

Dukungan Teman Sebaya dan Gaya Mengajar Digital Interaktif Sebagai Prediktor Literasi Sains Siswa SD

Dewi Mayangsari¹, Syifa Hasna Fauziyah², Ine Melia Susanti³, Triyani⁴

Program Studi Pendidikan Guru Pendidikan Anak Usia Dini, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Trunojoyo Madura¹

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Pendidikan Ilmu Sosial, Bahasa, dan Sastra, Institut Pendidikan Indonesia²

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial, Universitas Sehati Indonesia³

Program Studi Administrasi Bisnis, Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Wanita Internasional⁴

Corresponding email: dewi.sari@trunojoyo.ac.id, syifahasma4@gmail.com, inemelia0205@gmail.com, triyani@iwu.ac.id

ARTICLE INFO

Article History

Submission : 01-08-2026

Received : 01-08-2026

Revised : 11-08-2026

Accepted : 24-08-2026

Keywords

Elementary School

Interactive Digital Teaching Style

Peer Support

Scientific Literacy

ABSTRACT

Scientific literacy is a fundamental competency that should be developed from elementary school. However, Indonesian students' scientific literacy remains below the international average. Previous studies have generally examined peer support and digital teaching separately, leaving limited evidence on how students' perceptions of these two learning resources jointly predict scientific literacy at the elementary level. This study examined the partial and simultaneous relationships of perceived peer support and teachers' interactive digital teaching style with elementary students' scientific literacy. The study used a quantitative correlational-regression design involving 58 students from Classes VA and VB at a public elementary school in East Java, selected through cluster random sampling. Data were collected using two perception questionnaires and a scientific literacy test based on PISA indicators. Descriptive statistics, prerequisite tests, Pearson correlation, and multiple linear regression were used for analysis. Both predictors were positively and significantly related to scientific literacy and jointly explained 63.5% of its variance. Teachers' interactive digital teaching style showed a stronger standardized contribution than peer support. These findings extend scientific literacy research by positioning peer support as a social learning resource and interactive digital teaching as an instructional resource within the same predictive model. They also highlight the need to strengthen teachers' digital competence and supportive peer interaction.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.

Copyright ©2026 by Author. Published by collaboration between CV. Doki Course and Training with Institut Agama Islam Nahdlatul Ulama Sumatera Selatan



Introduction

Literasi sains merupakan salah satu kompetensi abad ke-21 yang menjadi indikator penting kualitas pendidikan suatu bangsa. OECD mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan seseorang untuk terlibat dengan isu-isu terkait sains, menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menginterpretasi data dan bukti ilmiah secara reflektif sebagai warga negara yang peduli terhadap sains (OECD, 2019).

Hasil studi Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 menunjukkan bahwa skor rata-rata literasi sains siswa Indonesia berada jauh di bawah rata-rata negara-negara OECD, dengan Indonesia menempati peringkat yang rendah di antara negara peserta (OECD, 2023). Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran sains di Indonesia, termasuk pada jenjang sekolah dasar, belum sepenuhnya berhasil menumbuhkan kemampuan bernalar ilmiah siswa secara optimal. Rendahnya literasi sains ini diduga dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor internal siswa maupun faktor eksternal seperti lingkungan sosial dan kualitas proses pembelajaran yang diterima siswa di kelas.

Salah satu faktor eksternal yang diduga berkontribusi terhadap literasi sains siswa SD adalah dukungan teman sebaya (Jenira, 2019). Dalam perspektif konstruktivisme sosial, pemahaman berkembang ketika siswa bertukar penjelasan, mengajukan pertanyaan, menilai gagasan, dan membangun makna bersama. Dukungan emosional, informasi, dan instrumental dari teman sebaya dapat menciptakan rasa aman untuk berpartisipasi sekaligus menyediakan sumber kognitif ketika siswa menghadapi konsep sains yang sulit. Kajian pembelajaran kooperatif menunjukkan bahwa dialog antarsiswa berperan dalam perkembangan pemahaman konseptual dan penalaran, termasuk dalam pembelajaran sains (Gillies, 2014; Thurston et al., 2010). Pada usia sekolah dasar, mekanisme ini relevan karena siswa masih membutuhkan interaksi konkret dan umpan balik langsung. Oleh karena itu, persepsi positif terhadap dukungan teman sebaya diperkirakan berkaitan dengan keberanian bertanya, mendiskusikan bukti, dan menjelaskan fenomena ilmiah. Temuan lokal juga menunjukkan bahwa teman sebaya berkaitan dengan motivasi, perilaku, dan keterlibatan belajar siswa (Lena, Sartono, Malta, & Herini, 2023; Nasution, 2018).

Selain dukungan teman sebaya, gaya mengajar guru turut menjadi determinan penting bagi capaian literasi sains siswa. Kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) menjelaskan bahwa penggunaan teknologi yang efektif tidak hanya bergantung pada ketersediaan perangkat, tetapi pada kemampuan guru mengintegrasikan pengetahuan teknologi, pedagogi, dan materi secara selaras (Mishra & Koehler, 2006). Dalam pembelajaran sains, media interaktif, video, aplikasi kuis, simulasi, dan lingkungan virtual dapat membantu memvisualisasikan konsep abstrak, memberi kesempatan observasi berulang, serta meningkatkan keterlibatan siswa (Merchant, Goetz, Cifuentes, Keeney-Kennicutt, & Davis, 2014; Widodo et al., 2020). Meta-analisis mengenai pembelajaran

kolaboratif berbantuan perangkat bergerak juga menunjukkan bahwa teknologi memberi hasil yang lebih bermakna ketika dipadukan dengan mekanisme belajar kelompok yang terarah (Sung, Yang, & Lee, 2017). Dengan demikian, persepsi siswa terhadap gaya mengajar berbasis digital dapat mencerminkan sejauh mana teknologi digunakan secara interaktif, relevan, dan membantu pemahaman konsep, bukan sekadar frekuensi penggunaan perangkat (Wahidin, Gutierrez, Osman, Akkapin, & Tan, 2025).

Penelitian terdahulu menunjukkan dua pola kajian yang masih berjalan terpisah. Studi mengenai teman sebaya lebih banyak menelaah motivasi belajar, perilaku, komitmen studi, atau kecerdasan emosional (Jenira, 2019; Nasution, 2018; Telaumbanua, Solang, & Febrianto, 2025; Zanuara, Arlita, Putri, & Aritonang, 2024), sehingga belum secara langsung menjelaskan kaitannya dengan kemampuan menjelaskan fenomena, mengevaluasi penyelidikan, dan menginterpretasi bukti ilmiah. Sebaliknya, penelitian teknologi pendidikan umumnya menilai efektivitas media, simulasi, atau perangkat digital sebagai intervensi pembelajaran (Atmojo & Wardana, 2025; Widodo et al., 2020), bukan persepsi siswa terhadap gaya mengajar digital interaktif sebagai karakteristik proses pembelajaran. Bukti internasional memperlihatkan manfaat pembelajaran kooperatif dan teknologi untuk hasil belajar, tetapi kedua sumber belajar tersebut juga lebih sering diuji secara terpisah (Merchant et al., 2014; Thurston et al., 2010). Oleh karena itu, masih terdapat kesenjangan mengenai bagaimana sumber sosial dari teman sebaya dan sumber instruksional dari guru berbasis digital secara simultan berkaitan dengan literasi sains siswa SD dalam konteks satu sekolah.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penempatan persepsi dukungan teman sebaya dan persepsi gaya mengajar digital interaktif sebagai dua sumber belajar kontekstual yang saling melengkapi dalam satu model prediktif. Pendekatan ini tidak hanya menguji keberadaan hubungan masing-masing variabel, tetapi juga membandingkan kontribusi terstandarisasinya setelah keduanya dianalisis secara simultan. Penelitian ini tidak menguji interaksi, mediasi, atau hubungan kausal, sehingga kontribusinya dibatasi pada pemetaan hubungan prediktif dalam konteks sampel penelitian. Berdasarkan kerangka tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengaruh persepsi siswa terhadap dukungan teman sebaya terhadap literasi sains siswa SD; (2) mengetahui pengaruh persepsi siswa terhadap gaya mengajar digital interaktif terhadap literasi sains siswa SD; dan (3) mengetahui pengaruh kedua variabel tersebut secara simultan terhadap literasi sains siswa SD. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan kajian literasi sains di sekolah dasar serta kontribusi praktis bagi guru dalam merancang strategi pembelajaran yang memperkuat interaksi sosial dan pemanfaatan teknologi digital secara optimal.

Method

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian korelasional yang bertujuan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh antarvariabel tanpa

melakukan manipulasi perlakuan terhadap subjek penelitian (Sugiyono, 2019). Karena data dikumpulkan pada satu waktu dan tidak menggunakan desain eksperimen, koefisien regresi ditafsirkan sebagai hubungan prediktif dalam sampel, bukan sebagai bukti sebab-akibat.

Populasi dan sampel

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas V pada salah satu Sekolah Dasar Negeri di Jawa Timur pada tahun ajaran berjalan. Pemilihan sekolah sebagai lokasi penelitian didasarkan pada ketersediaan akses penelitian dan penerapan media digital dalam kegiatan pembelajaran. Sampel penelitian ditentukan melalui teknik cluster random sampling, yaitu pengambilan sampel secara acak berdasarkan satuan kelas yang telah terbentuk secara alami. Dari populasi yang ada, terpilih secara acak dua kelas, yaitu kelas VA dan kelas VB, dengan jumlah total sampel sebanyak 58 siswa (kelas VA = 29 siswa; kelas VB = 29 siswa).

Kecukupan ukuran sampel dievaluasi melalui analisis sensitivitas untuk regresi linear berganda. Dengan jumlah sampel 58 siswa, dua variabel prediktor, taraf signifikansi 0,05, dan kekuatan statistik 0,80, penelitian ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi ukuran efek sekitar $f^2 = 0,18$ atau lebih besar. Nilai tersebut sedikit lebih tinggi daripada batas ukuran efek sedang dalam analisis regresi. Dengan demikian, ukuran sampel dinilai memadai untuk mendeteksi hubungan dengan ukuran efek sedang hingga besar, tetapi mungkin belum cukup sensitif untuk mendeteksi hubungan yang kecil. Oleh karena itu, hasil penelitian tetap perlu ditafsirkan secara hati-hati, terutama dalam generalisasi pada populasi siswa yang lebih luas (Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009).

Instrumen penelitian

Instrumen penelitian terdiri atas tiga jenis. Pertama, angket persepsi dukungan teman sebaya yang mengukur dimensi dukungan emosional, dukungan informasi, dan dukungan instrumental antarsiswa dalam pembelajaran. Kedua, angket persepsi gaya mengajar guru berbasis digital yang mengukur dimensi pemanfaatan media digital, interaktivitas pembelajaran, dan variasi metode berbasis teknologi yang digunakan guru. Ketiga, tes literasi sains yang disusun berdasarkan tiga kompetensi literasi sains menurut kerangka PISA, yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menginterpretasi data dan bukti ilmiah. Seluruh instrumen telah diuji validitas menggunakan korelasi product moment dan diuji reliabilitas menggunakan koefisien Alpha Cronbach, dengan hasil seluruh butir dinyatakan valid dan instrumen dinyatakan reliabel ($\alpha > 0,70$). Dua variabel prediktor diperoleh dari angket persepsi siswa yang sama, sedangkan literasi sains diukur melalui tes. Perbedaan metode pada variabel terikat mengurangi ketergantungan penuh pada satu jenis instrumen, tetapi kesamaan sumber pada kedua prediktor tetap dipertimbangkan sebagai potensi bias respons dalam interpretasi hasil.

Teknik analisis data

Data dianalisis melalui tahapan: (1) analisis statistik deskriptif untuk memperoleh gambaran nilai rata-rata, simpangan baku, nilai minimum, dan nilai maksimum setiap variabel; (2) uji prasyarat analisis meliputi uji normalitas (Shapiro-Wilk), uji linearitas, dan uji multikolinearitas (Variance Inflation Factor/VIF); (3) uji korelasi Pearson product moment untuk menguji hubungan parsial antarvariabel; dan (4) analisis regresi linear berganda untuk menguji kontribusi kedua variabel bebas secara simultan terhadap variabel terikat. Untuk membandingkan kontribusi relatif kedua prediktor, koefisien beta terstandarisasi dihitung menggunakan $\beta = B(SD_X/SD_Y)$, sedangkan ukuran efek model dihitung menggunakan $f^2 = R^2/(1 - R^2)$. Taraf signifikansi ditetapkan pada $\alpha = 0,05$. Interpretasi model dibatasi pada uji asumsi yang tersedia, yaitu normalitas, linearitas, dan multikolinearitas. Seluruh pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak pengolah statistik.

Results and Discussion

Deskripsi data

Statistik deskriptif dari ketiga variabel penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1
Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	N	Mean	SD	Min	Max
Persepsi Dukungan Teman Sebaya (X1)	58	60,54	12,30	33,20	95,70
Persepsi Gaya Mengajar Digital (X2)	58	58,55	8,49	39,10	82,00
Literasi Sains (Y)	58	55,93	13,18	23,50	94,90

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata skor literasi sains siswa (55,93) berada pada kategori sedang, dengan sebaran skor yang cukup lebar ($SD = 13,18$), yang mengindikasikan adanya variasi kemampuan literasi sains yang cukup besar di antara siswa pada kedua kelas sampel.

Uji prasyarat analisis

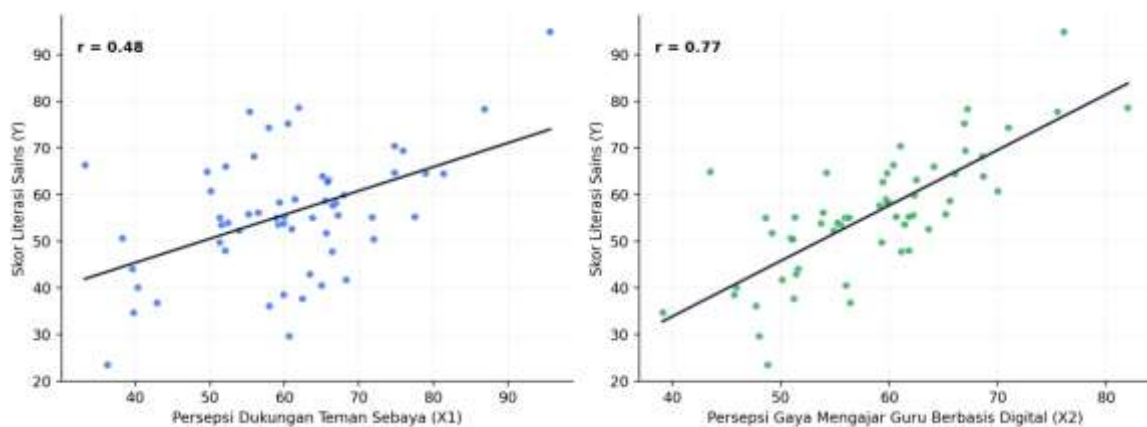
Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data ketiga variabel berdistribusi normal (nilai p pada X1, X2, dan Y seluruhnya $> 0,05$). Uji linearitas menunjukkan bahwa hubungan antara masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat bersifat linear. Uji multikolinearitas memperoleh nilai Variance Inflation Factor (VIF) sebesar 1,15 ($VIF < 10$), yang berarti tidak terjadi gejala multikolinearitas antara variabel X1 dan X2 sehingga model regresi berganda layak digunakan.

Uji korelasi dan diagram pencar

Hasil uji korelasi Pearson antarvariabel disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2
Hasil Uji Korelasi Pearson Antarvariabel

Hubungan Variabel	r	Sig. (p)	Keterangan
X1 dengan Y	0,479	< 0,001	Signifikan
X2 dengan Y	0,767	< 0,001	Signifikan
X1 dengan X2	0,360	0,006	Signifikan



Gambar 1 Scatter Plot Hubungan Persepsi Dukungan Teman Sebaya (X1) dan Persepsi Gaya Mengajar Digital Interaktif (X2) dengan Literasi Sains (Y)

Gambar 1 memperlihatkan pola titik data yang cenderung membentuk garis lurus dengan arah positif pada kedua panel, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi persepsi siswa terhadap dukungan teman sebaya maupun gaya mengajar digital interaktif, semakin tinggi pula skor literasi sains yang diperoleh siswa. Sebaran titik pada panel X2 tampak lebih rapat mengelilingi garis regresi dibandingkan panel X1, yang mengindikasikan kekuatan hubungan X2 dengan Y lebih besar, sejalan dengan nilai koefisien korelasi pada Tabel 2.

Analisis regresi linear berganda

Hasil analisis regresi linear berganda disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3
Hasil Analisis Regresi Linear Berganda
($R^2 = 0,635$; $Adjusted R^2 = 0,622$; $F(2,55) = 47,822$; $Sig. = 0,000$)

Variabel	B	β	t	Sig.	p
Konstanta	-21,225	-	-2,656	0,010	0,010

X1 - Dukungan Teman Sebaya	0,250	0,233	2,667	0,010	0,010
X2 - Gaya Mengajar Digital Interaktif	1,060	0,683	7,818	0,000	< 0,001

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh persamaan regresi: $Y = -21,225 + 0,250X_1 + 1,060X_2$. Konstanta sebesar -21,225 merupakan titik potong matematis model dan tidak ditafsirkan secara praktis karena rentang skor prediktor tidak mencakup nilai nol. Koefisien X_1 sebesar 0,250 menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu poin persepsi dukungan teman sebaya berkaitan dengan kenaikan 0,250 poin literasi sains ketika X_2 dikendalikan. Koefisien X_2 sebesar 1,060 menunjukkan bahwa setiap kenaikan satu poin persepsi gaya mengajar digital interaktif berkaitan dengan kenaikan 1,060 poin literasi sains ketika X_1 dikendalikan. Berdasarkan koefisien dan simpangan baku pada Tabel 1, beta terstandarisasi X_1 adalah 0,233 dan beta terstandarisasi X_2 adalah 0,683. Hasil ini menunjukkan bahwa gaya mengajar digital interaktif memiliki kontribusi relatif yang lebih kuat dalam model. Ukuran efek keseluruhan model adalah $f^2 = 1,740$, yang menggambarkan besarnya variasi yang dijelaskan model relatif terhadap variasi yang tidak dijelaskan dalam sampel.

Uji F menunjukkan nilai F sebesar 47,822 dengan $p < 0,001$, yang berarti persepsi dukungan teman sebaya dan persepsi gaya mengajar digital interaktif secara simultan berhubungan signifikan dengan literasi sains siswa. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,635 menunjukkan bahwa 63,5% variasi literasi sains dalam sampel dapat dijelaskan oleh kedua prediktor tersebut, sedangkan 36,5% variasi lainnya berkaitan dengan faktor-faktor di luar model penelitian.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi siswa terhadap dukungan teman sebaya berhubungan positif dan signifikan dengan literasi sains siswa SD. Temuan ini tidak hanya menguatkan penelitian yang mengaitkan dukungan teman sebaya dengan motivasi dan keterlibatan belajar (Nasution, 2018; Zanuara et al., 2024), tetapi juga menunjukkan relevansinya bagi kemampuan bernalar ilmiah. Dalam perspektif konstruktivisme sosial, dukungan teman sebaya dapat bekerja melalui dialog, pertukaran penjelasan, koreksi gagasan, dan penyelesaian tugas secara bersama. Proses tersebut membantu siswa mengungkapkan pemahaman awal, membandingkan bukti, dan menyusun penjelasan yang lebih masuk akal. Gillies (2014) menekankan bahwa kualitas interaksi dan percakapan dalam kelompok menjadi mekanisme penting dalam perkembangan pemikiran siswa, sedangkan Thurston et al. (2010) menunjukkan bahwa pembelajaran kooperatif dalam sains berkaitan dengan capaian kognitif dan keterhubungan sosial. Dengan demikian, dukungan teman sebaya dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai sumber sosial yang memfasilitasi partisipasi dan pemrosesan gagasan ilmiah.

Persepsi siswa terhadap gaya mengajar digital interaktif menunjukkan kontribusi terstandarisasi yang lebih kuat terhadap literasi sains dibandingkan dukungan teman sebaya.

Temuan ini dapat dijelaskan melalui kerangka TPACK, yang menempatkan efektivitas teknologi pada keselarasan antara teknologi, strategi pedagogis, dan isi pelajaran (Mishra & Koehler, 2006). Pada siswa sekolah dasar, konsep sains yang abstrak lebih mudah dipahami ketika guru menghadirkannya melalui visualisasi, simulasi, video, atau aktivitas interaktif yang sesuai dengan tahap perkembangan siswa. Guru juga mengendalikan urutan materi, tingkat kesulitan, umpan balik, dan kesempatan latihan, sehingga gaya mengajar berbasis digital dapat memengaruhi pengalaman belajar secara lebih langsung dan konsisten daripada dukungan teman sebaya. Meta-analisis Merchant et al. (2014) menunjukkan bahwa lingkungan virtual dapat mendukung hasil belajar ketika dirancang dengan prinsip instruksional yang tepat, sedangkan Sung et al. (2017) menunjukkan bahwa teknologi memberi manfaat lebih kuat ketika terintegrasi dengan proses kolaboratif. Oleh karena itu, kontribusi yang lebih kuat dalam penelitian ini tidak menunjukkan bahwa teknologi secara otomatis efektif, tetapi bahwa persepsi siswa terhadap penggunaan teknologi yang interaktif dan terarah berkaitan erat dengan kemudahan mereka memahami serta menggunakan informasi ilmiah.

Hubungan kedua prediktor juga dapat dipahami sebagai hubungan yang saling melengkapi. Gaya mengajar berbasis digital menyediakan representasi, struktur, dan sumber belajar, sedangkan dukungan teman sebaya menyediakan ruang sosial untuk mendiskusikan, menguji, dan menjelaskan kembali informasi tersebut. Model penelitian ini hanya menguji kontribusi aditif kedua variabel, sehingga belum dapat menentukan apakah dukungan teman sebaya memperkuat hubungan gaya mengajar digital dengan literasi sains atau apakah keterlibatan belajar menjadi mekanisme tidak langsung. Interpretasi konseptual ini menunjukkan bahwa peningkatan literasi sains tidak cukup hanya melalui penyediaan media digital. Guru perlu merancang kegiatan yang menghubungkan media digital dengan pertanyaan ilmiah, diskusi kelompok, interpretasi data, dan penjelasan berbasis bukti. Bagi sekolah, hasil ini mendukung pengembangan kompetensi digital guru yang tidak hanya berfokus pada keterampilan teknis, tetapi juga pada kemampuan mengelola interaksi dan kolaborasi siswa.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, desain korelasional dan pengumpulan data pada satu waktu tidak memungkinkan penarikan kesimpulan kausal. Kedua, sampel hanya melibatkan 58 siswa dari dua kelas pada satu sekolah sehingga konteks sosial dan karakteristik sekolah dapat memengaruhi hasil serta membatasi generalisasi. Ketiga, kedua prediktor diukur melalui persepsi siswa yang sama sehingga masih terdapat potensi kesamaan pola respons, meskipun literasi sains diukur melalui tes. Keempat, pelaporan kualitas instrumen terbatas pada hasil validitas butir dan reliabilitas umum, sedangkan rincian koefisien setiap instrumen tidak tersedia dalam data penelitian. Kelima, model belum menguji interaksi, mediasi, homoskedastisitas, independensi residual, atau deteksi outlier. Penelitian selanjutnya perlu melibatkan beberapa sekolah, menggunakan sumber data yang lebih beragam, melaporkan kualitas instrumen dan diagnostik regresi

secara lengkap, serta menguji desain longitudinal, eksperimen, moderasi, atau mediasi untuk menjelaskan mekanisme hubungan antarvariabel secara lebih kuat.

Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian, persepsi siswa terhadap dukungan teman sebaya dan gaya mengajar digital interaktif berhubungan positif dan signifikan dengan literasi sains siswa SD. Kedua prediktor secara simultan menjelaskan 63,5% variasi literasi sains dalam sampel. Gaya mengajar digital interaktif menunjukkan kontribusi terstandarisasi yang lebih kuat, sedangkan dukungan teman sebaya tetap memberi kontribusi yang bermakna sebagai sumber belajar sosial. Secara teoretis, temuan ini memperluas kajian literasi sains dengan menunjukkan bahwa sumber sosial dan sumber instruksional dapat ditempatkan secara bersamaan dalam satu model prediktif. Secara praktis, guru perlu mengintegrasikan media digital dengan strategi pedagogis yang membantu siswa memvisualisasikan konsep, menafsirkan data, dan menyusun penjelasan ilmiah, sekaligus membangun kegiatan kolaboratif yang mendorong dukungan antarsiswa. Sekolah dapat menggunakan hasil ini sebagai dasar untuk memperkuat pelatihan kompetensi digital guru dan desain pembelajaran sains kolaboratif. Namun, karena penelitian bersifat korelasional dan terbatas pada satu sekolah, rekomendasi tersebut perlu diterapkan secara kontekstual dan diuji kembali melalui penelitian dengan cakupan serta desain yang lebih kuat.

Declarations

Statement on the Use of Artificial Intelligence

Perangkat kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) digunakan selama proses penyusunan naskah untuk membantu penyuntingan bahasa, pemeriksaan tata bahasa, serta meningkatkan kejelasan dan sistematika penyajian naskah. Perangkat AI tidak digunakan untuk menghasilkan, menganalisis, maupun menginterpretasikan data penelitian. Penulis tetap bertanggung jawab sepenuhnya atas keakuratan, orisinalitas, interpretasi, dan seluruh isi akhir naskah.

Author Contribution Statement

Dewi Mayangsari et.al berkontribusi dalam konseptualisasi, metodologi, investigasi, kurasi data, analisis formal, visualisasi, serta interpretasi hasil penelitian. Penulis juga bertanggung jawab dalam penyusunan draf awal, peninjauan, dan penyuntingan naskah, serta telah menyetujui versi akhir naskah.

Funding Statement

Penelitian ini tidak memperoleh pendanaan khusus dari lembaga atau badan pendanaan mana pun, baik dari sektor publik, komersial, maupun organisasi nirlaba.

Conflict of Interest

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan, baik secara finansial, profesional, maupun pribadi, yang dapat memengaruhi pelaksanaan penelitian atau publikasi artikel ini.

References

- Atmojo, S. E., & Wardana, A. K. (2025). Pemanfaatan teknologi digital sebagai strategi efektif meningkatkan literasi sains di sekolah dasar. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 8(3), 167–175. <https://doi.org/10.37329/cetta.v8i3.4237>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Gillies, R. M. (2014). Developments in cooperative learning: Review of research. *Anales de Psicología*, 30(3), 792–801. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201191>
- Jenira, S. (2019). Hubungan dukungan teman sebaya dengan komitmen menyelesaikan studi pada mahasiswa semester akhir. *Psikoborneo: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 7(2), 274–283. <https://doi.org/10.30872/psikoborneo.v7i2.4783>
- Lena, M. S., Sartono, Malta, J. F. Y., & Herini, M. S. (2023). Pengaruh teman sebaya terhadap perilaku siswa sekolah dasar. *Mutiara: Multidiciplinary Scientifict Journal*, 1(2), 74–76. <https://doi.org/10.57185/mutiara.v1i2.11>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nasution, N. C. (2018). Dukungan teman sebaya dalam meningkatkan motivasi belajar. *Al-Hikmah: Jurnal Dakwah*, 12(2), 159–174. <https://doi.org/10.24260/al-hikmah.v12i2.1135>
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sung, Y.-T., Yang, J.-M., & Lee, H.-Y. (2017). The effects of mobile-computer-supported collaborative learning: Meta-analysis and critical synthesis. *Review of Educational Research*, 87(4), 768–805. <https://doi.org/10.3102/0034654317704307>

- Telaumbanua, Y., Solang, D. J., & Febrianto, R. (2025). Pengaruh dukungan sosial teman sebaya terhadap kecerdasan emosional pada mahasiswa PGSD. *Jurnal Sosial Humaniora Dan Pendidikan*, 4(3), 262–278. <https://doi.org/10.55606/inovasi.v4i3.4277>
- Thurston, A., Topping, K. J., Tolmie, A., Christie, D., Karagiannidou, E., & Murray, P. (2010). Cooperative learning in science: Follow-up from primary to high school. *International Journal of Science Education*, 32(4), 501–522. <https://doi.org/10.1080/09500690902721673>
- Wahidin, Gutierrez, G., Osman, K., Akkapin, S., & Tan, M. L. T. (2025). Digital simulations in science learning: A student perspective on interactive, engagement, conceptual understanding, and learning satisfaction. *International Journal of Educational Qualitative Quantitative Research*, 4(1), 36–46. <https://doi.org/10.58418/ijeqqr.v4i1.138>
- Widodo, W., Sudibyo, E., Suryanti, Sari, D. A. P., Inzanah, & Setiawan, B. (2020). The effectiveness of gadget-based interactive multimedia in improving Generation Z's scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 248–256. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i2.23208>
- Zanuara, A. A. F., Arlita, A. D., Putri, S. R., & Aritonang, S. M. (2024). Analisis peran teman sebaya terhadap motivasi belajar siswa kelas V SDN Cakung Timur 06 Pagi. *Cendekia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 12(2), 149–157. <https://doi.org/10.33659/cip.v12i2.368>