dilabeli "belum memenuhi kriteria kebutuhan" secara formal dan ditafsirkan lebih lanjut pada bagian pembahasan.

3.2. Discussion

Kebutuhan dan harapan terhadap media yang sangat tinggi sejalan dengan temuan analisis kebutuhan lain pada IPAS, yaitu siswa dan guru menginginkan media visual dan digital yang dapat digunakan secara mandiri dan meningkatkan keaktifan (Hasanah dkk., 2023; Nurhayati dkk., 2020; Priadi dkk., 2026; Pujiana & Wiratsiwi, 2026). Bentuk harapan siswa pada penelitian ini lebih spesifik: media yang mengajak mengamati objek langsung (3,49), pos-pos dengan tugas berbeda (3,28), serta fitur untuk mencatat dan memotret objek (3,18). Harapan tersebut sesuai dengan fungsi panduan jalur digital yang memicu pengamatan melalui pertanyaan dan petunjuk khas tempat (McClain & Zimmerman, 2016) dan dengan kecenderungan penggunaan foto dan catatan dalam pembelajaran seluler luar ruang (Stymne, 2020). Guru di kedua sekolah mengharapkan media dengan petunjuk pengamatan bertahap dan pertanyaan pemandu, dan guru SDN 1 menambahkan syarat bebas iklan; harapan ini melengkapi harapan siswa dari sisi desain.

Temuan yang paling menarik adalah bahwa kondisi pembelajaran saat ini tidak berkategori rendah (3,00), sehingga secara formal syarat kesenjangan belum terpenuhi. Namun, rerata indikator ini menyembunyikan kesenjangan yang lebih spesifik. Butir tentang pengalaman mengamati langsung makhluk hidup di sekitar sekolah adalah yang terendah (2,85) dan berada pada batas kategori rendah di SDN 3. Wawancara guru SDN 1 memperlihatkan bahwa kegiatan mengamati sudah dilakukan, tetapi dalam bentuk menuliskan hasil secara langsung tanpa panduan khusus, siswa masih perlu diarahkan untuk menganalisis hubungan biotik–abiotik, dan media digital yang ada terbatas pada Google Classroom. Gambaran ini konsisten dengan temuan bahwa pemanfaatan lingkungan sekolah oleh guru belum sistematis (Lestari dkk., 2026) dan keterlibatan siswa pada materi ekosistem bervariasi (Mufti dkk., 2026). Dengan demikian, kebutuhan Digital *Science Trail* lebih tepat dipahami sebagai kebutuhan akan panduan pengamatan yang terstruktur, bukan sebagai pengganti pembelajaran yang sudah ada.

Potensi lingkungan dan karakteristik siswa menjadi modal yang kuat. Skor potensi lingkungan sangat tinggi di kedua sekolah, guru menyebut kolam ikan dan beragam tumbuhan, dan siswa sangat menyukai belajar di luar kelas (3,44). Hal ini sejalan dengan bukti bahwa pembelajaran luar kelas bermanfaat bagi belajar siswa (Becker dkk., 2017; Kuo dkk., 2019; Mann dkk., 2022) dan bahwa lingkungan sekolah dapat menjadi sumber belajar ekosistem (Putri & Setiyawati, 2026; Salsabilah & Setiawati, 2026). Kendala hujan yang dikemukakan guru menunjukkan bahwa rancangan pos perlu memperhitungkan alternatif kegiatan, misalnya pos di area beratap atau penggunaan foto hasil pengamatan untuk dilanjutkan di kelas.

Kesiapan sarana berkategori tinggi tetapi paling rendah di antara semua indikator (2,91), dengan skor terendah pada kemampuan siswa mengoperasikan perangkat untuk membuka petunjuk, memotret, dan mengisi catatan (2,90) serta mengakses internet (2,92). Guru SDN 1 menyebut bahwa siswa memakai media digital terutama di rumah dan hanya LCD yang tersedia di sekolah, serta menolak media beriklan. Temuan ini mengimplikasikan bahwa fitur Digital *Science Trail* perlu sederhana, bebas iklan, dan dapat dipakai berkelompok. Pertimbangan beban kognitif (Sweller dkk., 2019) mendukung penyajian petunjuk yang ringkas dan bertahap, sementara kajian aplikasi sains menunjukkan bahwa kualitas desain sangat menentukan manfaat teknologi (Zydney & Warner, 2016).

Pada proses observasi, wawancara guru kedua sekolah memperlihatkan bahwa siswa mudah mengenali ciri yang tampak jelas, seperti warna daun dan bentuk tumbuhan, tetapi pengamatan yang teliti, pencatatan lengkap, perbandingan sistematis, penggunaan alat bantu, penghubungan dengan konsep ekosistem, dan penyusunan kesimpulan masih perlu bimbingan. Temuan ini memperkuat hasil angket kebutuhan bahwa siswa menginginkan media yang mengajak mengamati objek langsung (3,49) dan dilengkapi petunjuk serta pertanyaan pemandu (3,36). Pola ini masuk akal karena keterampilan observasi menuntut pengamatan yang terarah dan bertujuan, bukan sekadar melihat (Johnston, 2009). Guru SDN 3 menekankan perlunya melatih siswa mencatat nama, warna, bentuk, ukuran, jumlah, dan kondisi objek serta membandingkannya, sedangkan guru SDN 1 menekankan perlunya tabel pengamatan, contoh, dan pertanyaan pemandu agar perbandingan dilakukan secara sistematis. Karena keterampilan observasi berkaitan dengan hasil belajar siswa sekolah dasar (Senisum & Edu, 2023) dan pembelajaran luar kelas berbasis inkuiri dilaporkan memperkuat keterampilan proses sains seperti mengamati dan mengomunikasikan (Sunefti dkk., 2026), media yang dikembangkan sebaiknya menyediakan pertanyaan pemandu, tabel catatan, dan tugas membandingkan pada setiap pos dengan alur yang mengikuti fase inkuiri (Pedaste dkk., 2015). Karena gambaran proses observasi ini berasal dari

© 2026 The Author(s)
This is an Open Access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN: 2549-7774

wawancara satu guru pada setiap sekolah, temuan tersebut perlu dikonfirmasi melalui sumber data lain (Patton, 1999).

3.3. Implication

Secara praktis, hasil ini menunjukkan bahwa pengembangan Digital *Science Trail* sebaiknya diarahkan pada panduan pengamatan yang terstruktur (petunjuk pos, pertanyaan pemandu, kolom catatan dan foto, serta tugas membandingkan objek), bukan pada penyajian materi tambahan. Media perlu bebas iklan, ringan dioperasikan, dan memungkinkan penggunaan berkelompok agar sesuai dengan sarana sekolah. Secara teoretis, penelitian ini menunjukkan bahwa analisis kebutuhan media luar kelas perlu memadukan angket siswa dan wawancara guru, karena rerata kondisi pembelajaran yang tinggi dapat menutupi kesenjangan pada kegiatan pengamatan terpandu. Bagi sekolah dan pembuat kebijakan, hasil ini menegaskan perlunya dukungan pelatihan guru dalam merancang pembelajaran luar kelas yang sistematis dan dalam memanfaatkan perangkat digital di sekolah.

3.4. Limitation

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah sekolah dan siswa kecil sehingga hasil tidak dapat digeneralisasi. Wawancara hanya mencakup satu guru dari masing-masing sekolah, angket bersifat laporan diri, dan proses observasi siswa hanya digambarkan melalui wawancara guru tanpa pengamatan langsung. Skala empat pilihan tanpa titik tengah dapat diterima dalam penelitian pendidikan (Matell & Jacoby, 1971; Tsang, 2012), tetapi skala lima poin dilaporkan lebih reliabel pada siswa sekolah dasar (Adelson & McCoach, 2010). Kriteria keputusan kebutuhan ditetapkan peneliti dan tidak mengatur kasus ketika syarat kondisi pembelajaran tidak terpenuhi. Penelitian lanjutan dapat menguji media yang dikembangkan.

4. Conclusion

Pertama, kebutuhan dan harapan siswa terhadap media berkategori sangat tinggi, terutama pada media yang mengajak mengamati objek ekosistem secara langsung serta dilengkapi gambar, petunjuk, dan pertanyaan pemandu; guru menghendaki media yang mudah digunakan, memuat pertanyaan pemandu dan petunjuk pengamatan, serta bebas iklan. Kedua, karakteristik siswa dan potensi lingkungan lokal berkategori sangat tinggi, kesiapan sarana digital berkategori tinggi tetapi paling rendah di antara indikator lain, dan kondisi pembelajaran saat ini tidak berkategori rendah sehingga kriteria kesenjangan belum terpenuhi secara formal; kesenjangan nyata ditemukan pada pengamatan langsung yang terpandu dan ketersediaan petunjuk pengamatan dalam media. Ketiga, wawancara guru menunjukkan bahwa proses observasi siswa masih memerlukan bimbingan pada penggunaan alat bantu, pencatatan, perbandingan, dan penyusunan kesimpulan. Digital Science Trail berbasis lingkungan lokal karena itu layak dikembangkan sebagai pelengkap pembelajaran yang memandu pengamatan, pencatatan, dan perbandingan, dengan fitur sederhana dan bebas iklan. Pengembangan selanjutnya perlu menguji validitas, kepraktisan, dan keefektifan media pada keterampilan observasi siswa.

Author Contributions

Sesuaikan dengan peran credit masing-masing penulis, misalnya: Conceptualization, Methodology, Investigation, Formal analysis, Writing – original draft, Supervision. All authors have read and approved the final manuscript.

Funding

No funding support was received.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Data Availability

The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Declaration on AI Use

Draf naskah ini disusun dengan bantuan asisten AI (Claude, Anthropic) dari data dan template yang disediakan penulis. Jelaskan bahwa AI hanya membantu keterbacaan dan bahasa di bawah pengawasan penulis dan bahwa penulis memeriksa serta bertanggung jawab atas seluruh data, analisis, dan simpulan, sesuai ketentuan jurnal.

© 2026 The Author(s)
This is an Open Access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN: 2549-7774

Acknowledgement

Ucapan terima kasih kepada sekolah, guru, dan siswa yang terlibat dalam penelitian ini. Tambahkan pembimbing atau pihak lain bila ada.

References

Adelson, J. L., & McCoach, D. B. (2010). Measuring the mathematical attitudes of elementary students: The effects of a 4-point or 5-point Likert-type scale. *Educational and Psychological Measurement, 70*(5), 796–807. https://doi.org/10.1177/0013164410366694

Aziz, R. A., Fatimah, I. D., & Wiratsiwi, W. (2026). Pengembangan media flipbook digital interaktif pada materi ekosistem untuk pembelajaran IPAS siswa kelas V sekolah dasar. *JGK (Jurnal Guru Kita), 10*(3). https://doi.org/10.24114/jgk.v10.i3.74041

Becker, C., Lauterbach, G., Spengler, S., Dettweiler, U., & Mess, F. (2017). Effects of regular classes in outdoor education settings: A systematic review on students' learning, social and health dimensions. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 14*(5), 485. https://doi.org/10.3390/ijerph14050485

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.

Crompton, H., Burke, D., & Gregory, K. H. (2017). The use of mobile learning in PK-12 education: A systematic review. *Computers & Education, 110*, 51–63. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.013

Eriksson, dkk. (2023). Technology-mediated outdoor learning for primary school student teachers: Focusing on biodiversity. *Journal of Computer Assisted Learning*. https://doi.org/10.1111/jcal.12841

Fadilla, F., & Fitriyeni. (2024). Implementasi Kurikulum Merdeka pada pembelajaran IPAS di sekolah dasar. *Didaktika: Jurnal Kependidikan, 13*(4), 4357–4366. https://doi.org/10.58230/27454312.1243

Fitri, N. A., & Zainil, M. (2025). Literature review: Implementasi Kurikulum Merdeka dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Matematika, 3*(3), 356–364. https://doi.org/10.61132/arjuna.v3i3.1988

Garland, R. (1991). The mid-point on a rating scale: Is it desirable? *Marketing Bulletin, 2*, 66–70.

Ginting, B., Limiansih, K., & Hadiyanti, A. H. D. (2023). Science process skills analysis of Class IV students of Kanisius Sengkan Yogyakarta Elementary School in science learning content. *JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA), 8*(2), 73–79. https://doi.org/10.26740/jppipa.v8n2.p73-79

Hadi, S. (1991). *Analisis butir untuk instrumen angket, tes dan skala nilai dengan BASICA*. Andi Offset.

Hardi, O. S., & Rumantir, K. (2018). Keterampilan mengobservasi siswa sekolah dasar dalam pembelajaran IPS. *Spatial: Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi, 18*(2), 77–83.

Harlen, W. (2000). *The teaching of science in primary schools* (3rd ed.). David Fulton Publishers.

Hasanah, U., Astra, I. M., & Sumantri, M. S. (2023). Exploring the need for using science learning multimedia to improve critical thinking elementary school students: Teacher perception. *International Journal of Instruction, 16*(1), 417–440. https://e-iji.net/ats/index.php/pub/article/view/199

Johnston, J. (2009). What does the skill of observation look like in young children? *International Journal of Science Education, 31*(18), 2511–2525. https://doi.org/10.1080/09500690802644637

Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara. (2004). *Keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor KEP/25/M.PAN/2/2004 tentang Pedoman Umum Penyusunan Indeks Kepuasan Masyarakat Unit Pelayanan Instansi Pemerintah*. Kementerian PAN.

Khaerani, M., Tawil, M., & Samputri, S. (2026). Analisis keterampilan observasi peserta didik kelas VIII SMPN 13 Makassar. *Journal of Banua Science Education, 7*(1), 153–161. https://jbse.ulm.ac.id/index.php/JBSE

Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. (2019). Do experiences with nature promote learning? Converging evidence of a cause-and-effect relationship. *Frontiers in Psychology, 10*, 305. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00305

Lestari, N., Chan, F., & Pamela, I. S. (2026). Pemanfaatan lingkungan sekolah oleh guru sebagai pembelajaran nyata materi ekosistem mata pelajaran IPAS kelas V SD. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11*(1), 81–92. https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/41961

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology, 22*(140), 1–55.

Mahmud, S. N. D., & Sainorudin, M. H. (2025). What works outdoors? A systematic literature review of nature-based instruction in science education. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, 14*(4), 874–896. https://doi.org/10.6007/IJARPED/v14-i4/26729

Mann, J., Gray, T., Truong, S., Brymer, E., Passy, R., Ho, S., Sahlberg, P., Ward, K., Bentsen, P., Curry, C., & Cowper, R. (2022). Getting out of the classroom and into nature: A systematic review of nature-specific outdoor learning on school children's learning and development. *Frontiers in Public Health, 10*, 877058. https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.877058

Matell, M. S., & Jacoby, J. (1971). Is there an optimal number of alternatives for Likert scale items? Study I: Reliability and validity. *Educational and Psychological Measurement, 31*(3), 657–674.

McClain, L. R., & Zimmerman, H. T. (2016). Technology-mediated engagement with nature: Sensory and social engagement with the outdoors supported through an e-Trailguide. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement, 6*(4), 385–399. https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1148827

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage Publications.

Mufti, S. A., Surya, B. I., Widyanto, R. G., Shoumi, F. P., & Ana, N. (2026). Analisis interaksi guru dan siswa dalam pembelajaran IPA materi ekosistem fase C di SDN 01 Tegalontar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11*(2), 213–222. https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/56190

© 2026 The Author(s)
This is an Open Access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN: 2549-7774

Nurhayati, S., Suryani, N., & Suharno. (2020). Need analysis of audio-visual media development to teach science materials for young learners. *Journal of Educational Technology & Online Learning, 3*(2), 152–167. https://doi.org/10.31681/jetol.672104

Padilla, M. J. (1990). The science process skills. *Research Matters—to the Science Teacher*, No. 9004. National Association for Research in Science Teaching.

Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. *Health Services Research, 34*(5 Pt 2), 1189–1208.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review, 14*, 47–61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Primary Science Teaching Trust. (n.d.). *Let's go! Science trails*. https://pstt.org.uk/resources/lets-go-science-trails/

Priadi, A., Valianti, R. M., & Sumilasari, N. (2026). Analisis kebutuhan pengembangan e-komik IPAS berbasis problem based learning pada materi kebutuhan manusia di kelas III sekolah dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11*(3), 224–235. https://doi.org/10.23969/jp.v11i03.67465

Pujiana, E. A. N., & Wiratsiwi, W. (2026). Analisis kebutuhan media board game dalam pembelajaran IPAS untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas IV sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 14*(8), 1960–1970. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/79792

Putri, D. N. S., & Setiyawati, E. (2026). Implementasi pembelajaran IPA berbasis alam pada siswa Sekolah Dasar Alam Al-Izzah Krian. *Elementary School, 13*(2), 515–525. https://es.upy.ac.id/index.php/es/article/view/4713

Rezba, R. J., Sprague, C. R., McDonnell, J. R., & Fiel, R. L. (1995). *Learning and assessing science process skills* (3rd ed.). Kendall/Hunt Publishing.

Rustaman, N. Y., dkk. (2005). *Strategi belajar mengajar biologi*. Universitas Negeri Malang Press.

Salsabilah, L. F., & Setiawati, E. (2026). Analisis pembelajaran IPA pada materi abiotik dan biotik melalui pemanfaatan lingkungan sekitar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 11*(2), 217–238. https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/47575

Sari, N., Kisai, A. A., & Syarifudin, A. (2026). Improving science observation skills through "Nature Hunt Guided Inquiry" in children aged 4–5 years. *Al-Athfaal: Jurnal Ilmiah Pendidikan Anak Usia Dini, 9*(1). https://doi.org/10.24042/al-athfaal.v91.31577

Senisum, M., & Edu, A. L. (2023). Enhancing observation and questioning skills in rural science education. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9*(12), 11855–11861. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.5796

Stymne, J. (2020). Mobile learning in outdoor settings: A systematic review. In I. Arnedillo Sánchez, P. Isaías, & B. Bontchev (Eds.), *Proceedings of the IADIS International Conference Mobile Learning 2020* (pp. 63–70). IADIS Press.

Sudijono, A. (2010). *Pengantar statistik pendidikan*. Rajawali Pers.

Sugiyono. (2019). *Metode penelitian & pengembangan (research and development/R&D)*. Alfabeta.

Sunefti, A., Sukma, E., & Kharisma, I. (2026). Kajian literatur outdoor learning berbasis inkuiri dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa sekolah dasar. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang, 12*(2), 209–221. https://doi.org/10.36989/didaktik.v12i02.12811

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review, 31*(2), 261–292. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5

Tsang, K. K. (2012). The use of midpoint on Likert scale: The implications for educational research. *Hong Kong Teachers' Centre Journal, 11*, 121–130.

Widoretno, S., & Susilo, H. (2012). Perbedaan keterampilan mengobservasi dan menyusun hipotesis siswa kelas VIII SMP Negeri 26 Surakarta sebagai efek penggunaan strategi pembelajaran guided inquiry pada materi fotosintesis. Dalam *Prosiding Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS* (hlm. 286–297). Universitas Sebelas Maret.

Zahra, N. U. (2024). Tranformasi pembelajaran IPAS di sekolah dasar melalui Kurikulum Merdeka: Tantangan dan peluang. *JPDI (Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia), 9*(3), 157–160. https://doi.org/10.26737/jpdi.v9i3.6105

Zydney, J. M., & Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education, 94*, 1–17. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.001

© 2026 The Author(s)
This is an Open Access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License
ISSN: 2549-7774