



Pengembangan *Flipbook* Berbasis *Augmented Reality* melalui Model PjBL untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Kelas V Sekolah Dasar

Santi Asfiyatul Abdiyati¹, Mohamad Fatih², Khoirul Wafa³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar

Surel: santiasvia@gmail.com¹, mohamadfatih@unublitar.ac.id²,

khoirulwafa0793@gmail.com³

Abstract

The low level of students' scientific literacy on the topic of light and its properties indicates the need for interactive learning media that can concretely visualize scientific concepts. This study aims to improve fifth-grade students' scientific literacy through the development of an Augmented Reality (AR)-based flipbook using the Project Based Learning (PjBL) model on the topic of light and its properties. The study employed a Research and Development (R&D) method using the ASSURE model and a mixed methods approach. The validation results showed that the developed media was categorized as highly valid based on material experts (95%), media experts (98%), and language experts (83%), as well as highly feasible based on teacher evaluation (90%). The results of the Paired Sample t-test indicated an improvement in students' scientific literacy, while the Independent Sample t-test showed a significant difference between the control and experimental classes ($0.006 < 0.05$). Therefore, the AR-based flipbook using the PjBL model is considered valid, feasible, and effective in improving students' scientific literacy on the topic of light and its properties.

Keyword: Augmented Reality, Flipbook, PjBL Model, Science Literacy

Abstrak

Rendahnya kemampuan literasi sains siswa pada materi cahaya dan sifatnya menunjukkan perlunya media pembelajaran yang interaktif dan mampu memvisualisasikan konsep secara konkret. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas V melalui pengembangan *flipbook* berbasis *augmented reality* dengan model *project based learning* pada materi tersebut menggunakan metode *Research and Development* dengan model ASSURE serta pendekatan *mixed methods*. Hasil validasi menunjukkan media termasuk kategori sangat valid berdasarkan ahli materi (95%), ahli media (98%), dan ahli bahasa (83%), serta sangat layak berdasarkan penilaian guru (90%). Hasil uji *Paired Sample t-Test* menunjukkan peningkatan literasi sains siswa, sedangkan uji *Independent Sample t-Test* menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas kontrol dan eksperimen ($0,006 < 0,05$). Dengan demikian, *flipbook* berbasis *augmented reality* melalui model PjBL dinyatakan valid, layak, dan efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa pada materi cahaya dan sifatnya.

Kata Kunci: *Augmented Reality*, *Flipbook*, Model PjBL, Literasi Sains

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) dirancang dengan menitikberatkan pada proses eksplorasi dan penemuan mandiri agar siswa mampu memahami berbagai fenomena alam serta sosial secara kontekstual (Botty et al., 2025; Daniel et al., 2025). Sebagai disiplin ilmu, IPAS mengkaji karakteristik makhluk hidup, dinamika peristiwa, dan fenomena alam semesta beserta hubungan sebab-akibat yang menyertainya. Pendapat ini selaras dengan pandangan Fauziah & Fatih (2021) dan Jiménez-Valverde (2025) yang menegaskan bahwa dalam paradigma IPAS, siswa harus diposisikan sebagai subjek utama atau pusat pembelajaran (*student-centered*). Keterlibatan aktif siswa dalam mengonstruksi pengetahuannya sendiri menjadi kunci utama untuk menciptakan pengalaman belajar yang bermakna (*meaningful learning*) sekaligus menumbuhkan pemahaman konseptual yang lebih mendalam dan komprehensif.

Efektivitas pembelajaran IPAS sangat bergantung pada sejauh mana siswa dapat mengasimilasi konsep melalui pengalaman langsung (*direct experience*), bukan sekadar mengandalkan paparan teoretis atau penjelasan verbal dari guru. Ditinjau dari perspektif perkembangan kognitif, siswa pada tingkat sekolah dasar berada pada fase operasional konkret. Pada tahapan ini, mereka belum mampu berpikir secara deduktif terhadap hal-hal yang bersifat abstrak tanpa adanya stimulus fisik (Ginting et al., 2025; Lestari et al., 2026). Oleh karena itu, siswa membutuhkan representasi contoh yang nyata, dukungan visual yang jelas, serta keterlibatan motorik aktif dalam proses pembelajaran agar materi yang kompleks

dapat diinternalisasi dengan lebih mudah dan akurat.

Dalam menjembatani kesenjangan antara materi pelajaran yang abstrak dan kapasitas berpikir konkret siswa, media pembelajaran memegang peran yang sangat strategis. Media tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu mengajar, melainkan sebagai instrumen yang mampu mereduksi tingkat abstraksi materi sehingga visualisasi konsep menjadi lebih konkret dan dapat diindra oleh siswa (Haryadi et al., 2026; Özdemir & Özçakır, 2026). Pemanfaatan media yang relevan terbukti secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman konseptual, menstimulasi rasa ingin tahu, serta memotivasi minat belajar siswa. Hal ini sejalan dengan argumentasi Désiron et al. (2025) dan Fatih et al. (2023) yang menyatakan bahwa intervensi media dalam pembelajaran efektif meminimalkan hambatan verbalisme dan memperjelas pesan akademis yang disampaikan.

Menyikapi tuntutan pendidikan di era digital dan kebutuhan akan konkretisasi materi, penggunaan teknologi dalam pembelajaran IPAS perlu dioptimalkan secara terstruktur. Integrasi teknologi seperti media interaktif, simulasi digital, maupun e-book berbasis kecerdasan buatan (*AI-assisted*) menawarkan solusi adaptif untuk menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan berpusat pada siswa (Bulut, 2025; Fayzullina et al., 2025). Melalui pemanfaatan teknologi yang tepat guna, kendala ruang dan waktu dalam menghadirkan fenomena alam atau sosial ke dalam kelas dapat teratasi (Pietrocola et al., 2025; Zhang & Yao, 2025). Dengan demikian, optimalisasi perangkat berbasis teknologi ini menjadi langkah krusial untuk mentransformasi pembelajaran IPAS menjadi lebih efektif,

efisien, dan relevan dengan karakteristik generasi pembelajar saat ini.

Berdasarkan hasil pengamatan di UPT SD Negeri Tlogo 02 Kabupaten Blitar, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran IPAS masih belum optimal. Proses pembelajaran cenderung didominasi oleh metode ceramah dan penjelasan verbal, sedangkan penggunaan media pembelajaran interaktif masih terbatas. Pada materi cahaya dan sifatnya, siswa lebih banyak menerima informasi daripada melakukan kegiatan eksplorasi atau pengamatan secara langsung. Padahal, konsep-konsep seperti perambatan cahaya, pemantulan, dan pembiasan memerlukan visualisasi serta pengalaman belajar yang konkret agar lebih mudah dipahami oleh siswa sekolah dasar. Selain itu, perbedaan kemampuan belajar antarsiswa menyebabkan pemahaman konsep yang diperoleh belum merata.

Kondisi tersebut berdampak pada kemampuan literasi sains siswa. Sebagian siswa menunjukkan kesulitan dalam menghubungkan konsep cahaya yang dipelajari dengan fenomena yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Ketika diberikan pertanyaan mengenai proses terbentuknya bayangan, pemantulan cahaya pada cermin, atau pembiasan cahaya pada air, siswa umumnya mampu menyebutkan konsep yang telah dipelajari, tetapi belum mampu memberikan penjelasan ilmiah yang tepat. Selain itu, kemampuan siswa dalam menginterpretasikan informasi, mengemukakan alasan berdasarkan konsep sains, serta menerapkan pengetahuan untuk menjelaskan suatu fenomena masih perlu ditingkatkan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa pada materi cahaya dan sifatnya belum berkembang secara optimal.

Temuan tersebut mengindikasikan perlunya media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep secara konkret, meningkatkan keterlibatan siswa, serta mendukung pengembangan literasi sains. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah *flipbook* berbasis *augmented reality*. *Augmented reality* mampu menampilkan objek tiga dimensi, video, suara, dan teks secara interaktif sehingga konsep yang abstrak dapat divisualisasikan secara lebih nyata (Dendodi et al., 2024; Silmi & Bektiningsih, 2025). Dengan karakteristik tersebut, *flipbook* berbasis AR dapat membantu siswa memahami konsep cahaya melalui pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna.

Flipbook berbasis *augmented reality* dipadukan dengan model *project based learning* (PjBL). Model ini menekankan keterlibatan aktif siswa melalui kegiatan proyek, investigasi, dan pemecahan masalah. Voronkin & Lushchin (2026) dan Wulandari et al. (2026) menyatakan bahwa PjBL relevan diterapkan pada materi cahaya dan sifatnya karena memungkinkan siswa melakukan percobaan sederhana untuk mengamati fenomena pemantulan, pembiasan, dan perambatan cahaya secara langsung. Selain meningkatkan pemahaman konsep, PjBL juga mendukung perkembangan literasi sains melalui kegiatan mengamati, menalar, menganalisis data, dan mengomunikasikan hasil temuan secara ilmiah

Materi yang dikembangkan dalam penelitian ini berfokus pada cahaya dan sifatnya sebagai bagian dari pembelajaran IPAS kelas V sekolah dasar. Materi ini mencakup pengertian cahaya, sumber cahaya, serta sifat-sifat

cahaya seperti merambat lurus, dipantulkan, dan dibiaskan. Menurut Maharani et al. (2024) dan Nasif et al. (2025) materi cahaya dan sifatnya membahas bagaimana cahaya merambat dan berinteraksi dengan benda di sekitarnya. Materi ini dipilih karena dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga memungkinkan siswa menghubungkan konsep yang dipelajari dengan pengalaman nyata.

Literasi sains merupakan kemampuan memahami konsep sains, menjelaskan fenomena ilmiah, serta menggunakan pengetahuan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari (Putri et al., 2025; Roy et al., 2025). Oleh karena itu, pengembangan *flipbook* berbasis AR yang dipadukan dengan model PjBL diharapkan dapat mendukung peningkatan literasi sains siswa melalui penyajian konsep yang konkret dan aktivitas pembelajaran yang berpusat pada siswa.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *flipbook* berbasis AR mampu meningkatkan kualitas pembelajaran, terutama dalam pemahaman konsep dan literasi sains. Penelitian Barokah et al. (2025) menunjukkan bahwa integrasi augmented reality pada *flipbook* dapat memperjelas visualisasi konsep IPA dan meningkatkan literasi sains siswa. Selain itu, Agustiana & Islamadina (2025) menemukan bahwa media tersebut mampu meningkatkan motivasi belajar dan membantu siswa memahami proses ilmiah secara lebih konkret. Namun, berdasarkan kajian penelitian terdahulu, studi yang mengintegrasikan *flipbook* berbasis augmented reality dengan model *project based learning* pada materi cahaya dan sifatnya untuk meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini

dilakukan untuk mengembangkan *flipbook* berbasis *augmented reality* melalui model *project based learning* pada materi cahaya dan sifatnya guna meningkatkan literasi sains siswa kelas V di UPT SD Negeri Tlogo 02 Kabupaten Blitar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang berorientasi pada prosedur pengembangan suatu produk sekaligus menguji tingkat kevalidan produk tersebut secara empiris. Untuk menghasilkan analisis yang komprehensif, pendekatan R&D ini dipadukan dengan metode kombinasi (*mixed methods*). Integrasi antara data kualitatif dan kuantitatif dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam, utuh, serta saling melengkapi (*complementary*) (Sugiyono, 2023; Tampubolon, 2023). Data kualitatif digunakan untuk mengeksplorasi proses desain dan masukan deskriptif dari para ahli, sedangkan data kuantitatif dioptimalkan untuk mengukur validitas dan efektivitas produk secara terukur.

Prosedur pengembangan dalam penelitian ini berpedoman pada model ASSURE yang diadaptasi secara sistematis. Model ini terdiri dari enam tahapan operasional, yaitu: *Analyze Learners* (analisis karakteristik peserta didik), *State Objectives* (merumuskan tujuan pembelajaran), *Select Methods, Media, and Materials* (memilih metode, media, dan materi), *Utilize Media and Materials* (memanfaatkan media dan materi), *Require Learner Participation* (mengembangkan partisipasi peserta didik), serta *Evaluate and Revise* (melakukan evaluasi dan revisi)

(Nasution & Junaidi, 2024; Pakaya et al., 2023). Model ASSURE dipilih secara sengaja karena karakteristiknya yang sangat relevan dengan kebutuhan praktis di kelas, khususnya dalam upaya mengembangkan *flipbook* berbasis *augmented reality* melalui model *Project-Based Learning* (PjBL) guna meningkatkan literasi sains peserta didik kelas V sekolah dasar.

Subjek uji coba dalam penelitian ini melibatkan peserta didik kelas V sekolah dasar yang dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen, dengan masing-masing kelompok berjumlah 18 anak. Pengumpulan data dilakukan secara komprehensif menggunakan empat jenis instrumen utama, yaitu lembar observasi, pedoman wawancara, kuesioner (angket), dan instrumen tes. Observasi dan wawancara digunakan untuk menjangkau data kualitatif pra dan pasca-pengembangan, kuesioner dialokasikan untuk mengukur validitas serta respon pengguna, sementara instrumen tes digunakan secara khusus untuk mengukur peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik setelah implementasi produk.

Data yang diperoleh dari angket ahli (validasi) dan angket respon guru mengenai kelayakan media pembelajaran dianalisis secara kuantitatif deskriptif. Peneliti menghitung persentase skor berdasarkan penilaian para ahli yang mencakup empat materi sentral, yaitu aspek materi, aspek media, aspek bahasa, dan aspek kelayakan instruksional. Untuk menentukan tingkat kevalidan dan kelayakan produk tersebut, perhitungan persentase skor penilaian dilakukan dengan menggunakan rumus analisis persentase sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum X}{\sum Xi} \times 100\%$$

Keterangan:

- P : Persentase
- $\sum \chi$: Jumlah skor jawaban responden secara keseluruhan
- $\sum \chi_i$: Jumlah skor maksimal secara keseluruhan

Skor perhitungan validasi dan kelayakan kemudian diinterpretasikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Kriteria Kevalidan dan Kelayakan

No.	Kriteria	Keterangan
1.	81,00%-100,00%	Sangat valid
2.	61,00%-80,00%	Valid
3.	41,00%-60,00%	Kurang valid
4.	21,00%-40,00%	Tidak valid
5.	0,00%-20,00%	Sangat tidak valid

Variabel dalam penelitian menggunakan instrumen tes yang dianalisis melalui pengujian prasyarat dan hipotesis. Uji instrumen berupa validitas dan reliabilitas untuk

mengetahui apakah instrumen tes dan angket valid dan reliabel dalam mengukur variabel tersebut. Pengujian dilakukan melalui rumus koefisien *korelasi moment product* dengan indeks

validitas $\geq 0,404$. Sedangkan uji reliabilitas dengan rumus *Cronbach Alpha* dengan indeks reliabilitas minimal $\geq 0,60$.

Normalitas dianalisis menggunakan *Shapiro Wilk*. Sementara itu, pengujian keseragaman varians dilakukan melalui prosedur *Levene*. Jika nilai probabilitasnya lebih tinggi dari batas yang ditetapkan, yaitu 0,05, data dianggap memenuhi persyaratan. sehingga ditentukan apakah setiap kelas memiliki pengaruh yang signifikan. Selain itu, perbedaan hasil antar kelompok memakai *Independent Sample T-test* untuk memastikan tingkat signifikansi yang dicapai. Dapat disimpulkan bahwa jika nilainya kurang dari 0,05, maka penggunaan *flipbook* berbasis AR berperan dalam mendukung peningkatan literasi sains pada peserta didik. Seluruh proses analisis data melalui pemanfaatan perangkat lunak *SPSS statistics* versi 22.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Produk yang dihasilkan berupa pengembangan *flipbook* berbasis *augmented reality* model PjBL. Media pembelajaran ini difokuskan pada konsep cahaya dan sifatnya, dirancang khusus untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas V sd dan menciptakan lingkungan belajar IPAS yang lebih kreatif. Pengembangan mengacu model ASSURE melalui enam tahapan, yaitu:

1. Analisis Siswa (*Analyze Learners*)

Kegiatan penelitian diawali dengan mengidentifikasi berbagai permasalahan yang terjadi di sekolah, dengan fokus utama pada proses pembelajaran IPAS yang berlangsung di kelas V UPT SD Negeri Tlogo 02. Observasi dan wawancara dengan guru

kelas memperoleh beberapa temuan, yaitu: (1) siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi pembelajaran, khususnya pada topik cahaya dan sifatnya jika hanya menggunakan buku ajar atau LKS (2) proses pembelajaran yang masih bersifat konvensional sehingga siswa cenderung kurang terlibat serta kehilangan antusiasme dalam pembelajaran, (3) pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi masih terbatas sehingga belum mendukung pemahaman siswa secara optimal, dan (4) tingkat literasi sains siswa tergolong rendah, sehingga berpengaruh terhadap capaian hasil belajar siswa. Permasalahan diatas diperlukan adanya pengembangan media pembelajaran kreatif untuk meningkatkan pemahaman dan literasi sains siswa.

2. Menetapkan Tujuan (*State Objectives*)

Menentukan tujuan dan standar pembelajaran disesuaikan kondisi di sekolah lokasi penelitian agar pengembangan media yang dilakukan relevan. Penetapan tujuan pembelajaran mengacu pada kurikulum merdeka dengan berpedoman pada capaian pembelajaran (CP). Tujuan yang ditetapkan, yakni: (1) melalui kegiatan mengamati *flipbook*, peserta didik mampu mengidentifikasi fenomena cahaya dalam kehidupan sehari-hari dengan tepat, (2) melalui kegiatan percobaan sederhana, peserta didik mampu menyajikan hasil pengamatan tentang sifat-sifat cahaya dengan tepat.

3. Memilih Metode, Media, dan Materi (*Selecting Methods, Media, and Materials*)

Tahap ini berfokus pada pemilihan dan perancangan komponen pembelajaran, meliputi bahan ajar, media, strategi, dan materi sesuai tujuan pembelajaran sehingga tercapai secara

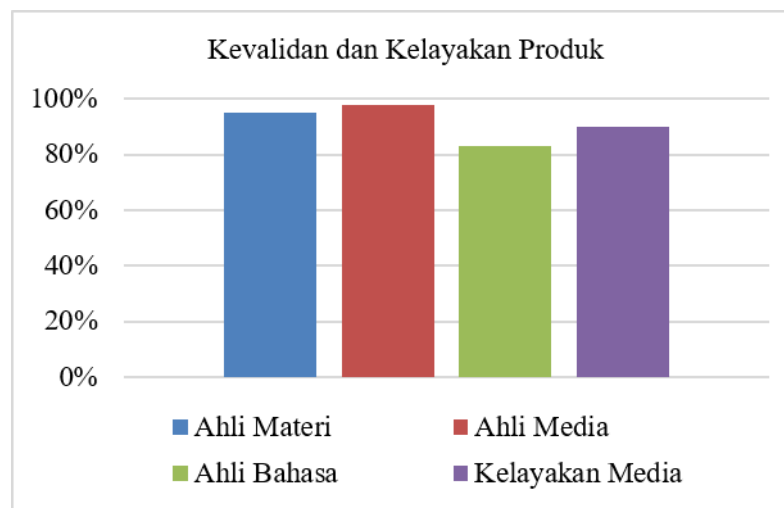
optimal. Peneliti menetapkan *flipbook* berbasis *augmented reality* sebagai bahan dan media ajar yang digunakan, dengan memadukan model *Project Based Learning* (PJBL) dalam proses pembelajarannya.

Materi yang disajikan berfokus pada konsep cahaya dan sifatnya dalam pembelajaran IPAS kelas V, dengan tampilan yang interaktif dan menarik. *Flipbook* dilengkapi dengan fitur seperti video pembelajaran, visualisasi 3 dimensi berbasis *augmented reality*, latihan soal, serta tautan interaktif yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Penggunaan media ini diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan siswa serta mendukung peningkatan literasi sains

4. Pemanfaatan Media dan Materi (*Utilize Media and Materials*)

Pada tahapan validasi, *flipbook* yang dikembangkan kepada para validator ahli, yakni materi, media, dan

bahasa. Selain itu, melakukan uji kelayakan yang ditujukan kepada guru kelas V SD, agar *flipbook* dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran. Penilaian terhadap produk yang dikembangkan menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat tinggi. Skor yang diberikan oleh validator materi mencapai 95%, sedangkan penilaian dari validator media sebesar 98%. Sementara itu, aspek kebahasaan memperoleh nilai 83%. Seluruh hasil tersebut berada pada kategori sangat valid. Selain itu, uji kelayakan produk juga menunjukkan persentase sebesar 90%, sehingga media yang dikembangkan dinyatakan sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Adapun hasil uji kelayakan produk dalam bentuk grafik disajikan berikut ini untuk mempermudah pemahaman terhadap tingkat kelayakan media yang dikembangkan.



Grafik 1. Kevalidan dan Kelayakan Produk

5. Melibatkan Partisipasi Peserta Didik (*Requiring Learner Participation*)

Flipbook berbasis *augmented reality* yang disusun dan sudah melewati tahap validasi oleh para ahli, kemudian

diujicobakan kepada siswa kelas VI. Produk diimplementasikan di kelas V dengan 2 kelas yaitu kontrol dan eksperimen dengan masing-masing berjumlah 18. Pelaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen memanfaatkan

flipbook berbasis *augmented reality*, sedangkan kelompok kontrol diberikan bahan ajar konvensional (LKS). Pengukuran peningkatan literasi sains dilakukan guna mengetahui efektivitas *flipbook*.

Setiap item tes memenuhi kriteria validitas dengan nilai $\geq 0,404$. Skor reliabilitas sebesar 0,733 lebih tinggi dari persyaratan minimum dengan nilai sebesar 0,60. Temuan ini mengindikasikan bahwa instrumen memiliki tingkat konsistensi yang baik. Dengan demikian, instrumen dinyatakan valid dan layak untuk mengukur kemampuan literasi sains. Nilai rata-rata *pretest* kelompok kontrol sebesar 62,22 naik ke 74,44 pada *posttest*. Sedangkan, kelas eksperimen dari 63,33 menjadi 85,56. Hal ini menandakan peningkatan prestasi belajar yang lebih besar pada kelas eksperimen daripada kontrol tanpa media *flipbook augmented reality*.

Langkah selanjutnya yaitu uji normalitas. Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah data normal. Kriteria pengambilan keputusan pada uji normalitas didasarkan pada nilai signifikansi (Sig.) yang lebih besar dari 0,05. Apabila nilai signifikansi memenuhi kriteria tersebut, data dinyatakan berdistribusi normal sehingga dapat digunakan dalam analisis statistik parametrik. Seluruh data *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen memiliki nilai signifikansi di atas 0,05. Pada kelas kontrol diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,66 untuk *pretest* dan 0,77 untuk *posttest*. Sementara itu, pada kelas eksperimen

nilai signifikansi *pretest* sebesar 1,00 dan *posttest* sebesar 0,77. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data penelitian telah memenuhi asumsi normalitas sehingga layak digunakan pada tahap analisis berikutnya.

Setelah asumsi normalitas terpenuhi, dilakukan uji homogenitas menggunakan *Levene's Test* untuk mengetahui kesamaan varians antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Dasar pengambilan keputusan dalam uji homogenitas adalah nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,05. Hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi sebesar 1,000. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa varians data pada kedua kelompok bersifat homogen atau memiliki tingkat keragaman yang relatif sama.

Terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa data telah memenuhi persyaratan untuk dilakukan pengujian hipotesis menggunakan statistik parametrik. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan dengan *Paired Sample T-Test* untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah pembelajaran pada masing-masing kelas. Pada kelas eksperimen, pengujian dilakukan untuk menganalisis pengaruh penggunaan media *flipbook* berbasis *augmented reality* terhadap kemampuan literasi sains siswa. Adapun pada kelas kontrol, pengujian bertujuan untuk mengetahui perubahan kemampuan literasi sains siswa setelah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS).

Tabel 2. Hasil Uji Paired Sample T-Test

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pretest Kelas Kontrol - Posttest Kelas Kontrol	-12,222	8,085	1,906	-16,243	-8,202	-6,414	17	,000
Pair 1	Pretest Kelas Eksperimen - Posttest Kelas Eksperimen	-22,222	6,468	1,524	-25,438	-19,006	-14,577	17	,000

Nilai signifikansi yang diperoleh pada kelompok eksperimen maupun kontrol adalah sebesar 0,000. Temuan tersebut mengindikasikan adanya perbedaan yang bermakna secara statistik pada kemampuan literasi sains siswa antara sebelum dan setelah diberikan perlakuan pembelajaran. Oleh karena itu, baik penggunaan LKS pada kelas kontrol maupun *flipbook* berbasis *augmented reality* pada kelas eksperimen terbukti memberikan dampak meningkatkan literasi sains siswa.

Untuk membandingkan hasil antara kedua kelompok tersebut, peneliti juga melakukan pengujian lebih lanjut melalui *Independent Sample T-test*. Tujuannya ialah menguji adanya perbedaan signifikan kedua kelas, khususnya upaya meningkatkan kemampuan literasi sains siswa melalui penerapan *flipbook* berbasis *augmented reality* dibandingkan dengan lembar kerja siswa (LKS).

Tabel 3. Hasil Uji Independent Sample T-Test

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Hasil	Equal variances assumed	,000	1,000	-2,901	34	,006	-11,111	3,830	-18,895	-3,327
	Equal variances not assumed			-2,901	34,000	,006	-11,111	3,830	-18,895	-3,327

Berdasarkan hasil analisis, terdapat perbedaan karena nilai dengan asumsi varians yang sama adalah $0,006 < 0,05$, menunjukkan adanya perbedaan kemampuan literasi sains pada kedua kelompok ketika dibandingkan, Maka literasi sains siswa lebih optimal dicapai melalui penggunaan *flipbook* berbasis *augmented reality* dibandingkan dengan LKS. Melalui tahap ini, proses pembelajaran melibatkan keaktifan siswa dalam mengakses media. Dengan

demikian, implementasi materi yang bersifat kontekstual dan interaktif.

6. Evaluasi dan Revisi (*Evaluate and Revise*)

Flipbook diakhiri dengan tahapan evaluasi yang dilanjutkan dengan revisi produk. Perbaikan dilakukan dengan mengacu pada masukan yang diperoleh dari para ahli selama tahap validasi. Desain media yang dikembangkan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Revisi Produk

Desain Produk Sesudah Revisi	Keterangan
	<p>Pembuka materi cahaya dan sifatnya dilengkapi video berbasis permasalahan sebagai stimulus pembelajaran. Penambahan video ini bertujuan mengarahkan siswa mengidentifikasi permasalahan, membangun rasa ingin tahu, dan mempersiapkan pemahaman awal sebelum memasuki materi cahaya dan sifat-sifatnya.</p>
	<p>Pada fitur <i>Augmented Reality</i> (AR), Konten telah diintegrasikan secara langsung ke dalam <i>flipbook</i> sehingga dapat diakses secara lebih praktis tanpa memerlukan proses pemindaian tambahan. Perbaikan ini bertujuan untuk memudahkan siswa dalam menggunakan fitur AR serta meningkatkan efisiensi selama proses pembelajaran.</p>

Media yang dipadukan dengan teknologi *augmented reality* efektif dalam mendorong peningkatan literasi sains siswa. *flipbook* berfungsi sebagai bahan ajar sekaligus media pembelajaran yang memuat materi cahaya dan sifatnya dengan penyajian interaktif dalam bentuk buku digital. Hal ini mempermudah guru dan siswa dalam mengakses materi secara fleksibel, dimanapun dan kapanpun.

Kondisi ini menunjukkan pentingnya pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Dengan demikian, *flipbook* berbasis *augmented reality* mampu meningkatkan literasi sains siswa, memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, serta mendukung pembelajaran yang lebih adaptif dan relevan dengan perkembangan zaman.

Pembahasan

Pengembangan *Flipbook*

Pengembangan *flipbook* berbasis *augmented reality* dilakukan menggunakan model ASSURE diawali dengan tahap Analyze Learners. Hasil analisis menunjukkan kemampuan literasi sains dan pemahaman konsep siswa pada materi cahaya dan sifatnya masih perlu ditingkatkan karena pembelajaran masih didominasi penggunaan LKS dan metode konvensional, sehingga partisipasi siswa relatif rendah. Selain itu, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran juga masih terbatas. Oleh karena itu, pengembangan media disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Fatih et al. (2024) menyatakan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran perlu mempertimbangkan kondisi siswa agar dapat mendukung proses belajar secara optimal. Selanjutnya, pada tahap State

Objectives, tujuan pembelajaran dirumuskan berdasarkan capaian pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka dengan mempertimbangkan pendekatan konstruktivisme yang berorientasi pada siswa. Menurut Fatih & Alfi (2021), tujuan pembelajaran akan lebih mudah tercapai apabila siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Pada tahap *Select Methods, Media, and Materials*, *flipbook* dirancang sesuai kebutuhan siswa dengan memadukan teks, gambar, video, dan fitur *augmented reality*. Rijeqiani et al. (2025) menegaskan bahwa kemampuan siswa dapat berkembang melalui pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan belajar mereka. Selain itu, *flipbook* dilengkapi video permasalahan pada awal pembelajaran yang berfungsi memancing rasa ingin tahu siswa terhadap fenomena yang dipelajari. Kegiatan tersebut selaras dengan sintaks pertanyaan mendasar dalam *Project Based Learning* (PjBL) yang mendorong siswa mengamati fenomena, mengidentifikasi masalah, dan mengemukakan dugaan awal. Aktivitas ini menjadi langkah awal dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah siswa. Sejalan dengan itu, Fatih (2023) menekankan bahwa bahan ajar digital yang tersusun secara sistematis dan mudah digunakan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Tahap *Require Learner Participation* diwujudkan melalui kegiatan proyek pembuatan diorama yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merencanakan, membuat, dan mempresentasikan hasil proyek. Kegiatan tersebut selaras dengan sintaks perencanaan proyek, pelaksanaan proyek, dan uji hasil dalam PjBL. Secara teoretis, tahap ini menjadi bagian yang paling berkontribusi dalam

mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah karena siswa terlibat langsung dalam proses observasi, diskusi, pemecahan masalah, dan penyajian hasil. Temuan ini sejalan dengan penelitian Kristina et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah melalui keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan investigasi. Hasil tersebut juga didukung oleh Agustiana & Islamadina (2025) yang menemukan bahwa penyajian masalah kontekstual dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan mengamati, menganalisis, dan menarik kesimpulan terhadap suatu fenomena ilmiah. Pada tahap Evaluate and Revise, flipbook dievaluasi oleh ahli dan guru kemudian direvisi berdasarkan masukan yang diberikan. Sugiyono (2023) menegaskan bahwa produk penelitian dan pengembangan perlu melalui validasi dan revisi secara berulang, sedangkan Fatih & Alfi (2021) menambahkan bahwa evaluasi penting dilakukan untuk memastikan penggunaan teknologi dapat mendukung pembelajaran secara optimal.

Kevalidan dan Kelayakan *Flipbook*

Flipbook berbasis augmented reality yang telah dikembangkan selanjutnya melalui tahap validasi untuk memastikan kualitas dan kelayakannya sebelum diterapkan dalam pembelajaran. Proses validasi dilakukan oleh ahli materi, ahli media, ahli bahasa, dan guru kelas V sebagai praktisi pembelajaran. Tahap ini penting dalam penelitian pengembangan karena berfungsi untuk menilai kesesuaian produk dengan tujuan pembelajaran serta kebutuhan pengguna. Sugiyono (2023) menyatakan bahwa validasi merupakan bagian penting dalam penelitian dan pengembangan untuk memastikan produk yang dihasilkan

layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Hasil validasi ahli materi memperoleh persentase sebesar 95% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan dalam flipbook telah sesuai dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, serta karakteristik materi cahaya dan sifatnya pada Kurikulum Merdeka. Temuan ini menunjukkan bahwa isi materi yang dikembangkan telah memenuhi aspek ketepatan konsep, kedalaman materi, dan kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik. Sejalan dengan itu, Azizah et al. (2025) menyatakan bahwa suatu produk pembelajaran dapat dinyatakan valid apabila telah memenuhi kriteria penilaian dari ahli materi.

Validasi ahli media memperoleh persentase sebesar 98% dengan kategori sangat layak. Penilaian tersebut menunjukkan bahwa aspek tampilan, desain, keterbacaan, tata letak, dan integrasi fitur *augmented reality* telah mendukung penggunaan media dalam pembelajaran. Sementara itu, validasi ahli bahasa memperoleh persentase sebesar 83% dengan kategori sangat layak yang menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam flipbook telah sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, komunikatif, dan mudah dipahami oleh siswa sekolah dasar. Selain itu, guru kelas V memberikan persentase sebesar 90% dengan kategori sangat layak karena flipbook dinilai mampu mendukung pembelajaran IPAS serta meningkatkan ketertarikan siswa dalam mengikuti pembelajaran.

Secara keseluruhan, hasil validasi memperoleh rata-rata persentase sebesar 92% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *flipbook* berbasis *augmented*

reality telah memenuhi aspek isi, media, bahasa, dan kebutuhan pengguna sehingga layak digunakan dalam pembelajaran IPAS kelas V sekolah dasar. Temuan ini sejalan dengan pendapat Agustin et al. (2026) yang menyatakan bahwa media pembelajaran yang memiliki tingkat validitas tinggi cenderung lebih efektif dalam membantu siswa menerima, memahami, dan mengonstruksi informasi selama proses pembelajaran.

Peningkatan Literasi Sains Kelas Kontrol

Peningkatan literasi sains pada kelas kontrol diukur melalui hasil *pretest* dan *posttest* setelah pembelajaran menggunakan LKS. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata dari 62,22 pada *pretest* menjadi 74,44 pada *posttest*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan LKS tetap memberikan kontribusi terhadap peningkatan pemahaman siswa pada materi cahaya dan sifatnya. Melalui aktivitas membaca, mengamati, dan mengerjakan latihan yang terdapat dalam LKS, siswa memperoleh kesempatan untuk memperkuat pemahaman konsep yang dipelajari.

Hasil uji prasyarat menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dengan nilai signifikansi *pretest* sebesar 0,066 dan *posttest* sebesar 0,077 ($>0,05$). Selain itu, hasil uji homogenitas memperoleh nilai signifikansi 0,751 ($>0,05$), sehingga data memenuhi syarat untuk dilakukan uji lanjutan. Hasil uji *Paired Sample T-Test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($<0,05$), yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*. Dengan demikian, penggunaan LKS terbukti mampu meningkatkan literasi sains siswa. Meskipun demikian,

peningkatan yang diperoleh masih relatif terbatas karena pembelajaran lebih banyak mengandalkan penyajian materi dalam bentuk teks dan gambar sehingga pengalaman belajar yang diperoleh siswa belum sepenuhnya bersifat interaktif.

Peningkatan Literasi Sains Kelas Eksperimen

Peningkatan literasi sains pada kelas eksperimen diukur melalui hasil *pretest* dan *posttest* setelah penggunaan *flipbook* berbasis *augmented reality*. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan rata-rata nilai dari 63,33 pada *pretest* menjadi 85,56 pada *posttest* dengan selisih sebesar 22,22 poin. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *flipbook* berbasis *augmented reality* mampu membantu siswa memahami konsep cahaya dan sifatnya secara lebih optimal. Visualisasi yang ditampilkan melalui *augmented reality* memungkinkan siswa mengamati konsep yang bersifat abstrak secara lebih konkret sehingga memudahkan proses pemahaman. Penggunaan media pembelajaran interaktif dapat membantu siswa memahami materi dan mengurangi tingkat kesulitan dalam mempelajari suatu konsep.

Berdasarkan hasil uji prasyarat, data kelas eksperimen berdistribusi normal dan homogen sehingga layak digunakan untuk uji *Paired Sample T-Test*. Hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($<0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *flipbook* berbasis *augmented reality* efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa. Selain menyajikan materi secara visual dan interaktif, media ini juga dilengkapi video permasalahan serta aktivitas proyek yang mendorong

keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran. Oleh karena itu, proses belajar menjadi lebih konkret, bermakna, dan mampu membantu siswa menghubungkan konsep yang dipelajari dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari.

Perbedaan Peningkatan Literasi Sains Kelas Kontrol dan Eksperimen

Uji *Independent Sample T-Test* dilakukan untuk mengetahui perbedaan peningkatan literasi sains antara kelas kontrol yang menggunakan LKS dan kelas eksperimen yang menggunakan *flipbook* berbasis *augmented reality*. Pengujian ini dilakukan setelah data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas sehingga layak digunakan untuk analisis lebih lanjut. Berdasarkan hasil penelitian, jumlah siswa pada masing-masing kelas sebanyak 18 orang. Nilai rata-rata *posttest* kelas kontrol sebesar 74,44, sedangkan kelas eksperimen mencapai 85,56. Hasil tersebut menunjukkan bahwa capaian literasi sains siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,006 ($<0,05$), sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Selisih rata-rata sebesar 11,12 poin mengindikasikan bahwa penggunaan *flipbook* berbasis *augmented reality* memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan literasi sains siswa dibandingkan penggunaan LKS. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena siswa pada kelas eksperimen memperoleh pengalaman belajar yang lebih beragam melalui visualisasi *augmented reality*, video permasalahan, dan kegiatan proyek pembuatan diorama yang terintegrasi dalam pembelajaran.

Aktivitas tersebut memungkinkan siswa untuk mengamati fenomena, menganalisis informasi, mendiskusikan solusi, dan mengomunikasikan hasil yang diperoleh sehingga keterlibatan siswa dalam pembelajaran menjadi lebih tinggi.

Penggunaan media yang memadukan unsur visual, interaktif, dan kontekstual dapat membantu siswa memahami konsep yang bersifat abstrak dengan lebih mudah. Selain itu, kegiatan proyek yang diterapkan juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung. Temuan ini sejalan dengan penelitian Fatih et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah melalui keterlibatan aktif siswa dalam proses investigasi. Penyajian masalah kontekstual membantu mengembangkan kemampuan mengamati, menganalisis, dan menarik kesimpulan terhadap suatu fenomena. Dengan demikian, penggunaan *flipbook* berbasis *augmented reality* terbukti lebih efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa dibandingkan penggunaan LKS konvensional.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa media *flipbook* berbasis *augmented reality* dengan menerapkan *project based learning* yang dikembangkan melalui model ASSURE telah memenuhi kriteria sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar. Media yang dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi sains siswa serta memberikan hasil yang lebih

baik dibandingkan pembelajaran yang menggunakan media konvensional. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi AR dalam *flipbook* dapat mendukung terciptanya pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan bermakna. Oleh karena itu, media *flipbook* berbasis AR direkomendasikan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan oleh guru sekolah dasar untuk mendukung pengembangan literasi sains siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustiana, M., & Islamadina, R. (2025). Pengembangan Flipbook Berbasis Augmented Reality (AR) pada Mata Pelajaran IPAS Materi Sistem Gerak Manusia di MIN 20 Aceh Besar. *Jurnal Elektronika Dan Teknologi Informasi*, 6(2), 1–11. <https://jurnal.uniki.ac.id/index.php/jet/article/view/539>
- Agustin, L. K., Fatih, M., & Alfi, C. (2026). Pengembangan Media Booklet Berbasis Augmented Reality pada Materi Pencernaan Manusia Meningkatkan Literasi Sains Siswa Kelas 5 SDN Garingan 03 Kabupaten Blitar. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 9(2), 2611–2619. <https://doi.org/10.54371/jiip.v9i2.10779>
- Azizah, K. S., Fatih, M., & Alfi, C. (2025). Sipoe Book Berbasis Augmented Reality Meningkatkan Self Regulated Learning Dan Literasi Sains Siswa Kelas VI Sekolah Dasar. *Elementary School: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Ke-SD-An*, 12(1), 38–52. <https://es.upy.ac.id/index.php/es/article/view/4338>
- Barokah, A., Sunaryati, T., & Adelia, A. (2025). Pengaruh Media Pembelajaran Flipbook Berbasis Augmented Reality Terhadap Literasi Sains. *P2M STKIP Siliwangi*, 12(1), 13–18. <https://doi.org/10.22460/p2m.v12i1.5324>
- Botty, M., Hamzah, A., Taufan, A., Patria, N., Thoriq, T., & Maharani, A. (2025). Implementation Natural and Social Sciences with a Language-Based Differentiated Approach to Improve Elementary School Student Learning Outcomes. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 13(3), 477–485. <https://doi.org/10.23887/jjpsgd.v13i3.103389>
- Bulut, A. (2025). Reading Technologies From a Temporal Perspective: Evolution, Adaptation and Future Vision. *European Journal of Education*, 60(4). <https://doi.org/10.1111/ejed.70319>
- Daniel, A., Gebeyhu, D., Assefa, S., & Abate, T. (2025). The holistic effect of nature of science and science process skills on students' conceptual and procedural knowledge and motivation within the context of modified guided discovery in physics laboratory. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(10), em2708. <https://doi.org/10.29333/ejmste/17035>
- Dendodi, D., Simarona, N., Elpin, A., Bahari, Y., & Warneri, W. (2024).

- Analisis Penerapan Augmented Reality dalam Meningkatkan Efektifitas Pembelajaran Sains di Era Digital. *ALACRITY: Journal of Education*, 293–304.
- Désiron, J. C., Schmitz, M.-L., & Petko, D. (2025). Teachers as Creators of Digital Multimedia Learning Materials: Are they Aligned with Multimedia Learning Principles. *Technology, Knowledge and Learning*, 30(2), 637–653. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09770-1>
- Fatih, M. (2023). Pengembangan Komik Narasi untuk Meningkatkan Ketrampilan Menulis dan Membaca Siswa Kelas V SDN Sananwetan 3 Kota Blitar. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 8(3), 551. <https://doi.org/10.28926/briliant.v8i3.1232>
- Fatih, M., & Alfi, C. (2021). Pengembangan Monopoli Karakter Berbasis Permainan Simulasi sebagai Upaya Peningkatan Kecerdasan Sosioemosi Siswa Sekolah Dasar di Kota Blitar. *Jurnal Pendidikan : Riset Dan Konseptual*, 5(1), 51. https://doi.org/10.28926/riset_konseptual.v5i1.315
- Fatih, M., Alfi, C., & Muqtafa, M. A. (2024). Science Learning Game (SLG) Based on Augmented Reality Enhances Science Literacy and Critical Thinking Students Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(2), 973–981. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i2.6107>
- Fatih, M., Khomaria, A., Aswitama, L. D., Al Latif, N., & Hidayat, M. M. (2023). Flip Book Digital Berbasis Augmented Reality Materi Balok dan Kubus Siswa Kelas V SDN Sumberjo 01 Kabupaten Blitar. *Jurnal Pendidikan : Riset Dan Konseptual*, 7(3), 524. https://doi.org/10.28926/riset_konseptual.v7i3.770
- Fauziah, M., & Fatih, M. (2021). Pengembangan Media Interaktif Sparkol Videoscribe Sistem Pencernaan Manusia untuk Kelas V di SDN Damarwulan 1 Kabupaten Kediri. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 6(3), 596. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i3.697>
- Fayzullina, A. R., Filippova, A. A., Garnova, N. Y., Astakhov, D. V., Kalmazova, N., & Zaripova, Z. F. (2025). Artificial intelligence in science education: A systematic review of applications, impacts, and challenges. *Contemporary Educational Technology*, 17(4), ep613. <https://doi.org/10.30935/cedtech/17519>
- Ginting, M. B., Purnomo, Y. W., & Haryanto. (2025). A Design of integrated STEM constructive games for developing the Four Cs in early elementary students. *International Journal of Serious Games*, 12(4), 169–194. <https://doi.org/10.17083/3bcwrq59>
- Haryadi, R., Pujiastuti, H., & Utomo, D. W. (2026). Interactive visualization of thermodynamic concepts through augmented reality to improve critical thinking. *Computers & Education: X Reality*,

- 8, 100137.
<https://doi.org/10.1016/j.cexr.2026.100137>
- Jiménez-Valverde, G. (2025). Narrative Approaches in Science Education: From Conceptual Understanding to Applications in Chemistry and Gamification. *Encyclopedia*, 5(3), 116.
<https://doi.org/10.3390/encyclopedia5030116>
- Kristina, K., Fatih, M., & Alfi, C. (2023). Pengembangan Media 3D Berbasis Augmented Reality Menggunakan PBL Materi Penggolongan Hewan untuk Meningkatkan Self Esteem Siswa Kelas V SD. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Sekolah Dasar (JP2SD)*, 11(1), 59–72.
<https://doi.org/10.22219/jp2sd.v11i1.25677>
- Lestari, H. A. S. A., Rinnanik, R., Ramadina, E., & Biduri, F. N. (2026). Analyzing Cognitive Development In Elementary-Aged Children And Its Implications For Teaching And Learning Strategies. *Jurnal Pendidikan Humaniora*, 11(3).
<https://doi.org/10.17977/um011v11i32023p143-155>
- Maharani, D., Cahyani, B., Qotrunada, T. A., Wahyuni, R., Wava, A. Z., & Ratnasari, Y. (2024). ANALISIS TINGKAT PEMAHAMAN KONSEP MELALUI PRAKTIKUM SIFAT-SIFAT CAHAYA DALAM PEMBELAJARAN IPA. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(3), 9958–9964.
<https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp/article/view/30754>
- Nasif, M. A., Shahriyar, F., Hossain, M. M., Gafur, A., & Hasan, R. (2025). Design and analysis of a photonic crystal fiber sensor for highly toxic gases detection. *The European Physical Journal Plus*, 140(1), 22.
<https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-025-05967-0>
- Nasution, U. H., & Junaidi, L. D. (2024). *Metode penelitian*. Serasi Media Teknologi.
- Özdemir, D., & Özçakır, B. (2026). Augmented Reality in Mathematics Education: Enhancing Middle School Students' Comprehension of Volume Concepts and Classroom Dynamics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 24(1), 1.
<https://doi.org/10.1007/s10763-025-10626-y>
- Pakaya, W. C., Sutadji, E., Dina, L. N. A. B., Rahma, F. I., Mashfufah, A., & Ayu, I. R. (2023). *Metode Penelitian Pendidikan*. Nawa Litera Publishing.
- Pietrocola, M., Schnorr, S., & Rodrigues, E. (2025). Science Education in a Risk Society: Addressing Challenges and Opportunities in an Uncertain Future. *Research in Science Education*, 55(4), 941–960.
<https://doi.org/10.1007/s11165-025-10238-0>
- Putri, P. N., Rachmadiarti, F., Purnomo, T., & Satriawan, M. (2025). Measuring Scientific Literacy of Students' Through Environmental Issues Based on PISA 2025 Science Framework. *Jurnal Penelitian*



- Pendidikan IPA, 11(3), 44–53.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i3.10413>
- Rijeqiani, A. A., Alfi, C., & Fatih, M. (2025). Pop-up Book Media Design Based on Science Literacy Through Flipped Classroom Material on the Variety of Indonesian Landscapes to Improve the Spatial Visual of Third Grade Students. *Journal of Practice Learning and Educational Development*, 5(4), 1457–1467. <https://www.digitalpress.gaes-edu.com/index.php/jpled/article/view/703>
- Roy, G., Sikder, S., & Danaia, L. (2025). Adopting scientific literacy in early years from empirical studies on formal education: a systematic review of the literature. *International Journal of STEM Education*, 12(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00547-1>
- Silmi, S. I., & Bektiningsih, K. (2025). Development of Augmented Reality Based Flip book Learning Media to Improve Learning Outcomes on IPAS of Eating and Eaten Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(5), 935–944. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i5.11097>
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. CV. Alfabeta.
- Tampubolon, M. (2023). *Metode Penelitian*. PT Global Eksekutif Teknologi.
- Voronkin, O., & Lushchin, S. (2026). Virtual experiments in educational practice to study light interference with small particles. *Physics Education*, 61(1), 015036. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ae2e77>
- Wulandari, S., Natalina, K., & Permata Dilla, W. (2026). Efektivitas Model Project Based Learning terhadap Pemahaman Konsep Sifat-Sifat Cahaya pada Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Menengah*, 4(1), 14–25. <https://doi.org/10.69743/edumedia.v4i1.52>
- Zhang, S., & Yao, Z. (2025). The challenge of the application of augmented reality in science education in China: a systematic review. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 7(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00123-1>