

Pengaruh Media *Smart Trash Detector* Berbasis PictoBlox untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Kelas V Materi Pengelolaan Sampah

Muthia Nurazizah^{*1}, Regina Lichteria Panjaitan², Sidqia Nurfadilah³

^{1,2,3} Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Pendidikan Indonesia

Corresponding Author: muthianrzah_21@upi.edu

Abstract

This study aims to determine the effect of the PictoBlox-based Smart Trash Detector media on improving fifth-grade students' scientific literacy on waste management material. This study uses a quantitative approach with an experimental method of the quasi-experiment type, employing a nonequivalent control group design. The sample consisted of 27 students in the experimental group and 28 students in the control group at SD Negeri Tanjungsari I, Sumedang Regency. Data collection instruments in this study include tests in the form of pretests and posttests, analyzed using statistical data analysis techniques. Based on the results of the pretest and posttest, there is a difference in the average value indicating an increase in the scientific literacy of fifth-grade students in the experimental group. The experimental group's average score increased from 67.22 to 80.29, with an N-Gain of 0.41 (moderate category), while the control group increased from 59.25 to 67.57, with an N-Gain of 0.17 (low category). The Mann-Whitney U test showed a significant difference in improvement between the two groups (Sig. = 0.012), indicating that the PictoBlox-based Smart Trash Detector media is more effective than conventional learning in improving students' scientific literacy.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox dalam meningkatkan literasi sains siswa kelas V pada materi pengelolaan sampah. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen jenis kuasi-eksperimen, serta desain *nonequivalent control group design*. Sampel penelitian terdiri atas 27 siswa kelompok eksperimen dan 28 siswa kelompok kontrol di SD Negeri Tanjungsari I, Kabupaten Sumedang. Instrumen pengumpulan data pada penelitian ini meliputi tes berupa *pretest* dan *posttest*. Penelitian ini menggunakan teknik analisis data statistik. Berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest*, terdapat perbedaan nilai rata-rata yang menunjukkan adanya peningkatan kemampuan literasi sains siswa kelas V pada kelompok eksperimen. Nilai rata-rata kelompok eksperimen meningkat dari 67,22 menjadi 80,29 dengan *N-Gain* sebesar 0,41 (kategori sedang), sementara kelompok kontrol meningkat dari 59,25 menjadi 67,57 dengan *N-Gain* sebesar 0,17 (kategori rendah). Hasil uji Mann-Whitney U menunjukkan perbedaan peningkatan yang signifikan antara kedua kelompok (Sig. = 0,012),

Article History

Received: 2026-07-02

Reviewed: 2026-07-07

Published: ...

Keywords

Learning Media, Smart Trash Detector, Science Literacy

Sejarah Artikel

Diterima: 2026-07-02

Direview: 2026-07-07

Disetujui: 2026-

Kata Kunci

Media Pembelajaran, Smart Trash Detector, Literasi Sains

yang mengindikasikan bahwa media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan literasi sains siswa.

PENDAHULUAN

Permasalahan pengelolaan sampah merupakan salah satu isu lingkungan yang terus meningkat dan memerlukan perhatian serius dari berbagai pihak. Data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) menunjukkan bahwa Indonesia menghasilkan sekitar 35,7 juta ton sampah pada tahun 2025 dan sebesar 75% di antaranya belum terkelola secara optimal (SIPSN, data diakses Juli 2026). Jenis sampah tersebut meliputi sampah sisa makanan, plastik, serta limbah pabrik. Sampah yang tidak tertangani dengan baik berpotensi mencemari tanah, air, dan udara, serta menimbulkan dampak ekologis dan kesehatan yang serius. Kondisi ini akan berdampak langsung pada kualitas hidup masyarakat, apabila masyarakat tidak mengubah sikap dan kebiasaan membuang sampah sembarangan pada berbagai kelompok usia (Dewi & Kusnita, 2023).

Pemerintah Indonesia telah menetapkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah yang menegaskan bahwa pengelolaan sampah harus dilakukan secara sistematis, menyeluruh, dan berkelanjutan, dengan menerapkan pengelolaan sampah menggunakan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) (Sekarsari & Trianti, 2020). Implementasi kebijakan tersebut menuntut keterlibatan dari berbagai pihak, dimulai dari masyarakat, pemerintah, hingga lembaga pendidikan. Dalam hal ini, lembaga pendidikan memiliki peran strategis dalam menanamkan nilai kepedulian dan kesadaran terhadap lingkungan sejak dini. Maka dari itu, penanaman sikap peduli lingkungan yang dilakukan di jenjang

sekolah dasar relatif lebih efektif karena pada tahap ini siswa sedang berada dalam fase perkembangan kognitif operasional konkret, di mana siswa mulai mampu memahami hubungan sebab-akibat melalui pengalaman langsung mereka, sehingga dapat membentuk karakter siswa yang peduli lingkungan (Muadhdham & Wisudaningsih, 2025).

Pembentukan sikap peduli lingkungan tidak cukup dilakukan melalui pembiasaan perilaku semata, diperlukan pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir ilmiah agar siswa mampu menganalisis permasalahan lingkungan serta dapat mengambil keputusan berdasarkan bukti. Oleh karena itu, kemampuan literasi sains penting dimiliki oleh siswa untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Literasi sains tidak hanya berkaitan dengan pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga mencakup kemampuan mengenali permasalahan, melakukan pengamatan, mengolah dan menganalisis informasi, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti dan penalaran ilmiah, hal ini dikemukakan oleh Budiarti dan Tanta (dalam Hasan, 2024). Sejalan dengan pernyataan *World Economic Forum*, bahwa literasi sains termasuk literasi fundamental yang perlu dikembangkan secara berkelanjutan di lingkungan sekolah, keluarga, dan masyarakat (Rokhmawati dkk., 2022).

Namun demikian, beberapa studi internasional menunjukkan bahwa tingkat literasi sains siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Berdasarkan data hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) secara konsisten sejak

tahun 2000 hingga 2022 menempatkan Indonesia pada peringkat literasi sains yang tergolong rendah (Nafi'ah & Puspitarini, 2026). Data terbaru PISA pada tahun 2022 menunjukkan peringkat literasi sains siswa Indonesia yaitu sekitar ke-67 dari 81 negara peserta, dengan peringkat skor yang masih berada di bawah rata-rata Internasional (OECD, data diakses Juli 2026). Temuan tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah dasar masih cenderung berfokus pada penguasaan konsep secara teoritis dan belum sepenuhnya mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah, kemampuan analisis, serta pemecahan masalah yang menjadi inti literasi sains.

Permasalahan tersebut juga ditemukan peneliti melalui wawancara informal dengan guru kelas V di salah satu sekolah dasar di Kabupaten Sumedang. Berdasarkan hasil diskusi yang diperoleh, pembelajaran IPA pada materi pengelolaan sampah khususnya mengenai jenis sampah organik dan anorganik masih didominasi dengan metode ceramah dan penggunaan buku teks, sehingga siswa cenderung pasif dan kurang terlibat dalam aktivitas berpikir tingkat tinggi. Ketika diberikan pertanyaan kontekstual terkait pengelolaan sampah di lingkungan sekolah, sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam menjelaskan hubungan sebab-akibat maupun dalam memberikan solusi berbasis konsep ilmiah. Temuan ini mengindikasikan perlunya upaya perbaikan dalam proses pembelajaran, khususnya melalui penguatan literasi sains sebagai dasar pembentukan sikap peduli lingkungan.

Salah satu faktor yang diduga berkontribusi terhadap kondisi tersebut adalah penggunaan media dan sumber pembelajaran yang belum bersifat

kontekstual dan sepenuhnya mendukung perkembangan kemampuan berpikir ilmiah siswa (Astuti, dalam Suparya dkk., 2022). Selain itu, berbagai kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi digital yang dipadukan dengan pembelajaran berbasis proyek melalui pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dapat meningkatkan keterlibatan siswa, pemahaman konsep sains, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa (Azzahra & Putri, 2025), khususnya media yang mengombinasikan sains dan teknologi berbasis pemrograman visual, yang memungkinkan siswa memahami konsep lingkungan secara konkret, interaktif dan aplikatif (Suwandi dkk., 2023).

Melalui penggunaan media tersebut, siswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga terlibat aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan mengamati, mengelompokkan, menganalisis, serta memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu media inovatif yang berpotensi mendukung pembelajaran tersebut adalah *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox. Media ini dirancang untuk membantu siswa mengenali jenis-jenis sampah, seperti sampah organik, anorganik, dan B3, serta memahami pengelolaannya berdasarkan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) sesuai dengan karakteristik masing-masing jenis sampah. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi digital efektif meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar (Atmojo & Wardana, 2025). Sejalan dengan itu, Abraham dan Akuba (2025) mengembangkan *game* edukasi berbasis Unity untuk mengenalkan pemilahan dan daur ulang sampah kepada siswa sekolah dasar dan menemukan adanya peningkatan pemahaman siswa terhadap

materi tersebut. Namun, kedua penelitian tersebut belum mengintegrasikan aktivitas pemrograman visual (*coding*) ke dalam media pembelajarannya, sehingga kajian mengenai pengaruh media berbasis pemrograman visual seperti PictoBlox terhadap literasi sains siswa sekolah dasar pada materi pengelolaan sampah masih terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan suatu penelitian yang mengkaji secara empiris mengenai "Pengaruh Media *Smart Trash Detector* Berbasis PictoBlox untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Kelas V Materi Pengelolaan Sampah". Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media *Smart Trash Detector* Berbasis PictoBlox dalam meningkatkan kemampuan literasi sains siswa kelas V. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi secara teoretis dalam pengembangan median pembelajaran berbasis teknologi, serta memberikan manfaat praktis bagi guru dalam merancang pembelajaran IPA yang inovatif, kontekstual, dan relevan dengan permasalahan lingkungan saat ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Menurut Creswell (dalam Soesana dkk., 2023), penelitian kuantitatif bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan yang ada antar kumpulan variabel. Penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian yang menjelaskan fenomena dengan mengumpulkan data numerik yang kemudian dianalisis secara statistik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan jenis eksperimen yang digunakan adalah *Quasi Experiment*. Menurut Sugiyono (2015), *Quasi Experiment* merupakan desain

penelitian yang melibatkan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Namun, dalam desain ini peneliti tidak dapat mengendalikan seluruh variabel luar secara sepenuhnya, meskipun tetap dilakukan pengendalian terhadap variabel penelitian dan pemberian perlakuan pada kelompok eksperimen.

Populasi pada penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas V Sekolah Dasar Negeri di Kecamatan Tanjungsari, Sumedang. Berdasarkan data resmi yang dimuat dalam Data Pokok Pendidikan (DAPODIK) Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, wilayah Kecamatan Tanjungsari tercatat memiliki ketersebaran satuan pendidikan sebanyak dua puluh empat Sekolah Dasar Negeri. Dalam penelitian ini, pemilihan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *Purposive Sampling*, yaitu pengambilan sampel tanpa randomisasi berdasarkan pertimbangan bahwa kelas tersebut dapat mewakili karakteristik populasi serta sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian (Peldi dkk., 2024). Adapun sampel pada penelitian ini yaitu siswa kelas V di SD Negeri Tanjungsari I.

Bentuk desain *Quasi Experiment* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nonequivalent Control Group Design*. Desain ini umumnya diterapkan pada penelitian eksperimen yang menggunakan kelas-kelas yang telah terbentuk sebelumnya sebagai kelompok penelitian. Hal ini sesuai dengan penjelasan Abraham & Supriyati (2022) bahwa penentuan anggota kelompok tidak dilakukan secara acak (*nonrandomized*). Dalam penelitian ini, membandingkan dua kelompok, di mana kelompok eksperimen yang menerima *treatment* dan kelompok kontrol yang tidak mendapat *treatment* atau tetap menggunakan pendekatan pembelajaran yang sudah diterapkan di sekolah tersebut. Adapun

desain penelitian yang digunakan sebagai *nonequivalent control group design* adalah

berikut.

Tabel 1. Desain Penelitian *Nonequivalent Control Group Design*

Kelompok	Pretest	Treatment	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	-	O ₄

Keterangan:

O₁ : *Pretest* Kelompok Eksperimen

O₂ : *Posttest* Kelompok Eksperimen

O₃ : *Pretest* Kelompok Kontrol

O₄ : *Posttest* Kelompok Kontrol

X : Perlakuan terhadap Kelompok Eksperimen dengan Menggunakan Media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox

Pretest diberikan kepada siswa pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol sebelum pembelajaran dilaksanakan, untuk mengetahui kemampuan awal siswa terkait materi pengelolaan sampah. Selanjutnya, kelompok eksperimen diberikan perlakuan (*treatment*) berupa penggunaan media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox, sedangkan kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan dan melaksanakan pembelajaran konvensional. Setelah proses pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan *posttest* untuk mengetahui perubahan dan perbedaan tingkat literasi sains siswa. Pemberian *pretest* dan *posttest* bertujuan untuk mengetahui serta mengukur pengaruh penggunaan media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox terhadap tingkat literasi sains siswa kelas V pada materi pengelolaan sampah.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes berupa tes *pretest* dan *posttest* yang terdiri atas 25 butir soal

pilihan ganda, disusun berdasarkan indikator literasi sains yang mengacu pada kerangka PISA, meliputi kemampuan mengidentifikasi masalah ilmiah, menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan menggunakan bukti ilmiah pada materi pengelolaan sampah. Instrumen tersebut telah melalui uji validitas menggunakan korelasi *product moment* (Pearson), berdasarkan hasil uji validitas terhadap 25 butir soal tes yang telah diujicobakan, diperoleh 15 butir soal dinyatakan valid. Adapun uji reliabilitas menggunakan teknik *Cronbach's Alpha* dengan nilai koefisien reliabilitas sebesar 0,857, nilai tersebut menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas dengan kategori yang sangat tinggi dan layak digunakan untuk mengumpulkan data penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Media *Smart Trash Detector* Berbasis PictoBlox terhadap Literasi Sains (Kelompok Eksperimen)

Kemampuan literasi sains siswa kelas V pada kelompok eksperimen diukur melalui *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah perlakuan menggunakan media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox. Rekapitulasi hasil kedua tes disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai *Pretest* dan *Posttest* Kelompok Eksperimen

Nilai	N	Rentang	Terendah	Tertinggi	Rata-Rata
<i>Pretest</i>	27	0–100	27	87	67,22
<i>Posttest</i>	27	0–100	40	100	80,29

Sumber: Hasil olah data peneliti

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata nilai *pretest* sebesar 67,22 meningkat menjadi 80,29 pada *posttest*, atau terjadi kenaikan sebesar 13,07 poin. Untuk menguji signifikansi kenaikan tersebut, dilakukan uji normalitas Shapiro-Wilk terlebih dahulu,

yang hasilnya menunjukkan data *pretest* ($sig. = 0,008$) dan *posttest* ($sig. = 0,001$) tidak berdistribusi normal ($sig. < 0,05$), sehingga uji beda rata-rata dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik Wilcoxon. Hasil selengkapanya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas, Uji Wilcoxon, dan *N-Gain* Kelompok Eksperimen

Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)	Uji Wilcoxon (Asymp. Sig. 2-tailed)	<i>N-Gain</i>	Kategori
<i>Pretest</i> : 0,008 (tidak normal) <i>Posttest</i> : 0,001 (tidak normal)	0,000	0,41	Sedang

Sumber: Hasil olah data penelitian menggunakan IBM SPSS Statistics 16.0

Nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,000 ($< 0,05$) menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* pada kelompok eksperimen. Hal ini diperkuat oleh nilai *N-Gain* sebesar 0,41 yang tergolong kategori sedang. Kategori sedang pada nilai *N-Gain* ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan literasi sains siswa kelas V menggunakan media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox terbukti berpengaruh secara signifikan dan efektif. Siswa mampu mengidentifikasi masalah ilmiah, menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan menggunakan bukti untuk mengambil keputusan pada materi pengelolaan sampah, meski belum sampai pada tahap penguasaan yang optimal.

Hasil di lapangan menunjukkan bahwa rata-rata literasi sains siswa kelompok eksperimen meningkat dari 67,22 menjadi 80,29 dengan *N-Gain* kategori sedang (0,41), yang berarti perlakuan berupa media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox secara nyata membuat siswa lebih mampu mengidentifikasi masalah ilmiah,

menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan menggunakan bukti ilmiah pada materi pengelolaan sampah.

Temuan ini sesuai dengan prinsip *interactive engagement* dari Hake yang menyatakan bahwa pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif menghasilkan gain ternormalisasi yang lebih tinggi dibandingkan pembelajaran pasif. Media *Smart Trash Detector*, mengajak siswa mengarahkan objek ke kamera dan melihat langsung hasil klasifikasi sampah, sehingga menempatkan siswa sebagai pihak yang aktif berinteraksi dengan media, bukan sekadar penerima informasi. Selanjutnya, *Cognitive Theory of Multimedia Learning* dari Mayer menjelaskan bahwa perpaduan teks, gambar, karakter robot, dan interaksi digital pada media ini memungkinkan informasi diproses melalui dua kanal visual dan verbal secara bersamaan, sehingga pemahaman konsep dan retensi jangka panjang siswa menjadi lebih kuat. Peran PictoBlox sebagai basis pemrograman visual juga sejalan dengan teori *Constructionism Papert*, yang menegaskan bahwa belajar menjadi lebih

bermakna ketika siswa terlibat dalam membangun atau memprogram sesuatu, sehingga membuat siswa dapat bereksperimen tanpa terhambat kerumitan sintaks pemrograman. Kesesuaian ini juga didukung oleh tahap operasional konkret menurut Piaget, di mana siswa usia 10–11 tahun memerlukan objek atau representasi konkret dalam hal ini simulasi robot pendeteksi sampah akan membantu siswa memahami konsep abstrak tentang pengelolaan sampah.

Sejalan dengan hal tersebut, Atmojo dan Wardana (2025) menemukan bahwa pemanfaatan media dan teknologi digital yang interaktif merupakan strategi efektif untuk meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar di Indonesia. Adapun penelitian oleh Lailli dkk. (2026) yang menyatakan bahwa penerapan prinsip multimedia Mayer beserta *cognitive load theory* dapat mengoptimalkan pemrosesan informasi dan memudahkan cara berpikir siswa saat belajar menggunakan media digital. Hal tersebut ditegaskan oleh Christi dan Rajiman (2023) bahwa relevansi kerangka konstruksionisme *Papert* dalam pembelajaran berpikir komputasional di berbagai jenjang, termasuk sekolah dasar. Selain itu, penelitian pengembangan *game* edukasi pemilahan sampah organik-anorganik berbasis *Unity* oleh Abraham dan

Akuba (2025) menunjukkan bahwa mekanisme interaktif seperti *drag and drop* pada materi sejenis juga terbukti meningkatkan pengetahuan dan kesadaran siswa terhadap pengelolaan sampah.

Berdasarkan keterkaitan antara temuan empiris, landasan teoritis, dan hasil penelitian terdahulu yang relevan, dapat disimpulkan bahwa peningkatan kemampuan literasi sains pada kelompok eksperimen menunjukkan adanya pengaruh yang dapat dijelaskan secara empiris maupun teoretis. Peningkatan tersebut berkaitan dengan karakteristik media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox yang memfasilitasi keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran, mengintegrasikan berbagai representasi pembelajaran (multimodal), serta mendorong konstruksi pengetahuan melalui aktivitas pemrograman sederhana (*coding*).

Pengaruh Pembelajaran Konvensional terhadap Literasi Sains (Kelompok Kontrol)

Pada kelompok kontrol, pembelajaran dilaksanakan secara konvensional tanpa penggunaan media *Smart Trash Detector*, namun dalam kurun waktu dan materi yang sama dengan kelompok eksperimen. Rekapitulasi hasil *pretest* dan *posttest* kelompok kontrol disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai *Pretest* dan *Posttest* Kelompok Kontrol

Nilai	N	Rentang	Terendah	Tertinggi	Rata-Rata
<i>Pretest</i>	28	0–100	27	93	59,25
<i>Posttest</i>	28	0–100	33	93	67,57

Sumber: Hasil olah data penelitian menggunakan IBM SPSS Statistics 16.0

Rata-rata nilai *pretest* kelompok kontrol sebesar 59,25 meningkat menjadi 67,57 pada *posttest*, atau naik sebesar 8,32 poin lebih kecil dibandingkan kenaikan pada kelompok eksperimen. Uji normalitas

Shapiro-Wilk menunjukkan data *pretest* berdistribusi normal (*sig.* = 0,079), namun data *posttest* tidak normal (*sig.* = 0,013), sehingga uji beda rata-rata tetap

menggunakan uji nonparametrik Wilcoxon. Ringkasan hasil uji disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas, Uji Wilcoxon, dan *N-Gain* Kelompok Kontrol

Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)	Uji Wilcoxon (<i>Asymp. Sig. 2-tailed</i>)	<i>N-Gain</i>	Kategori
<i>Pretest</i> : 0,079 (normal)	0,002	0,17	Rendah
<i>Posttest</i> : 0,013 (tidak normal)			

Sumber: Hasil olah data penelitian menggunakan IBM SPSS Statistics 16.0

Nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,002 ($< 0,05$) menunjukkan tetap terdapat perbedaan yang signifikan antara *pretest* dan *posttest* kelompok kontrol, namun besar peningkatannya jauh lebih kecil, ditunjukkan oleh *N-Gain* sebesar 0,17 yang tergolong kategori rendah. Dengan demikian, pembelajaran konvensional memberikan pengaruh terhadap literasi sains siswa, tetapi kurang efektif dibandingkan penggunaan media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun pembelajaran konvensional tetap menghasilkan kenaikan literasi sains yang signifikan secara statistik, besar peningkatannya (*N-Gain* 0,17) jauh berada pada kategori rendah dan lebih kecil dibandingkan kelompok eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa transfer informasi tanpa dukungan media interaktif kurang mampu mendorong siswa berpikir ilmiah secara optimal.

Secara teoretis, temuan ini sejalan dengan prinsip Hake yang menyatakan bahwa kelas dengan metode konvensional cenderung menempatkan siswa sebagai penerima pasif sehingga menghasilkan gain ternormalisasi yang jauh lebih rendah dibandingkan kelas yang menerapkan metode interaktif. Penjelasan ini diperkuat oleh *Cognitive Theory of Multimedia Learning* Mayer, yang menekankan bahwa penyampaian informasi secara verbal saja tanpa dukungan elemen visual dan interaktif

membebani satu kanal pemrosesan informasi, sehingga pemahaman konsep dan retensi jangka panjang siswa menjadi kurang optimal dibandingkan pembelajaran yang memanfaatkan dua kanal (visual dan verbal) secara bersamaan.

Penelitian relevan turut mendukung interpretasi ini. Atmojo dan Wardana (2025) menemukan bahwa pembelajaran yang belum memanfaatkan teknologi digital dan media interaktif secara optimal berkontribusi pada rendahnya capaian literasi sains siswa sekolah dasar di Indonesia, sejalan dengan hasil data yang diperoleh kelompok kontrol pada penelitian ini.

Dengan demikian dapat diinterpretasikan bahwa pembelajaran konvensional bukan tidak berpengaruh sama sekali, tetapi kontribusinya terhadap peningkatan literasi sains bersifat terbatas karena minimnya keterlibatan aktif siswa dan absennya dukungan visual-interaktif yang mampu memperkuat pemrosesan informasi pada dua kanal sekaligus.

Perbedaan Pengaruh Media *Smart Trash Detector* Berbasis PictoBlox dengan Pembelajaran Konvensional terhadap Literasi Sains

Perbandingan dilakukan untuk mengetahui apakah kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang setara sebelum perlakuan, serta apakah perlakuan yang berbeda menghasilkan capaian akhir yang berbeda pula. Hasil perbandingan

statistik deskriptif dan uji beda *pretest-posttest* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Statistik Deskriptif dan Uji Beda *Pretest-Posttest* Kelompok Eksperimen dan Kontrol

Data	Rata-Rata Eksperimen	Rata-Rata Kontrol	Uji Beda Rata-Rata (Sig.)	Keterangan
<i>Pretest</i>	67,22	59,25	0,073 (Mann-Whitney U)	Tidak berbeda signifikan
<i>Posttest</i>	80,29	67,57	0,003 (Mann-Whitney U)	Berbeda signifikan

Sumber: Hasil olah data penelitian menggunakan IBM SPSS Statistics 16.0

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada kondisi awal (*pretest*), kedua kelompok tidak memiliki perbedaan rata-rata yang signifikan ($sig. = 0,073 > 0,05$), yang berarti kemampuan literasi sains awal siswa kelompok eksperimen dan kontrol berada pada tingkat yang setara. Setelah diberikan perlakuan yang berbeda, hasil *posttest* menunjukkan perbedaan rata-rata yang signifikan ($sig. = 0,003 < 0,05$), dengan kelompok eksperimen (80,29) lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol (67,57). Untuk memastikan besar peningkatan yang terjadi pada masing-masing kelompok, dilakukan pula uji beda *N-Gain* menggunakan Mann-Whitney U, sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan *N-Gain* Kelompok Eksperimen dan Kontrol

Kelompok	Rata-Rata <i>N-Gain</i>	Kategori	Uji Mann-Whitney U (Sig.)	Ket.
Eksperimen	0,41	Sedang	0,012	Signifikan
Kontrol	0,17	Rendah		

Sumber: Hasil olah data penelitian menggunakan IBM SPSS Statistics 16.0

Hasil uji Mann-Whitney U terhadap *N-Gain* menunjukkan *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,012 ($< 0,05$), sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan peningkatan literasi sains yang signifikan antara kedua kelompok. Peningkatan pada kelompok eksperimen (kategori sedang) jauh lebih besar dibandingkan kelompok kontrol (kategori rendah), yang mengonfirmasi bahwa penggunaan media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox lebih efektif meningkatkan literasi sains siswa dibandingkan pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, kedua kelompok yang pada kondisi awal memiliki kemampuan literasi sains yang setara menunjukkan capaian akhir dan besar

peningkatan yang berbeda secara signifikan setelah diberikan perlakuan yang berbeda. Pola ini menegaskan bahwa perbedaan hasil belajar semata-mata disebabkan oleh perbedaan perlakuan pembelajaran yang diberikan, yakni penggunaan media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox pada kelompok eksperimen, bukan oleh perbedaan kemampuan awal siswa.

Perbedaan ini dapat dijelaskan melalui tiga sudut pandang yang saling melengkapi. Pertama, *prinsip interactive engagement* yang dikemukakan oleh Hake menjelaskan mengapa metode aktif menghasilkan gain yang lebih tinggi secara umum dibandingkan metode pasif. Kedua, *Cognitive Theory of Multimedia Learning*

yang dikemukakan oleh Mayer dan teori *Constructionism* dari Papert menjelaskan mekanisme kognitif yang mendasari keunggulan media tersebut. Perpaduan unsur visual dan verbal dalam media pembelajaran mampu memperkuat pemrosesan informasi, sementara keterlibatan siswa dalam memprogram media melalui PictoBlox mendorong konstruksi pengetahuan yang lebih bermakna. Keduanya juga selaras dengan tahap operasional konkret Piaget pada siswa usia sekolah dasar. Ketiga, kerangka literasi sains PISA yang menekankan kompetensi mengidentifikasi masalah ilmiah, menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan menggunakan bukti ilmiah, menjelaskan mengapa pengalaman belajar berbasis simulasi dan proses ilmiah seperti mengamati klasifikasi otomatis pada *Smart Trash Detector* lebih efektif melatih kompetensi tersebut dibandingkan pembelajaran konvensional yang berorientasi pada transfer konten semata.

Temuan ini juga selaras dengan penelitian relevan mengenai pembelajaran berbasis teknologi pada materi pengelolaan sampah dan lingkungan. Tresnawati dan Budiman (2022) menemukan bahwa pendekatan *Digital Game-Based Learning Instructional Design* pada materi pengelolaan sampah lebih efektif menanamkan pemahaman dan kesadaran siswa dibandingkan penyampaian informasi konvensional, karena elemen interaktif dalam permainan mendorong keterlibatan aktif dan pemahaman kontekstual. Sejalan dengan itu, Abraham dan Akuba (2025) menunjukkan bahwa pendekatan berbasis permainan interaktif pada pengenalan sampah dan daur ulang meningkatkan daya tarik, partisipasi, dan pemahaman siswa sekolah dasar secara lebih baik dibandingkan metode pembelajaran pasif.

Berdasarkan keterkaitan antara data empiris, landasan teori, dan penelitian relevan tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox terbukti lebih unggul dibandingkan pembelajaran konvensional dalam meningkatkan literasi sains siswa kelas V pada materi pengelolaan sampah, karena media ini secara simultan memenuhi prinsip pembelajaran aktif, memfasilitasi pemrosesan informasi dua kanal, mendorong konstruksi pengetahuan melalui coding, serta sesuai dengan karakteristik kognitif dan kompetensi literasi sains yang menjadi sasaran penelitian.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox berpengaruh signifikan terhadap peningkatan literasi sains siswa kelas V pada materi pengelolaan sampah. Peningkatan literasi sains pada kelompok yang menggunakan media tersebut berada pada kategori sedang, jauh lebih tinggi dibandingkan peningkatan pada kelompok yang menerima pembelajaran konvensional yang hanya berada pada kategori rendah. Kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang setara sebelum diberikan perlakuan, sehingga perbedaan capaian akhir maupun besar peningkatan yang signifikan antara kedua kelompok dapat dipastikan disebabkan oleh perbedaan perlakuan pembelajaran yang diberikan, bukan oleh faktor kemampuan awal siswa.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media *Smart Trash Detector* berbasis PictoBlox terbukti lebih efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa kelas V pada materi pengelolaan sampah dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Hal ini dibuktikan secara

empiris melalui perolehan rata-rata *N-Gain* kelompok eksperimen sebesar 0,41 (kategori sedang) yang jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol sebesar 0,17 (kategori rendah), serta hasil uji Mann-Whitney U yang menunjukkan perbedaan tersebut signifikan (*Sig.* = 0,012). Dengan demikian, temuan penelitian ini menegaskan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi interaktif yang melibatkan siswa secara aktif dan memberikan pengaruh dalam meningkatkan literasi sains siswa kelas V khususnya pada materi pengelolaan sampah, sekaligus memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi dan manfaat praktis bagi guru dalam merancang pembelajaran IPA yang inovatif dan kontekstual.

DAFTAR RUJUKAN

- Abraham, H. H. E., & Akuba, I. R. J. (2025). Pengembangan Game Edukasi Pengenalan Sampah Dan Daur Ulang Berbasis Unity Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Literasi Indonesia*, 1. <https://doi.org/10.63822/3vpdix97>
- Abraham, I., & Supriyati, Y. (2022). Desain Kuasi Eksperimen Dalam Pendidikan: Literatur Review. *Jurnal Ilmiah Mandala Education (JIME)*, 8(3), 2442–9511. <https://doi.org/10.36312/jime.v8i3.3800>
- Atmojo, S. E., & Wardana, A. K. (2025). Pemanfaatan Teknologi Digital Sebagai Strategi Efektif Meningkatkan Literasi Sains di Sekolah Dasar. *Jayapangus Press Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 8(3). <https://doi.org/10.37329/cetta.v8i3.4237>
- Azzahra, F., & Putri, S. M. (2025). Penerapan Pendekatan Steam dalam Meningkatkan Berpikir Kritis Siswa Pada Pelajaran IPA. *Jurnal Kiprah Pendidikan*, 4(3), 262–269. <https://doi.org/10.33578/kpd.v4i3.p262-269>
- Christi, S. R. N., & Rajiman, W. (2023). Pentingnya Berpikir Komputasional dalam Pembelajaran Matematika. *Journal on Education*, 05(04), 12590–12598. DOI:10.31004/joe.v5i4.2246
- Dewi, L. W. Y., & Kusnita, K. L. (2023). Edukasi Pemilahan Sampah Sejak Dini di SDN 1 WONGAYA GEDE. *Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 166–170. <https://doi.org/10.35311/jmpm.v4i1.189>
- Hasan, E. N. (2024). Analisis Kemampuan Literasi Sains Siswa Pondok Pesantren dalam Memecahkan Masalah Kesehatan Tubuh: Studi Kasus di Pondok Pesantren Mamba'us Sholihin 8. *Madrasah Ibtidaiyah Education Journal*, 2(1), 53–64. <https://doi.org/10.63321/miej.v2i1.43>
- Lailli, A. N., Birzah, E. Q. F., Yulianingsih, Bilqis, M., Azhar, K., & Kusumaningrum, H. (2026). Analisis Karakteristik Media Pembelajaran Digital Melalui Perspektif Prinsip Multimedia Mayer Dan Cognitive Load Theory. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 3(2), 976–989. <https://doi.org/10.61722/jmia.v3i2.9635>
- Muadhdham, I. D., & Wisudaningsih, E. T. (2025). Perkembangan anak pada masa usia Sekolah. *Al Ikhlas Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2(2). <https://doi.org/10.64677/ppai.v2i2.228>
- Nafi'ah, Q. A., & Puspitarini, S. (2026). Implementasi Pembelajaran IBSC (Investigation Based Science Collaborative) untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa. *Paedagogie*, 21(1), 1141–1150. <https://doi.org/10.31603/paedagogie.v21i1.16346>
- Peldi, Syahrudin, & Asmurti. (2024). Penggunaan Media Sosial Sebagai Representasi Gaya Hidup Mahasiswa. Dalam *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial dan*

- Pendidikan* (Vol. 2, Nomor 2). <https://doi.org/10.12345/jisdik.v1i1>
- Rokhmawati, D., Kirom, N. R., & Yuniwati, E. D. (2022). Gerakan Pemuda Sadar Literasi di Sekitar Kampus Universitas Wisnuwardhana Malang (GEMAR LITERASI). *JAST: Jurnal Aplikasi Sains dan Teknologi*, 1–10. <https://doi.org/10.33366/jast.v6i1.3007>
- Soesana, A., Subakti, H., Karwanto, Fitri, A., Kuswandi, S., Sastri, L., Falani, I., Aswan, N., Hasibuan, F. A., & Lestari, H. (2023). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Penerbit Yayasan Kita Menulis.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta.
- Suparya, I. K., Suastra, I. W., & Arnyana, I. B. P. (2022). Rendahnya Literasi Sains: Faktor Penyebab Dan Alternatif Solusinya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 153–166. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v9i1.580>
- Suwandi, I., Asmi, D. Z., & Rachmat, Z. (2023). Desain Media Pembelajaran Teknologi Fisika Dan Sains Integrasi Mikrokontroler Dan Sensor Jarak. *Jurnal of electric and renewble Energy (JPER)*. <https://doi.org/10.59811/jper.v1i2.86>
- Tresnawati, D., & Budiman, A. A. (2022). *Game Edukatif Pengelolaan Sampah Menggunakan Digital Game Based Learning-Instructional Design*. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.18-2.834>