



## Pengembangan E-Bahan Ajar berbantuan *Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPAS Kelas V Materi Ekosistem

Guntoro Jati<sup>1\*</sup>, Novi Setyasto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Psikologi, Universitas Negeri Semarang, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/jcar.v8iSpecial%20Issue.14369>

Received: 02 January 2026

Revised: 15 March 2026

Accepted: 24 March 2026

**Abstract:** This study was motivated by the low critical thinking skills of fifth-grade elementary school students in the subject of IPAS (Integrated Science and Technology) on the topic of ecosystems. The purpose of this study was to develop Augmented Reality-assisted e-learning materials for the fifth-grade IPAS subject on the topic of ecosystems and to test their feasibility, practicality, and effectiveness. The e-learning materials were validated by media experts, subject matter experts, and language experts, with feasibility percentages of 94%, 77%, and 71%, respectively, and were therefore deemed suitable for use. The method used was Borg and Gall's Research and Development model, which was simplified into eight stages. The instruments used were pre-test and post-test questions on critical thinking skills. The research subjects involved 40 students, namely 12 fifth-grade students from SDN Bringin 02 for the small scale and 28 fifth-grade students from SDN Bringin 01 for the large scale, who were members of the Wijayakusuma Cluster in Ngaliyan District, Semarang City, for the 2025/2026 academic year. The results showed that Augmented Reality-assisted e-learning materials received very positive responses from teachers and students in both the small-scale and large-scale trials. The effectiveness test results showed a significant difference between the pretest and posttest scores with a significance value of  $0,000 < 0,05$  and an N-gain value of 0,74 in the high category. In conclusion, Augmented Reality-assisted e-learning materials are feasible, effective, and practical for improving students' critical thinking skills and learning outcomes. The results of this study have practical implications in that e-learning materials can support technology-based interactive learning, and schools can improve the quality of digital-based learning.

**Keywords:** Augmented Reality; E-Learning Materials; Ecosystem; Integrated Science And Technology.

**Abstrak:** Penelitian ini dilatarbelakangi rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas V sekolah dasar pada mata pelajaran IPAS materi ekosistem. Tujuan penelitiannya untuk mengembangkan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* pada mata pelajaran IPAS kelas V materi ekosistem serta menguji kelayakan, kepraktisan, dan keefektifannya. E-bahan ajar divalidasi oleh ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa dengan hasil persentase kelayakan masing-masing sebesar 94%, 77%, dan 71%, sehingga dinyatakan layak digunakan. Metodenya adalah *Research and Development* model Borg and Gall yang disederhanakan menjadi delapan tahap. Instrumen menggunakan soal *pre-test* dan *post-test* keterampilan berpikir kritis. Subjek penelitian melibatkan 40 peserta didik, yakni 12 peserta didik Kelas V SDN Bringin 02 untuk skala kecil dan 28 peserta didik Kelas V SDN Bringin 01 untuk skala besar yang tergabung dalam Gugus Wijayakusuma Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang tahun ajaran 2025/2026. Hasil penelitian menunjukkan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* memperoleh respon sangat

Email: [guntorojati613@students.unnes.ac.id](mailto:guntorojati613@students.unnes.ac.id)

positif dari guru dan peserta didik pada uji coba skala kecil dan besar. Hasil uji keefektifan menunjukkan perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* dengan nilai signifikansi  $0,000 < 0,05$  serta nilai *N-gain* sebesar 0,74 pada kategori tinggi. Jadi, kesimpulannya e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* layak, efektif, dan praktis untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta hasil belajar peserta didik. Hasil penelitian memberikan implikasi praktis bahwa e-bahan ajar dapat mendukung pembelajaran interaktif berbasis teknologi dan sekolah bisa meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis digital.

**Kata Kunci:** *Augmented Reality*; E-Bahan Ajar; Ekosistem; IPAS.

## Pendahuluan

Era globalisasi memberikan perubahan besar pada tatanan dunia yang berlangsung menyeluruh. Proses kehidupan yang mendunia, terjadinya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta adanya transformasi dan komunikasi yang terjadi dalam lintas budaya (Yustiqvar et al., 2019; Widyanarti et al., 2024; Grace et al., 2025). Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendikbudristek) Nomor 8 Tahun 2024 tentang Standar Isi (SI) jenjang pendidikan dasar. Standar Isi dikembangkan untuk menentukan kriteria ruang lingkup materi yang sesuai dengan kompetensi lulusan yang telah dirumuskan pada standar kompetensi lulusan. Ruang lingkup IPA di SD meliputi aspek interaksi dan pelestarian makhluk hidup. Menurut naskah akademik RUU Sisdiknas 2022, pembelajaran didefinisikan sebagai suatu proses yang terencana dan disengaja, di mana pendidik menciptakan kondisi serta memfasilitasi suasana belajar yang memungkinkan peserta didik untuk menjadi lebih aktif dalam mengembangkan diri.

Kenyataannya, masih ditemukan tantangan dan permasalahan yang masih terjadi. Permasalahan diantaranya menunjukkan adanya keterbatasan variasi bahan ajar yang dimiliki guru dalam pembelajaran IPA. Kondisi ini patut menjadi perhatian bersama, mengingat proses pembelajaran masih didominasi oleh penggunaan buku guru dan buku peserta didik sebagai satu-satunya sumber belajar tanpa melakukan penyesuaian terhadap karakteristik belajar peserta didik. Bahan ajar yang tersedia umumnya masih teks bacaan dengan cakupan materi yang terbatas dengan tampilan yang kurang menarik, sehingga belum mampu memvisualisasikan konsep IPA secara optimal (Lestari et al., 2025). Tetapi terkadang, dalam pembelajaran tidak dilakukan suatu inovasi khususnya sumber belajar peserta didik.

Dalam praktiknya, dapat dicermati secara reflektif bahwa pemanfaatan bahan ajar dan teknologi belum berjalan secara optimal. Bahan ajar yang digunakan minim integrasi teknologi, sementara media pembelajaran yang digunakan masih terbatas pada presentasi PowerPoint dengan konten yang monoton atau pemutaran video YouTube tanpa modifikasi. Di

sisi lain, fasilitas teknologi seperti jaringan Wi-Fi hanya digunakan untuk mencari sumber belajar lain dan kepemilikan *smartphone* oleh peserta didik lebih sering digunakan untuk hiburan seperti bermain *game* dan media sosial, serta baru memanfaatkannya untuk belajar ketika terdapat tugas (Ramdani et al., 2023). Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi teknologi yang tersedia dan penerapannya, yang berdampak pada menurunnya motivasi belajar peserta didik. Temuan ini menegaskan urgensi pengembangan bahan ajar yang lebih relevan, kontekstual, variatif, serta terintegrasi dengan teknologi guna meningkatkan efektivitas pembelajaran (Nawwal et al., 2025; Rukmana et al., 2025).

Hasil observasi, wawancara, dan angket yang peneliti lakukan di tiga sekolah dasar pada Gugus Wijayakusuma Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang menunjukkan indikasi serupa, pertama pembelajaran IPAS masih didominasi penggunaan buku teks dan media visual sederhana seperti presentasi PowerPoint yang mana seharusnya terdapat inovasi agar peserta didik tergugah. Wali kelas mengatakan bahwa peserta didik masih kesulitan dalam mempelajari IPAS karena cakupan materi yang luas dan sulit membedakan implementasi contoh konkret IPA, namun bisa diatasi dengan interaktivitas sumber belajar. Peserta didik cenderung pasif saat kegiatan penyampaian materi. Temuan di lapangan menunjukkan bahwa keterbatasan berupa media digital wajib dilakukan dengan inovatif.

Permasalahan di Gugus Wijayakusuma juga terjadi di SDN Bringin 01. Temuan data di kelas V menunjukkan walaupun semua peserta didik memiliki ponsel untuk belajar, namun hanya 40% yang menyukai belajar menggunakan ponsel. Guru juga jarang menggunakan media berbasis teknologi mungkin karena dengan buku ajar sudah cukup. Hanya 56% peserta didik yang menyukai mata pelajaran IPA, sisanya tidak menyukainya. Alasan ketidaksukaan antara lain sebesar 80% peserta didik menganggap materinya sulit dipahami dan terlalu banyak teori hafalan, akan tetapi sebenarnya materi IPA tidak sesulit kenyataannya. Proses pembelajaran IPA cenderung membosankan dikarenakan memiliki materi pelajaran yang sangat luas seakan tidak ada habisnya untuk dipelajari, maka dari itu kita harus

mampu mengembangkan proses pembelajaran dengan sumber belajar yang kiranya efektif.

Ditambah permasalahan di atas, sebanyak 86% menggunakan buku paket sebagai sumber belajar. Ini membuktikan meskipun teknologi digital tersedia, peserta didik masih bergantung pada sumber belajar konvensional karena mungkin minim biaya. Hal ini tidak bisa disalahkan karena kurangnya integrasi sumber belajar digital dalam kurikulum atau keterbatasan akses dan pelatihan *software*. Terdapat kesenjangan antara potensi teknologi yang tersedia dengan implementasinya dalam proses pembelajaran. Temuan berikutnya sebanyak 85% peserta didik menggunakan ponsel untuk bermain *game*, sementara hanya 15% yang menggunakannya untuk menonton video edukasi. Penggunaannya lebih banyak untuk hiburan daripada untuk kegiatan belajar, jadi mereka perlu diberikan stimulus agar lebih giat belajar.

Kemudian ditemukan durasi penggunaan ponsel yang tinggi oleh peserta didik Kelas V SDN Bringin 01, sebanyak 82% peserta didik menggunakan ponsel selama 4 jam per hari dan 18% selama 6 jam. Penggunaan ponsel berlebihan dapat berdampak negatif terhadap konsentrasi belajar peserta didik. Perlu adanya pengaturan waktu penggunaan gadget yang seimbang antara hiburan dan belajar. Terakhir, peneliti melakukan penyebaran soal kepada peserta didik Kelas V SDN Bringin 01. Soal-soal yang diberikan berfokus pada materi ekosistem dalam pelajaran IPA. Peneliti menemukan bahwa dari total 27 peserta didik kelas V, sebagian besar peserta didik belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang mana sebesar 71,59% peserta didik berada dibawah KKM. Dengan demikian, hanya 28,41% peserta didik yang berhasil menjawab soal dengan nilai di atas KKM.

Analisis jawaban menunjukkan peserta didik kesulitan dalam mengidentifikasi hubungan sebab-akibat dalam rantai makanan, mengklasifikasikan komponen biotik dan abiotik, serta menganalisis dampak perubahan lingkungan terhadap keseimbangan ekosistem. Sebagian besar peserta didik juga belum mampu memberikan alasan logis atau mengevaluasi permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan ekosistem. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang masih didominasi hafalan belum optimal dalam melatih indikator berpikir kritis seperti interpretasi, analisis, dan evaluasi, sehingga diperlukan inovasi bahan ajar yang lebih interaktif dan kontekstual.

Perkara yang sudah terjadi dapat kemudian diakui sebagai kendala tujuan pendidikan berkelanjutan kaitannya memecahkan masalah yang didapat peneliti. Permasalahan-permasalahan tersebut membuka peluang besar untuk pengembangan e-bahan

ajar berbantuan teknologi *Augmented Reality* (AR) sebagai solusi inovatif dalam pembelajaran IPA materi ekosistem di kelas V. Tujuan pembelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) adalah untuk mendidik dan membekali peserta didik dengan keterampilan-keterampilan dalam memperoleh dan mengembangkan ilmu pengetahuan alam serta membekali peserta didik dengan pemahaman konsep-konsep ilmiah serta kemampuan berpikir logis, kritis, dan sistematis terhadap fenomena alam dan sosial di lingkungan sekitar (Husnah et al., 2023). Pada pembelajaran IPAS, khususnya materi ekosistem kelas V, peserta didik dituntut untuk memahami konsep yang bersifat abstrak, seperti hubungan antarmakhluk hidup, aliran energi, dan keseimbangan lingkungan.

Kajian literturnya, AR dapat memvisualisasikan konsep abstrak seperti jaring-jaring makanan dan interaksi makhluk hidup dalam ekosistem secara nyata dan menarik. Penggunaan AR yang dikemas dalam bentuk e-bahan ajar yang ringan dan mudah diakses melalui perangkat mobile bisa mengalihkan penggunaan gadget dari hiburan ke kegiatan edukatif. Kelebihan dari pengembangan ini adalah keterlibatan peserta didik, menstimulasi daya pikir kritis, mendorong pembelajaran mandiri berbasis digital, dan keterampilan literasi peserta didik (Prasandha et al., 2022; Utomo et al., 2024). Untuk merealisasikan potensi tersebut, diperlukan solusi yang komprehensif. Diperlukan pengembangan e bahan ajar interaktif berbantuan AR pada materi ekosistem kelas V, sehingga pembelajaran yang semula hanya teks menjadi konkret dan multisensorial.

Bahan ajar digital, atau dikenal juga sebagai *e-teaching materials*, merupakan materi pembelajaran yang dikemas dalam format digital dan dirancang agar dapat diakses melalui perangkat komputer dan ponsel pintar (Millati et al., 2023). *E-teaching materials* memanfaatkan berbagai elemen multimedia, seperti teks, gambar, suara, animasi, dan fitur interaktif. Kelebihan *e-teaching materials* terletak pada kemampuannya dalam menyampaikan materi secara lebih atraktif dan melibatkan beragam aktivitas pembelajaran (Alzahrani, 2020; Buragohain et al., 2023). Di samping itu, *e-teaching materials* memberikan kemudahan akses karena dapat digunakan kapan pun dan di mana pun, sehingga pembelajaran menjadi fleksibel dan sesuai dengan tuntutan pendidikan di era digital (Alenezi et al., 2023; Müller et al., 2023).

Penggunaan e-bahan ajar adalah sesuatu yang penting agar proses belajar tidak terlalu abstrak dan memiliki variasi. Dengan pemanfaatan e-bahan ajar, maka timbal balik dari guru dan peserta didik untuk berinteraksi, di mana di dalam proses belajar mengajar guru dan peserta didik sudah dapat berkomunikasi

begitu pula dengan peserta didik dan peserta didik (Yuniarti et al., 2023). Perkembangan teknologi dan komunikasi yang begitu pesat, mendorong dunia pendidikan untuk menyesuaikan serta menciptakan model bahan ajar pembelajaran baru berbasis teknologi (Fitriana et al., 2023; Istianah et al., 2023). Dalam pemilihan bahan ajar harus memperhatikan beberapa aspek yaitu tujuan penggunaan, sasaran penggunaan media, karakteristik media, waktu, biaya, dan ketersediaan (Syarifudin, 2022).

*Augmented Reality* mampu meningkatkan minat dan hasil belajar siswa SD melalui visualisasi konsep sains secara interaktif dan kontekstual. Selain itu, kajian literatur sistematis menekankan bahwa integrasi AR efektif dalam memperkuat keterampilan proses sains dan kreativitas peserta didik. Secara konseptual, AR menghadirkan pengalaman belajar imersif yang menjembatani konsep abstrak menjadi representasi konkret, sehingga mendukung pembelajaran bermakna, meningkatkan keterlibatan aktif siswa, serta memperkuat konstruksi pengetahuan dalam konteks pembelajaran IPAS di sekolah dasar (Islamiyati et al., 2025; Nyolle, et al., 2025; Suntari et al., 2025).

Bukan tanpa alasan hal tersebut didukung dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Mansour et al., 2024), hasilnya diperoleh bahwa penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) secara signifikan meningkatkan pengalaman belajar peserta didik dalam memahami konsep-konsep ilmiah yang kompleks melalui keterlibatan aktif dengan model 3D. Hal ini didukung oleh berbagai studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa AR mampu menggabungkan dunia nyata dengan objek virtual tiga dimensi secara interaktif, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret. Penggunaan AR memungkinkan peserta didik untuk memahami konsep spasial seperti rotasi, visualisasi bentuk, dan hubungan antar objek (Nurwijaya et al., 2025).

Kebaruan media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti jika bahan ajar kebanyakan hanya berbentuk teks dan gambar maka produk peneliti terletak pada penggunaan *Augmented Reality* (AR) terintegrasi ke dalam e-bahan ajar IPA materi ekosistem bagi peserta didik kelas V. Dibanding bahan ajar biasanya yang tidak terintegrasi teknologi, maka produk ini dikemas dalam bentuk *e-book* yang *user-friendly*, minimalis dan merefleksikan yang diperkaya dengan *QR Code* yang dapat dipindai menggunakan Google Lens dan tersambung dengan aplikasi Assemblr Studio. Melalui pemindaian *QR Code* tersebut, peserta didik diarahkan pada tampilan objek tiga dimensi (3D) dan dapat diputar hingga 360 derajat yang merepresentasikan komponen dan interaksi dalam ekosistem dibandingkan bahan ajar pada

umumnya yang hanya 2 dimensi dan tidak memiliki pranala audio. Perpaduan antara gambar, aset 3D, teks, dan audio memungkinkan peserta didik untuk mengeksplorasi serta membangun pemahaman konseptual secara lebih konkret dan imajinatif terhadap proses-proses dalam ekosistem.

Jadi jika ditarik pembedanya bahan ajar lain hanya terdiri dari beberapa materi maka di dalam e-bahan ajar yang peneliti kembangkan memuat konten dan topik yang tak terbatas dengan lingkup ekosistem, sehingga jelas mengarah kemana capaian pembelajarannya. Terdapat suatu implikasi terhadap pengembangan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*. Dalam konteks pengembangan, kajian ini menjadi landasan kuat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kelayakan, keefektifan, dan kepraktisan produk yang dikembangkan. Media pembelajaran ini diharapkan dapat mempermudah peserta didik dalam mempelajari materi ekosistem pelajaran kelas V sekolah dasar.

Berdasarkan identifikasi masalah, penelitian ini merumuskan permasalahan mengenai bagaimana desain pengembangan, tingkat kelayakan, keefektifan, dan kepraktisan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* pada mata pelajaran IPAS kelas V materi ekosistem. Sejalan dengan rumusan tersebut, tujuan penelitian ini adalah menghasilkan desain e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* yang sistematis dan sesuai kebutuhan pembelajaran, serta menguji kelayakan, keefektifan, dan kepraktisannya melalui proses validasi ahli dan uji coba kepada peserta didik sehingga diperoleh produk yang layak, efektif, dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

## Metode

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan *Research and Development*, bertujuan untuk digunakan dalam menghasilkan suatu produk tertentu yang dikembangkan dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2019), fokus peneliti menghasilkan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* pada mata pelajaran IPAS kelas V materi ekosistem serta menguji kelayakan, keefektifan, dan kepraktisannya. Model pengembangan mengacu pada Borg and Gall namun dengan delapan tahapan yang sudah disederhanakan, meliputi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, dan uji coba pemakaian (Aprilia et al., 2025).

Tahap pertama adalah mengidentifikasi potensi dan permasalahan yang ada di sekolah dengan melakukan pra-penelitian melalui wawancara, observasi sarana dan prasarana, dokumentasi,

menyebarkan kuesioner angket kebutuhan, serta nilai hasil belajar peserta didik Kelas V SDN Bringin 01. Peneliti merencanakan produk yang akan dikembangkan dengan menyebarkan angket kebutuhan guru dan peserta didik, kemudian menganalisisnya sesuai dengan kebutuhan dan mengidentifikasi masalah di lapangan. Setelah menelusuri akar dari permasalahan tersebut, peneliti kemudian menghimpun dan merancang sebuah produk dengan desain yang disesuaikan dengan hasil belajar materi IPA kelas V SD yang ingin dicapai, yaitu hasil belajar peserta didik materi ekosistem. Tak luput mencari materi, referensi pustaka, dan hasil-hasil penelitian yang relevan. Sehingga diperoleh permasalahan dan kondisi ideal yang harus dicapai dan menemukan solusi efektif. Jadi, tahap ini bertujuan untuk menganalisis masalah yang ada di lapangan sehingga diperoleh informasi tentang kebutuhan pembuatan dan pengembangan produk.

Tahap desain produk berdasarkan hasil analisis angket, dengan memperhatikan aspek materi, bahasa, dan tampilan media. Tahapan ini juga mendesain produk baik konten maupun bahan yang digunakan. Sehingga, dihasilkan sebuah produk yang mampu dijadikan sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan dan memenuhi kebutuhan peserta didik sekolah dasar. Pada kegiatan ini e-bahan ajar mulai dibuat untuk rancangan produknya. Penyusunan *prototype* dilakukan dengan membuat konsep tampilan pada e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*. Hasil *prototype* kemudian ditindak lanjuti dengan mendesain asset e-bahan ajar dengan menggunakan Canva, Assemblr Edu, *QR Code*, dan konten materi. *Asset Augmented Reality* yang dibuat meliputi model 3D, gambar/*marker (image target)*, animasi, audio, *environment* atau *background*, dan *platform AR*.

Perancangan produk disesuaikan dan berbasis CP dan TP untuk materi ekosistem IPA kelas V sekolah dasar fase C. Peneliti memfokuskan pada topik jaring-jaring makanan dan rantai makanan ekosistem sawah, sungai, danau, hutan, serta cara menjaga ekosistem. Tahap selanjutnya adalah pengembangan, *asset* e-bahan ajar kemudian disusun menjadi sebuah bahan ajar elektronik dengan menggunakan Canva. Tahap ini setelah selesai dirancang, *Augmented Reality* kemudian dikonversi dengan bantuan web Assemblr Edu menjadi suatu *QR Code* agar dapat dipasang pada bahan ajar.

Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli media, materi, dan bahasa, soal tes hasil belajar, lembar observasi, pedoman wawancara, serta angket respons. Instrumen angket kuesioner digunakan untuk memperoleh data kelayakan dan tanggapan terhadap e-bahan ajar. Angket diberikan kepada validator ahli, guru, dan peserta didik. Pada angket validasi ahli materi, indikator yang dinilai meliputi kesesuaian

materi dengan karakteristik peserta didik, penyajian materi dari mudah ke sulit, keluasan dan sistematika materi, keberadaan contoh kehidupan sehari-hari, penyajian yang menarik, ketepatan tata letak, kebermanfaatan media, kesesuaian gambar dengan materi, serta kemampuan media dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan memotivasi peserta didik.

Instrumen pada kuesioner ahli media dan ahli bahasa, indikator penilaian mencakup aspek kegrafikan, kualitas e-bahan ajar, interaktivitas, dan fungsi AR. Dari sisi media, indikator meliputi tampilan yang menarik dan sesuai karakter siswa SD, pemilihan warna, *font*, dan tata letak yang nyaman, konsistensi desain dan tipografi, kemudahan navigasi, aksesibilitas di berbagai perangkat, serta pengorganisasian e-bahan ajar yang runtut dan efisien. Kualitas multimedia dinilai dari kejelasan gambar, audio, animasi, serta ketepatan dan kestabilan fitur AR, termasuk akurasi model 3D, fungsi *QR Code*, dan keterpaduan AR dengan materi ekosistem. Dari sisi kebahasaan, indikator menekankan penggunaan bahasa yang lugas, komunikatif, sesuai tingkat perkembangan siswa SD, konsistensi istilah, serta kejelasan instruksi agar mudah dipahami dan tidak menimbulkan ambiguitas.

Instrumen wawancara digunakan untuk menggali informasi dari guru dan peserta didik mengenai kebutuhan pembelajaran dan tanggapan terhadap penggunaan e-bahan ajar. Wawancara dilakukan secara terstruktur dengan daftar pertanyaan yang telah disiapkan peneliti. Indikator wawancara mencakup kebutuhan bahan ajar pembelajaran, kendala dalam pembelajaran IPAS, kesesuaian bahan ajar dengan materi, kemudahan penggunaan bahan ajar, serta respons terhadap penggunaan bahan ajar dalam pembelajaran.

Instrumen tes berupa soal pilihan ganda untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan e-bahan ajar. Kisi-kisi soal memuat indikator berpikir kritis seperti interpretasi dan analisis, dengan sub indikator antara lain mengartikan konsep, mengidentifikasi, mengklasifikasikan, memeriksa ide, serta menilai argumen. Soal yang digunakan berjumlah 50 butir dan telah diuji validitasnya menggunakan korelasi *point biserial*.

Analisis data dilakukan melalui analisis kelayakan dan keefektifan. Analisis kelayakan diperoleh dari hasil validasi ahli yang dianalisis menggunakan persentase. Analisis kelayakan produk dilakukan dengan mengelompokkan informasi-informasi dari data kualitatif yang berupa masukan, kritik, dan saran perbaikan yang terdapat pada angket. Validator yang akan menjadi sumber data adalah

mereka yang ahli dalam bidang pengembangan media, materi, dan bahasa khususnya IPAS. Sumbernya dari hasil review tiga pakar yakni ahli teknologi pendidikan, ahli materi, dan ahli kebahasaan. Setelah e-bahan ajar dibuat, terlebih dahulu dilakukan validasi oleh tim pakar. Latar belakang ahli media dan ahli materi adalah dosen Jurusan Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Psikologi Universitas Negeri Semarang. Untuk ahli bahasa yaitu dosen Jurusan Pendidikan Bahasa dan Seni Fakultas Bahasa dan Sastra Universitas Negeri Semarang.

Materi dalam e-bahan ajar didapatkan dari berbagai sumber. Untuk itu, penilaian kelayakan materi ini diserahkan kepada validator terkait kelayakan materi yang ada di dalam e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*. Validator berperan sebagai sumber data yang memvalidasi kelayakan produk e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*. Validasi dilakukan dengan menggunakan angket yang telah dikembangkan. Hasil yang diperoleh dari uji validasi digunakan sebagai konfirmasi dan pembuktian kelayakan media, materi, dan bahasa di dalam e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* yang dikembangkan. Kategori penilaian menggunakan skala *likert* dengan skor penilaian dari 1 hingga 4 yakni: skor 1 (kurang), skor 2 (cukup), 3 (baik), 4 (sangat baik).

Setelah melakukan validasi dengan ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Peneliti melakukan revisi produk media berdasarkan kritik, saran serta masukan yang didapat dari ahli pakar. Proses revisi dilakukan mencakup perbaikan isi, bahasa, tampilan, dan fitur, kemudian disempurnakan kembali melalui hasil uji coba kelompok kecil dan besar hingga diperoleh produk pembelajaran yang layak dan efektif.

Uji coba produk terbatas dilakukan pada setengah peserta didik dengan menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL). Tahap selanjutnya setelah peneliti mengembangkan produk dan telah mendapatkan validasi dari ahli media, materi, dan bahasa, maka waktunya untuk menguji produk kepada peserta didik atau sudah memasuki tahap terjun ke lapangan. Langkah terjun ke lapangan menjadi hal urgent untuk menerapkan e-bahan ajar yang telah dikembangkan sedemikian rupa sesuai dengan peran atau fungsinya. Kemudian melakukan uji coba modul terhadap kelompok kecil dan *posttest* untuk kemampuan representasi matematis pada kelompok terbatas. Dengan demikian, peneliti melakukan uji coba kelompok kecil ini melibatkan sekitar 6 - 12 responden terlebih dahulu yang berkemampuan rendah, sedang dan tinggi. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi kesalahan yang mungkin akan terjadi.

Subjek penelitian yaitu peserta didik sejumlah 40 kelas V sekolah dasar yang tergabung dalam Gugus

Wijayakusuma Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang tahun ajaran 2025/2026, yaitu SDN Bringin 01 dan SDN Bringin 02. Uji coba skala kecil melibatkan 12 peserta didik dengan menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan tingkat kemampuan kognitif yang berbeda-beda. *Purposive sampling* merupakan teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Pemilihan ini bertujuan agar sampel dapat mewakili variasi kemampuan akademik peserta didik sehingga produk yang dikembangkan dapat diuji secara lebih objektif dan menyeluruh. Adapun pada uji coba kelompok besar digunakan teknik *sampling jenuh*, yaitu seluruh peserta didik dalam satu kelas dijadikan sebagai subjek penelitian.

Uji coba skala besar melibatkan 28 peserta didik kelas V. Uji kelompok kecil dilakukan dengan sejumlah kecil peserta didik di Kelas V SDN Bringin 02. Uji coba kelompok kecil diawali dengan mengejakan *pretest* keterampilan berpikir kritis. Setelah itu, peserta didik melaksanakan proses pembelajaran dengan menggunakan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*. Setelah kegiatan pembelajaran selesai, peserta didik mengerjakan soal *posttest* keterampilan berpikir kritis dan diakhiri dengan mengisi angket tanggapan terhadap e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* yang kemudian dianalisis untuk dijadikan bahan revisi apabila terdapat saran atau masukan. Revisi produk berdasarkan tanggapan tersebut dan perbaikan produk berdasarkan hasil respons guru serta peserta didik uji coba awal.

Tahap selanjutnya adalah uji coba produk secara besar-besaran, yaitu pada Kelas V SDN Bringin 01 untuk mengetahui efektivitas produk yang dikembangkan berdasarkan hasil belajar peserta didik. Uji coba skala besar melibatkan seluruh peserta didik kelas V. E-bahan ajar diuji coba ke lapangan lebih luas yang disarankan oleh Mulyatiningsih (2019), bahwa sampel yang diambil lebih banyak yaitu antara 20-100 orang. Uji coba ini dilakukan pada hari berikutnya jika uji coba skala kecil sudah dilakukan dan produk sudah direvisi, uji coba kelompok besar dengan 28 peserta didik di Kelas V SDN Bringin 01 dengan tahapan yang sama dengan kelompok kecil. Pemilihan sekolah dan kelas didasarkan pada kesesuaian dengan sasaran penelitian, yaitu peserta didik kelas IV, serta pertimbangan aksesibilitas dan perizinan penelitian. Sekolah yang dipilih memiliki karakteristik peserta didik yang heterogen sehingga mendukung pelaksanaan uji coba produk secara bertahap, baik pada kelompok kecil maupun besar. Pemilihan kelas dilakukan untuk memperoleh gambaran efektivitas media dalam situasi pembelajaran nyata yang dapat merefleksikan kondisi pembelajaran secara aktual.

Data yang digunakan peneliti menggunakan data primer yang didapat di lapangan secara langsung. Data tersebut kombinasi antara data kuantitatif dan kualitatif. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik tes dan non-tes. Teknik non-tes kualitatif berupa hasil wawancara, penyebaran angket atau kuesioner, observasi kelas, catatan daftar nilai, dan dokumentasi pra penelitian. Data wawancara dan observasi termasuk data kualitatif yang dianalisis menggunakan teknik deskriptif kualitatif. Data yang diperoleh dari hasil wawancara dan observasi di kelas V SDN Bringin 01 dan SDN Bringin 02 dideskripsikan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran, kebutuhan bahan ajar, serta kondisi keterampilan berpikir kritis peserta didik, kemudian digunakan sebagai dasar analisis kebutuhan pada tahap potensi dan masalah dalam pengembangan model R&D.

Teknik tes kuantitatif yaitu *pretest* dan *posttest* peserta didik menggunakan 30 soal pilihan ganda materi ekosistem kelas V. Dalam penelitian ini, tes dilaksanakan dua kali, yaitu sebelum intervensi pembelajaran (*pre-test*) dan setelah intervensi dilakukan (*post-test*), dengan menggunakan e-bahan ajar yang diterapkan pada satu kelas. Teknik tes berupa *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik setelah menggunakan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* materi ekosistem. Tes hasil belajar digunakan sebagai metode untuk menilai tingkat pemahaman dan penguasaan peserta didik terhadap materi yang diajarkan. Seluruh soal sebelumnya sudah diuji validitas dengan bantuan *software* SPSS IBM. Penyebaran butir soal uji coba dilakukan untuk memperoleh data tentang validitas dan praktikalitas modul.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Hasil Analisis Butir Soal.

Indikator	Hasil
Validitas	Didapat 30 soal valid dengan $r_{hitung} > 0,2787$
Reliabilitas	Cronbach's Alpha yaitu $0,943 > 0,70$ , maka reliabel
Taraf Kesukaran	Kategori Mudah = 20 Kategori Sedang = 10
Daya Beda	Kategori Sangat Baik = 28 Kategori Kurang = 2

Instrumen soal *pretest* dan *posttest* telah memenuhi kriteria validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, serta daya beda yang memadai, sehingga layak digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam penelitian.

Analisis keefektifan dilakukan menggunakan analisis data kuantitatif, yakni kelanjutan teknik analisis berikutnya, analisis data kuantitatif merupakan suatu cara pengolahan data yang dilakukan dengan jalan menyusun secara sistematis dalam bentuk angka

angka dan presentase, mengenai suatu objek yang diteliti, sehingga diperoleh kesimpulan umum. Teknik analisis data kuantitatif digunakan untuk analisis data efektivitas produk e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* materi Ekosistem yang dikembangkan ditentukan dari perbedaan rata-rata *posttest* di kelas dan rata-rata *posttest*. Untuk menguji efektivitas e-bahan ajar, desain yang digunakan adalah pra-eksperimental dengan model *one-group pretest-posttest design* untuk pengujian kuantitatif efektivitas produk.

Selanjutnya uji normalitas untuk mengetahui apakah data sampel peserta didik Kelas V SDN Bringin 01 memiliki sebaran yang mengikuti distribusi normal atau tidak. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan metode analisis data yang paling tepat. Dasar pengambilan keputusan jika signifikansi  $> 0,05$ , maka data berdistribusi normal, jika signifikansi  $< 0,05$ , maka data tidak berdistribusi normal (Lestari, 2017: 245). Pengujian ini dapat dilakukan menggunakan *software* SPSS versi 22, dengan tahapan melalui menu analisis, kemudian memilih uji nonparametrik, dan selanjutnya masuk ke bagian dialog *legacy*. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak disebut uji normalitas. Maka dari itu dalam penelitian ini peneliti menggunakan Uji *Shapiro Wilk* untuk menguji kenormalan data dikarenakan sampel yang diambil  $< 100$ .

Tahap berikutnya uji *Paired Samples Test* (uji *t*) atau uji *t*-berpasangan. Peneliti memanfaatkan rumus *Paired T-test* menggunakan aplikasi SPSS versi 25 guna mempermudah proses perhitungan *T-test*, sehingga tidak perlu dilakukan secara manual. Adapun tahapan untuk melakukan uji *paired t-test* dengan SPSS versi 25 adalah sebagai berikut: (1) pilih menu *Analyze - Compare Means - Paired Sample T-test*; (2) setelah itu akan muncul jendela dialog, lalu pindahkan variabel *pretest* dan *posttest* ke bagian *paired variables*; (3) terakhir, klik tombol *ok*. Tahap lebih lanjut yaitu uji *N-gain*, uji ini dilakukan untuk membuktikan bahwa terdapat peningkatan pemahaman peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* kemudian hasil yang diperoleh dihitung dengan menggunakan analisis indeks gain. *N-gain* merupakan normalisasi *gain* yang diperoleh dengan membandingkan selisih skor *pretest* dan *posttest* dengan selisih SMI (Skor Maksimal Ideal) dan *pretest*. Kriteria nilai *N-Gain* adalah: (1) jika nilai *N-Gain*  $\leq 0,3$  maka termasuk dalam kriteria rendah; (2) jika nilai *N-Gain*:  $0,3 < N-gain < 0,7$  maka termasuk dalam kriteria sedang; dan (3) jika nilai *N-Gain*  $\geq 0,7$  maka termasuk dalam kriteria tinggi (Lestari, 2017: 235). Tahap ini dilakukan dengan menganalisis hasil *pretest* dan *posttest* yang telah dilaksanakan pada uji coba kelompok kecil dan kelompok besar.

Terakhir analisis kepraktisan produk, tujuannya untuk mengevaluasi sejauh mana produk dapat digunakan secara mudah, efisien, dan memuaskan bagi pengguna. Dengan kata lain, menentukan aspek praktis apa yang ingin diukur dengan kemudahan penggunaan, daya tarik visual, dan petunjuk yang jelas. Umumnya dilakukan melalui tahap uji coba terbatas dan mendapatkan umpan balik dari pengguna, misalnya dengan sekelompok kecil pengguna dan penyedia (guru atau pengawas) dengan menggunakan instrumen seperti kuesioner. Cara menafsirnya dengan mengukur persentase atau skor positif (misalnya 85–88 %) untuk menunjukkan sejauh mana produk praktis menurut pengguna. Jika skor melebihi ambang batas (misal > 80 %), produk dinyatakan praktis dan layak digunakan. Maka sampailah pada tahap paling akhir dari metode RnD yang sudah dijabarkan di atas yakni revisi produk dan pembuatan produk masal.

## Hasil dan Pembahasan

### Potensi dan Masalah

Berdasarkan analisis kebutuhan diperoleh hasil bahwa guru dan peserta didik sangat setuju dengan pengembangan e-bahan ajar yang dapat menjadi alternatif pemecahan masalah pada muatan pembelajaran IPAS untuk Kelas V di SDN Bringin 01 Kota Semarang. Peneliti menemukan adanya potensi sekaligus permasalahan dalam pembelajaran IPAS kelas V, khususnya pada materi ekosistem. Potensi yang dimiliki sekolah adalah ketersediaan peserta didik yang sebagian besar telah memiliki perangkat berbasis Android serta adanya sarana pendukung pembelajaran seperti LCD proyektor di kelas. Permasalahan yang ditemukan yaitu pembelajaran cenderung didominasi oleh penggunaan buku teks dan media visual sederhana seperti gambar. Terdapat peserta didik yang belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) 75, sebesar 40% lebih dari jumlah peserta didik masih berada di bawah standar ketuntasan yang ditetapkan. Permasalahan lain yang ditemukan sebagian besar peserta didik terbiasa menggunakan *smartphone*, namun belum dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran secara maksimal. Guru juga belum menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi interaktif seperti *Augmented Reality*.

### Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan demi memperoleh informasi kebutuhan guru dan peserta didik sebagai dasar pengembangan (Okpatrioka, 2023). Di lapangan ditemukan bahwa guru telah menggunakan media pembelajaran namun masih bersifat konvensional dan belum mampu

memvisualisasikan materi ekosistem secara konkret. Guru menyatakan membutuhkan bahan ajar digital yang interaktif, mudah digunakan, serta mampu membantu peserta didik memahami konsep-konsep abstrak dalam materi ekosistem. Selain itu, guru setuju terhadap pengembangan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* sebagai alternatif media pembelajaran IPAS.

Mayoritas peserta didik menggunakan *smartphone* lebih dari 4 jam per hari untuk hiburan, bukan belajar. Sebagian besar peserta didik menyukai pembelajaran IPAS, namun masih mengalami kesulitan dalam memahami materi ekosistem apabila hanya disampaikan melalui buku teks dan penjelasan verbal. Mayoritas peserta didik menyatakan tertarik menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi dan menyambut positif penggunaan e-bahan ajar yang menampilkan visualisasi interaktif. Temuan dari angket guru dan peserta didik tersebut menunjukkan adanya kesesuaian kebutuhan antara guru dan peserta didik terhadap pengembangan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*.

### Desain Produk

Produk dikembangkan sesuai dengan capaian pembelajaran IPA Fase C dalam format digital yang dapat diakses melalui perangkat Android dan dilengkapi dengan fitur *Augmented Reality* berupa objek 3D yang ditampilkan melalui pemindaian kode QR yang dipindai menggunakan Google Lens dan terhubung ke Assemblr Edu. Konten AR digunakan untuk memvisualisasikan rantai makanan, jaring-jaring makanan, serta berbagai jenis ekosistem. E-bahan ajar disusun dari berbagai sumber materi dan disajikan dalam empat topik utama. Terdapat petunjuk belajar, kegiatan menyimak berbasis AR, lembar kerja peserta didik, diskusi kelompok, dan soal evaluasi. Desain tampilan e-bahan ajar dilengkapi ilustrasi, teks yang komunikatif, dan alur pembelajaran yang sistematis. Keperluan kuota hanya digunakan ketika mengakses AR dan mengunduh media ini melalui *file* yang telah di kirim oleh guru ke WhatsApp peserta didik. Untuk penggunaannya bisa diakses secara *offline*. Berikut adalah tampilan dari e-bahan ajar:



**Gambar 1.** Tampilan Cover dari E-Bahan Ajar. Halaman



**Gambar 2.** Tampilan Peta Konsep. Terdapat peta



**Gambar 3.** Tampilan Sub Topik E-Bahan Ajar. Berisi judul



**Gambar 4.** Tampilan dari *Augmented Reality* Ekosistem.

awal terdapat logo UNNES, nama produk, judul materi, dan nama peneliti. konsep materi ekosistem. Peserta didik mengakses materi dengan cara scroll ke bawah. sub topik materi, terdapat 4 sub materi. Terdapat gambar, dan nomor halaman di sebelah bawah kiri. Peserta didik akan mengamati materi dengan bentuk 3D, disertai fitur suara, dan penjelasan objek.

*Validasi Desain*

Validasi desain dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* sebelum diujicobakan kepada peserta didik. Kategori penilaian menggunakan skala likert dengan skor penilaian dari 1 hingga 4 yakni: skor 1 (kurang), skor 2 (cukup), 3 (baik), 4 (sangat baik). Validasi dilakukan oleh tiga pakar ahli dengan menilai komponen penyajian, kelayakan isi, dan kebahasaan sebagaimana disajikan pada tabel berikut ini:

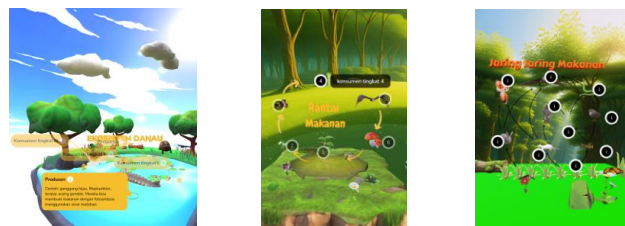
**Tabel 2.** Rekapitulasi Hasil Validasi Penilaian Komponen Penyajian, Kelayakan Isi, dan Kebahasaan

	Validator Ahli Media	Validator Ahli Materi	Validator Ahli Bahasa
Jumlah	154	129	74
Skor Maks	164	168	104
Persentase	94%	77%	71%
Kualifikasi	Sangat Layak	Sangat Layak	Layak

E-bahan ajar memperoleh skor sebesar 154 dari skor maksimal 164 dengan persentase kelayakan sebesar 94% dan termasuk dalam kualifikasi sangat layak dengan revisi sesuai kritik dari ahli media. Hasil ini menunjukkan bahwa desain tampilan, tata letak, konsistensi visual, serta integrasi fitur *Augmented Reality* telah dirancang dengan baik dan optimal. Hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan skor sebesar 129 dari skor maksimal 168 dengan persentase kelayakan sebesar 77% dan termasuk dalam kualifikasi sangat layak dengan revisi sesuai saran dari ahli materi. Namun terdapat beberapa aspek materi yang perlu disempurnakan. Sementara itu, hasil validasi oleh ahli bahasa memperoleh skor sebesar 74 dengan persentase kelayakan sebesar 71% dan berada pada kualifikasi layak dengan revisi sesuai kritik dan saran dari ahli bahasa. Dengan syarat penyempurnaan pada aspek kebahasaan.

*Revisi Desain*

Setelah melakukan validasi dengan ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Peneliti melakukan revisi produk e-bahan ajar berdasarkan kritik, saran, dan masukan yang didapat. Berikut perubahan e-bahan ajar sesudah dilakukannya revisi seperti pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Tampilan Fitur *Augmented Reality* Materi Ekosistem

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Uji coba produk dilakukan untuk mengetahui kepraktisan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*. Uji coba dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu uji coba skala kecil di SDN Bringin 02 Kota Semarang dan uji coba skala besar di SDN Bringin 01 Kota Semarang. Uji coba skala kecil dilaksanakan di SDN Bringin 02 dengan melibatkan 12 dari 28 peserta didik kelas V. Kemudian skala besar melibatkan seluruh peserta didik Kelas V SDN Bringin 01 dengan jumlah 28.

*Uji Coba Produk*

Uji coba produk dilakukan untuk mengetahui kepraktisan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*. Uji coba dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu uji coba skala kecil di SDN Bringin 02 Kota Semarang dan uji coba skala besar di SDN Bringin 01 Kota Semarang. Uji coba skala kecil dilaksanakan di SDN Bringin 02 dengan melibatkan 12 dari 28 peserta didik kelas V. Kemudian skala besar melibatkan seluruh peserta didik Kelas V SDN Bringin 01 dengan jumlah 28.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik Uji Coba Produk

	Respons Guru	Kriteria	Respons Peserta Didik	Kriteria
Skala Kecil	88%	Sangat Layak	92%	Sangat Layak
Skala Besar	89%	Sangat Layak	100%	Sangat Layak

Hasil uji coba skala kecil menunjukkan tanggapan peserta didik terhadap e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* memperoleh persentase sebesar 92% kategori sangat layak. Sementara itu, hasil angket respons guru sebesar 88% berada pada kategori sangat layak. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* pada materi ekosistem dapat digunakan secara efektif dan dinilai praktis dalam pembelajaran. Uji coba skala besar dilakukan di SDN Bringin 01 dengan melibatkan guru kelas V. Berdasarkan hasil angket respons guru terhadap e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*, diperoleh persentase kelayakan 89%. Respons peserta didik pada uji coba skala besar menunjukkan hasil yang positif, dengan perolehan persentase respons sebesar 100% dengan kategori sangat layak. Berdasarkan hasil uji coba skala kecil dan skala besar,

dapat ditarik tanggapan bahwa e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* memiliki tingkat kelayakan yang baik, produk dinyatakan praktis digunakan sebagai media pembelajaran IPAS kelas V materi ekosistem di sekolah dasar.

**Revisi Produk**

Setelah media pembelajaran dibuat berdasarkan hasil kebutuhan, divalidasi serta direvisi pada tahapan tahapan sebelumnya, perubahan media sesudah dilakukannya revisi seperti di bawah ini:

**Tabel 4.** Hasil Revisi Berdasarkan Saran Ahli Media dan Materi

<p>Setelah revisi warna tulisan judul dibuat kontras sehingga peserta didik dan guru lebih mudah membacanya.</p>	<p>Setelah revisi telah diberikan keterangan untuk setiap topik agar mengetahui pada pertemuan beberapa.</p>	<p>Setelah perbaikan, tata penulisan judul topik dan gambar telah dirapikan serta diperjelas. Dan penomoran halaman diedit pada bagian bawah kanan sesuai kaidah penulisan karya ilmiah.</p>

**Uji Coba Pemakaian**

Uji coba pemakaian dilakukan untuk mengetahui tingkat keefektifan dan kepraktisan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* pada pembelajaran. Uji coba ini melibatkan guru dan peserta didik kelas V pada skala kecil dan skala besar, serta dilengkapi dengan analisis statistik numerik untuk melihat pengaruh penggunaan produk terhadap hasil belajar. Berikut merupakan hasil dari uji coba skala kecil:

**Tabel 5.** Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis Kelompok Kecil

Tindakan	Rata-Rata	Interval Selisih
Pretest	44	42
Posttest	86	

Selanjutnya, hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam uji coba kelompok kecil dipaparkan pada tabel di bawah ini:

**Tabel 6.** Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis dalam Uji Coba Kelompok Kecil

Tindakan	Rata-Rata	Interval Selisih
Pretest	38	47
Posttest	85	

Berdasarkan tabel, hasil tes keterampilan berpikir kritis pada uji coba kelompok kecil

menunjukkan adanya perubahan yang signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah tindakan. Pada tahap *pretest*, nilai rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik berada pada angka 38, sedangkan setelah penerapan nilai rata-rata *posttest* meningkat menjadi 85, dengan selisih peningkatan sebesar 47. Temuan ini menunjukkan penggunaan e-bahan ajar berbantuan AR materi ekosistem kelas V memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pada tahap ini, peneliti juga menyebarkan angket kepada guru dan peserta didik. Berikut merupakan angket tanggapan guru dan peserta didik terhadap e-bahan ajar:

**Tabel 7.** Rekapitulasi Hasil Angket Tanggapan Guru dan Peserta Didik

	Hasil Guru Skala Kecil	Hasil Peserta Didik Skala Kecil	Hasil Guru Skala Besar	Hasil Peserta Didik Skala Besar
Sampel	1	12	1	28
Skor	70	885	71	2240
Skor Maks	80	960	80	2240
Persentase	88%	92%	89%	100%
Kualifikasi	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak

Pada tabel menunjukkan tingkat kelayakan yang maksimal. Pada uji coba skala kecil, respons guru memperoleh persentase kelayakan sebesar 88% dan respons peserta didik sebesar 92%, keduanya termasuk dalam kualifikasi sangat layak. Pada uji coba skala besar, hasil angket menunjukkan bahwa respons guru memperoleh persentase sebesar 89% dan respons peserta didik sebesar 100%, yang juga berada pada kualifikasi sangat layak. Hasil ini menunjukkan bahwa e-bahan ajar menarik, dan dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Selanjutnya, sebelum dilakukan uji statistik parametrik, data hasil *pretest* dan *posttest* diuji normalitasnya. Hasil uji normalitas *pretest* dan *posttest* disajikan melalui tabel sebagai berikut:

**Tabel 8.** Hasil Uji Normalitas *Pretest* dan *Posttest* Skala Kecil

Class	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Pretest	0,898	12	0,239
Posttest	0,852	12	0,079

Hasil perhitungan uji normalitas kelompok kecil menunjukkan bahwa data *pretest* menunjukkan taraf signifikansi sebesar 0,239 dan taraf signifikansi sebesar 0,079 pada data *posttest*. Hasil uji normalitas pada nilai *pretest* adalah  $0,239 > 0,05$  dan hasil uji normalitas pada nilai *posttest* adalah  $0,077 > 0,05$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal.

**Tabel 9.** Hasil Uji Normalitas *Pretest* dan *Posttest* Skala Besar

Class	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Pretest CT	0,967	28	0,499
Posttest CT	0,964	28	0,422

Didapatkan hasil nilai signifikansi  $0,499 > 0,05$  dan nilai *posttest* sebesar  $0,422 > 0,05$ , artinya berdistribusi normal. Maka, dapat dilanjutkan teknik statistika parametrik. Hasil uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa nilai signifikansi *pretest* sebesar  $0,499$  dan *posttest* sebesar  $0,422$ , keduanya lebih besar dari  $0,05$ . Dengan demikian, data dinyatakan berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dilakukan uji statistik parametrik. Tahap berikutnya dilakukan uji *T*-berpasangan, uji ini diterapkan untuk menguji keefektifan e-bahan ajar dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan. Berdasar kriteria Uji *T*,  $H_a$  diterima apabila nilai signifikansi (*2-tailed*)  $< 0,05$  sedangkan  $H_a$  ditolak apabila nilai (*2-tailed*)  $> 0,05$ . Berikut merupakan hipotesis dari *pretest* dan *posttest* uji *t-test*:

$H_o$  : E-Bahan Ajar berbantuan *Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPAS Kelas V Materi Ekosistem tidak efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

$H_a$  : E-Bahan Ajar berbantuan *Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPAS Kelas V Materi Ekosistem efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Hasil uji *t-test* data *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis dipaparkan pada Tabel 10 dan Tabel 11.

**Tabel 10.** Hasil Uji *t*-Berpasangan Skala Kecil  
*Paired Samples Statistics*

Pair		Rata-rata	Sig. (2-tailed)
		1	Pretest
	Posttest	85,00	

**Tabel 11.** Hasil Uji *t*-Berpasangan Skala Besar  
*Paired Samples Statistics*

Pair		Rata-rata	Sig. (2-tailed)
		1	Pretest
	Posttest	86,14	

Diperoleh hasil  $0,000 < 0,005$ , dianggap terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis yang signifikan. Uji *t*-berpasangan dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah penggunaan e-bahan ajar. Hasil uji menunjukkan nilai signifikansi sebesar  $0,000$  (Sig. 2-

tailed  $< 0,05$ ), dengan rata-rata nilai *pretest* sebesar  $44,00$  dan rata-rata nilai *posttest* sebesar  $86,14$ . Dari nilai tersebut dapat dimaknai bahwa  $0,000 < 0,005$  yang menyatakan hipotesis  $H_a$  dapat diterima. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan hasil belajar yang signifikan antara sebelum dan sesudah penggunaan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*. Tahap selanjutnya setelah uji *t-test* yaitu uji *N-gain*. Uji ini dilakukan untuk membuktikan bahwa terdapat peningkatan rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan e-bahan ajar, kemudian hasil yang diperoleh dihitung dengan menggunakan analisis indeks gain. Adapun hasil uji *N-gain* dengan menggunakan e-bahan ajar disajikan pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Hasil Uji *N-Gain* Skala Kecil

	<i>Descriptive Statistics</i>	
	N	Rata-rata
<i>NGain</i> Skala Kecil	12	0,7721
<i>NGain</i> _Persen	12	77,2100

Setelah melakukan uji *t*, peneliti melakukan Uji *N-Gain* untuk mengetahui peningkatan rata-rata hasil *pretest* dan *posttest* yang telah dilakukan pada uji kelompok kecil. Keefektifan produk juga dianalisis menggunakan uji *N-Gain*. Kriteria nilai hasil perhitungan *N-Gain* menunjukkan bahwa  $N-Gain \geq 0,7$  termasuk dalam kategori tinggi. Hasil uji *N-Gain* pada kelompok kecil, memperoleh skor *N-Gain* sebesar  $0,77$  dengan kriteria tinggi.

**Tabel 13.** Hasil Uji *N-Gain* Skala Besar

	<i>Descriptive Statistics</i>	
	N	Rata-rata
<i>NGain</i> _Score	28	0,7461
<i>NGain</i> _Persen	28	74,6127

Berdasarkan Tabel 13 hasil menunjukkan  $N-Gain > 0,7 = 0,74 > 0,7$  atau  $N-Gain \% > 75\% = 74,6127\% > 75\%$ , maka dikatakan tinggi. Hasil perhitungan menunjukkan nilai rata-rata *N-Gain* sebesar  $0,7461$  atau  $74,6127\%$ . Nilai tersebut berada pada kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa penggunaan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Berdasarkan hasil validasi dan uji coba yang telah dilakukan, e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* pada muatan pembelajaran IPAS materi ekosistem dinyatakan memiliki tingkat kelayakan, keefektifan, dan kepraktisan yang sangat baik. Penilaian ahli menunjukkan bahwa produk berada pada kategori sangat layak, baik dari aspek media, materi, maupun bahasa setelah melalui tahap revisi. Hasil angket tanggapan guru dan peserta didik pada uji coba skala kecil dan skala besar juga memperlihatkan respons yang sangat positif, yang

mengindikasikan bahwa e-bahan ajar mudah digunakan, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah dasar. Lebih lanjut, analisis hasil *pretest* dan *posttest* menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah penggunaan e-bahan ajar, yang diperkuat oleh hasil uji *t*-berpasangan dan uji *N-gain* dengan kategori cukup efektif. Temuan ini merefleksikan bahwa hasil penelitian sejalan dengan teori belajar Behavioristik Watson yang menjadi acuan dalam mengembangkan e-bahan ajar berbantuan AR materi ekosistem. Teori belajar ini menyatakan bahwa terdapat hubungan antara stimulus dan respons dalam kegiatan pembelajaran.

Selama proses pengembangan dan implementasi e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality*, terdapat beberapa tantangan yang memengaruhi kelancaran pelaksanaan. Pertama, tidak semua peserta didik memiliki *smartphone* pribadi sehingga penggunaan media harus dilakukan secara bergantian atau berkelompok. Kedua, kondisi jaringan internet yang kurang stabil menyebabkan proses pemindaian *QR Code* dan akses konten AR terkadang terhambat. Ketiga, fasilitas sekolah yang belum sepenuhnya memadai, seperti keterbatasan perangkat pendukung LCD Projector, turut menjadi kendala teknis. Selain itu, keterbatasan waktu implementasi di kelas membuat pemanfaatan fitur AR belum dapat dieksplorasi secara maksimal dalam setiap pertemuan.

Abdullah et al., (2022) dalam penelitiannya didapati temuan yaitu bahwa penerapan AR memberikan pengaruh yang signifikan dan positif. Peserta didik yang tergabung dalam kelompok eksperimen yang menggunakan AR menunjukkan peningkatan hasil belajar belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Didalam studi yang sama AR terbukti secara signifikan mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran, terutama dalam bidang sains dengan cara memungkinkan visualisasi konsep-konsep kompleks secara imersif dan efektif dibandingkan pendekatan konvensional, serta dapat mendukung pembelajaran lapangan virtual dan simulasi dunia nyata (Kamińska et al., 2023; Zhao et al., 2023). Sehingga peserta didik dapat melihat simulasi langsung dari komponen ekosistem seperti rantai makanan, hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya, serta dampak perubahan lingkungan secara visual dan konkret (Faria, 2024; Nikou et al., 2024).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* (AR) pada materi ekosistem mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan kategori *N-Gain* tinggi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Suntari et

al., (2025) (2023) yang melaporkan bahwa penggunaan media AR di sekolah dasar berkontribusi positif terhadap peningkatan minat dan hasil belajar siswa. Selain itu, kajian literatur oleh Islamiyati et al. (2024) menegaskan bahwa integrasi AR dalam pembelajaran sains efektif meningkatkan keterampilan proses sains dan kreativitas peserta didik. Perbedaannya, penelitian ini secara spesifik menekankan pada peningkatan keterampilan berpikir kritis melalui e-bahan ajar terstruktur berbasis IPAS, bukan hanya pada hasil belajar atau minat, sehingga memberikan kontribusi lebih terarah pada pengembangan kemampuan kognitif tingkat tinggi di sekolah dasar.

*Augmented Reality* (AR) efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis karena mampu memvisualisasikan konsep abstrak menjadi konkret dan interaktif. Pada materi ekosistem, peserta didik dapat mengamati hubungan antarorganisme melalui objek 3D yang dapat diputar dan dieksplorasi. Interaksi ini menstimulasi kemampuan mengidentifikasi, menganalisis sebab-akibat, membandingkan peran makhluk hidup, serta mengevaluasi dampak perubahan lingkungan. Dukungan visual dan audio memperdalam pemrosesan informasi, sehingga pembelajaran menjadi lebih aktif, bermakna, dan mendorong berkembangnya kemampuan interpretasi serta analisis peserta didik.

Dapat diketahui dari penelitian yang sudah dilakukan, bahwa penggunaan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* efektif untuk digunakan dalam muatan pembelajaran IPAS materi ekosistem pada Kelas V SDN Bringin 01 Kota Semarang. Hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis bahwa e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* pada mata pelajaran IPAS materi ekosistem dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran di kelas V untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Guru dapat memanfaatkan e-bahan ajar ini sebagai pendukung pembelajaran interaktif berbasis teknologi yang mampu memvisualisasikan konsep-konsep ekosistem secara lebih konkret dan menarik. Selain itu, sekolah dapat mengembangkan e-bahan ajar serupa pada materi IPAS lainnya guna meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis digital serta mendorong integrasi teknologi dalam proses pembelajaran di sekolah dasar.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* pada mata pelajaran IPAS kelas V materi ekosistem berhasil dikembangkan menggunakan model Borg and Gall yang melalui

delapan tahapan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menguji kelayakan, kepraktisan, serta keefektifan e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* pada materi ekosistem kelas V.

Produk yang dikembangkan telah melalui proses validasi oleh ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa dengan hasil persentase kelayakan masing-masing sebesar 94%, 77%, dan 71%, sehingga secara keseluruhan e-bahan ajar dinyatakan layak digunakan dengan beberapa revisi. Hasil uji coba produk dan uji coba pemakaian pada skala kecil dan skala besar menunjukkan respons guru dan peserta didik yang sangat positif, dengan persentase berkisar antara 88% hingga 100% pada kategori sangat layak, menandakan produk praktis digunakan. Selain itu, berdasarkan hasil uji t-berpasangan diperoleh nilai signifikansi sebesar  $0,000 < 0,05$  yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah menggunakan e-bahan ajar. Hasil uji *N-gain* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,74 dengan kategori tinggi, sehingga efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik. Dapat disimpulkan bahwa e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* layak, efektif, dan praktis digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta hasil belajar peserta didik kelas V sekolah dasar pada materi ekosistem.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya durasi penulisan tugas akhir yang relatif lama, yaitu selama 10 bulan, sehingga waktu pelaksanaan setiap tahap penelitian memakan waktu yang banyak. Dari tujuh sekolah dasar yang diobservasi, hanya tiga sekolah yang berkenan memberikan izin untuk pelaksanaan penelitian, sehingga ruang lingkup penelitian menjadi lebih terbatas. Selain itu, manajemen waktu penelitian kurang optimal karena peneliti melaksanakan kegiatan KKN dan PPL yang waktunya hampir bersamaan dengan proses penelitian. Keterbatasan lainnya adalah jumlah sampel yang terpisah di dua sekolah berbeda karena sekolah yang dipilih tidak memiliki kelas paralel, sehingga pelaksanaan penelitian harus dilakukan di lokasi yang berbeda.

Terakhir saran dari peneliti yaitu agar e-bahan ajar berbantuan *Augmented Reality* dapat dimanfaatkan oleh sekolah sebagai salah satu alternatif media pembelajaran berbasis digital yang inovatif untuk mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan bermakna. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat mengembangkan media pembelajaran berbasis digital yang lebih menarik lagi agar inovasinya tidak hanya sebatas *Augmented Reality* tapi dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar fase C.

## Referensi

- Abdullah, N., Baskaran, V. L., Mustafa, Z., Ali, S. R., & Zaini, S. H. (2022). Augmented reality: the effect in students' achievement, satisfaction and interest in science education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(5), 326-350. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.5.17>
- Alenezi, M., Wardat, S., & Akour, M. (2023). The need of integrating digital education in higher education: challenges and opportunities. *Sustainability*, 15(6), <https://doi.org/10.3390/su15064782>
- Alzahrani, N. M. (2020). Augmented reality: a systematic review of its benefits and challenges in e learning contexts. *Applied Sciences*, 10(16), 5660. <https://doi.org/10.3390/app10165660>
- Aprilia, S., Larasati, N., Rahmatin, J. A., Alawiyah, R., & Rahayu, S. (2025). Literature review: the application of the Borg and Gall development model in science learning. In *Indonesian Journal of Educational Innovation* (Vol. 1, Issue 1). <https://journals.widhatulfaeha.id/index.php/jpkjl>
- Buragohain, D., Punpeng, G., Jaratjarungkiat, S., & Chaudhary, S. (2023). Impact of e learning activities on english as a second language proficiency among engineering cohorts of malaysian higher education: a 7-month longitudinal study. *Informatics*, 10(1), 31. <https://doi.org/10.3390/informatics10010031>
- Diyamon Prasandha, & Yuni Dwi Susanti. (2022). Empowering rural entrepreneurs through independent entrepreneurship literacy program. *ASEAN Journal of Community Engagement*, 6(1). 10.7454/ajce.v6i1.1176
- DPR RI. (2003). Peraturan presiden republik indonesia. <https://jdih.dpr.go.id>
- Endang Mulyatiningsih. (2019). *Pengembangan model pembelajaran*.
- Faria, A. (2024). Augmented reality and teaching strategies in the study of volcanism in elementary and secondary schools. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 13(1). <https://doi.org/10.1007/s44322-024-00018-5>
- Fitriana, S. D. A., & Setyasto, N. (2023). Pengembangan ritatoon berbasis qr-code berbantuan video untuk meningkatkan hasil belajar ips siswa kelas v sekolah dasar. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(3), 415-427. 10.37478/jpm.v4i3.2939

- Grace, C., Simarmata, N., Cristeofani Hutauruk, M., Fanni, R., Gaol, L., & Anas Kautsar, M. (2025). Globalisasi dalam bidang iptek, ekonomi, komunikasi, transportasi, budaya. *Cendekia: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 37–42.
- Husnah, A., O., Fitriani, A., Patricya, F., & Putri Handayani, T. (2023). Analisis materi ips dalam pembelajaran ipas kurikulum merdeka di sekolah dasar. In *JPDSH Jurnal Pendidikan Dasar Dan Sosial Humaniora* (Vol. 3, Issue 1). <https://bajangjournal.com/index.php/JPDSH>
- Islamiyati, D., Rokhmat, J., Arian Sani Anwar, Y., & Mahmudah, H., (2025). Pengembangan lkpdp terintegrasi kearifan lokal berbasis augmented reality berbantuan aplikasi assemblr adu untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan berpikir kreatif peserta didik. *Journal of Classroom Action Research*, 7(1). <https://doi.org/10.29303/jcar.v7i1.10306>
- Istianah, R., & Setyasto, N. (2023). Pengembangan media monopoli berbasis cerita rakyat jawa untuk meningkatkan keterampilan membaca dan menulis aksara jawa kelas iv sekolah dasar. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(3), 437–450. 10.37478/jpm.v4i3.2946
- Kamińska, D., Zwoliński, G., Laska-Leśniewicz, A., Raposo, R., Vairinhos, M., Pereira, E., Urem, F., Ljubić Hinić, M., Haamer, R. E., & Anbarjafari, G. (2023). Augmented reality: current and new trends in education. *Electronics*, 12(16), 3531. <https://doi.org/10.3390/electronics12163531>
- Lestari, E. K., & Yudhanegara, M. R. (2017). *Penelitian pendidikan matematika*. Refika Aditama.
- Lestari, L. W., & Setyasto, N. (2025). Pengembangan e bahan ajar berbantuan augmented reality pada mata pelajaran ipas materi mengubah bentuk energi untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(3), 385–396. 10.29303/jppipa.v11i3.10420
- Mansour, N., Aras, C., Staarman, J. K., & Alotaibi, S. B. M. (2024). Embodied learning of science concepts through augmented reality technology. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13120-0>
- Millati, F. A., & Setyasto, N. (2023). Pengembangan bahan ajar elektronik berbasis flipbook untuk meningkatkan hasil belajar ipa sekolah dasar. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(3), 451–460. 10.37478/jpm.v4i3.2947
- Müller, C., Mildenerger, T., & Steingruber, D. (2023). Learning effectiveness of a flexible learning study programme in a blended learning design: Why are some courses more effective than others? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00379-x>
- Nawwal, F. H. K., & Setyasto, N. (2025). Pengembangan e bahan ajar berbantuan augmented reality pada mata pelajaran ipas materi keanekaragaman budaya. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(3), 397–407. 10.29303/jppipa.v11i3.10417
- Nikou, S. A., Perifanou, M., & Economides, A. A. (2024). Exploring teachers competences to integrate augmented reality in education: results from an international study. *TechTrends*, 68(6), 1208–1221. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-01014-4>
- Nurwijaya, S., Ikhsan Sukaria, M., P., & Pattimura, U., P., (2025). Augmented reality ar dalam pembelajaran geometri: dampak pada spasial reasoning siswa. *Pedagogy, Volume 10* Nomor 2.
- Nyolle, Nurdin, & Nurindah. (2025). Pengaruh penggunaan media augmented reality terhadap hasil belajar siswa kelas x tkj di SMK Muhammadiyah 4 Tallo. *Journal of Classroom Action Research*, 7(3). <https://doi.org/10.29303/jcar.v7i3.11579>
- Okpatrioka, O. (2023). Research and development r&d penelitian yang inovatif dalam pendidikan. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(1), 86–100.
- Ramdani, A., Jufri, A. W., Jamaluddin, J., & Yustiqvar, M. (2023, April). Increasing student science literacy: Learning studies using Android-based media during the Covid-19 pandemic. In *THE 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE EDUCATION AND SCIENCES* (Vol. 2619, No. 1, p. 070001). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0122847>
- Rukmana, V. I., & Setyasto, N. (2025). Pengembangan media aurbook augmented reality book untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas iv pada pembelajaran ipas materi kearifan lokal. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(6), 539–554. 10.29303/jppipa.v11i6.11078
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan r&d*. Bandung: CV Alfabeta.
- Suntari, Y., Usman, H., & Yunus, M. (2025). Analisis kebutuhan media pembelajaran augmented reality di kelas iv sd. *Journal of Classroom Action Research*, 7(3). <https://doi.org/10.29303/jcar.v7i3.11525>
- Syarifudin, E. D. U. (2022). Media pembelajaran dari masa konvensional hingga masa digital. [www.bening-mediapublishing.com](http://www.bening-mediapublishing.com)

- Utomo, A. P. Y., Sugiharto, D. Y. P., Kesuma, R. G., & Prasandha, D. (2024). Student literacy and literacy skills in higher education: a bibliometric review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 8(2), 159. 10.20961/ijpte.v8i2.84533
- Widyanarti, T., Syahrani, R. H., Fadhilah, N., Adawiyah, N., Setiawaty, S. H., Olivia, A., & Putri, A. (2024). Tantangan dan inovasi dalam komunikasi antar budaya di era globalisasi. *INTERACTION: Communication Studies Journal*, 1(3). 10.47134/interaction.v1i3
- Yuniarti, A., Safarini, F., Rahmadia, I., Putri, S., & Biologi, P. (2023). Media konvensional dan media digital dalam pembelajaran, (Vol. 4, Issue 2).
- Zhao, X., Ren, Y., & Cheah, K. S. L. (2023). Leading virtual reality vr and augmented reality ar in education: bibliometric and content analysis from the web of science 2018–2022. *SAGE Open*, 13(3), 1–23. <https://doi.org/10.1177/21582440231190821>
- Yustiqvar, M., Hadisaputra, S., & Gunawan, G. (2019). Analisis penguasaan konsep siswa yang belajar kimia menggunakan multimedia interaktif berbasis green chemistry. *Jurnal Pijar Mipa*, 14(3), 135-140. <https://doi.org/10.29303/jpm.v14i2.1299>