

Pengembangan Modul Ajar IPA Berbasis Augmented Reality dan Etnosains Mbojo untuk Meningkatkan Keterampilan Sains Siswa SMP

Ika Nurani Dewi, Sutarto*, Saiful Bahri

Pascasarjana Pendidikan IPA Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Indonesia

*Corresponding Author: sutarto@undikma.ac.id

Dikirim: 19-09-2025; Direvisi: 12-10-2025; Diterima: 14-10-2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul ajar Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berbasis Augmented Reality (AR) dan etnosains Mbojo untuk meningkatkan keterampilan sains dan kepedulian lingkungan siswa SMP. Proses pengembangan menggunakan model ADDIE, yang mencakup lima tahap: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Modul dirancang dengan memadukan teknologi visualisasi AR dan nilai-nilai lokal seperti praktik pertanian tradisional, konservasi alam, dan sistem sosial masyarakat Mbojo. Validasi oleh ahli media dan materi menunjukkan bahwa modul sangat valid untuk digunakan dalam pembelajaran. Uji coba dilakukan dalam skala kecil dan besar melibatkan 51 siswa. Hasil angket menunjukkan bahwa siswa menilai modul sebagai sangat praktis dan mudah digunakan. Analisis efektivitas dengan uji-t menunjukkan peningkatan signifikan pada hasil post-test siswa kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Modul ini terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman sains serta menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan. Selain itu, penggunaannya mendukung pembelajaran kontekstual dan membangun koneksi antara ilmu pengetahuan modern dan kearifan lokal. Studi ini menyoroti pentingnya inovasi pendidikan berbasis teknologi dan budaya lokal sebagai strategi pembelajaran berkelanjutan yang mendukung pengembangan karakter dan literasi sains siswa.

Kata Kunci: modul ajar; augmented reality; etnosains mbojo; keterampilan sains

Abstract: This study aims to develop a science instructional module based on Augmented Reality (AR) and Mbojo ethnoscience to enhance junior high school students' scientific skills and environmental awareness. The development process followed the ADDIE model, consisting of five phases: analysis, design, development, implementation, and evaluation. The module was designed by integrating AR visualization technology with local cultural values, such as traditional agricultural practices, environmental conservation, and the social systems of the Mbojo community. Validation by media and content experts confirmed that the module is highly valid for educational use. Pilot testing was conducted on a small and large scale, involving 51 students. Questionnaire results indicated that students found the module to be highly practical and user-friendly. An effectiveness analysis using a t-test revealed a significant improvement in post-test scores among the experimental group compared to the control group. The module proved effective in enhancing scientific understanding and fostering environmental concern. Furthermore, its implementation supports contextual learning and bridges modern scientific knowledge with indigenous wisdom. This study underscores the importance of technology-enhanced, culturally responsive educational innovation as a sustainable instructional strategy that promotes both character development and scientific literacy among students.

Keywords: Instructional Module; Augmented Reality; Ethnoscience; Scientific Skills; Contextual Learning

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan yang komprehensif, termasuk di antaranya adalah keterampilan sains. Keterampilan sains bukan hanya terbatas pada pemahaman terhadap konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mencakup kemampuan untuk melakukan pengamatan, merumuskan hipotesis, menyusun dan melaksanakan eksperimen, serta menganalisis data dan menyusun kesimpulan secara logis dan objektif. Kemampuan ini sangat penting tidak hanya dalam konteks akademik, tetapi juga dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam menghadapi isu-isu global seperti perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan ketimpangan sumber daya alam. Oleh karena itu, penguasaan keterampilan sains menjadi fondasi penting dalam membentuk individu yang kritis, solutif, dan bertanggung jawab secara sosial dan ekologis (Ülger, 2021).

Namun demikian, realita di lapangan menunjukkan bahwa pengembangan keterampilan sains siswa, khususnya di jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP), masih menghadapi tantangan yang signifikan. Berdasarkan studi awal yang dilakukan di SMPN 1 Manggelewa, Kabupaten Dompu pada tahun 2025, ditemukan bahwa sekitar 60,5% siswa menunjukkan tingkat keterampilan sains yang rendah. Siswa mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi masalah ilmiah, merancang eksperimen sederhana, serta menganalisis dan menafsirkan data hasil pengamatan. Lebih dari itu, siswa juga belum mampu mengaplikasikan konsep-konsep IPA dalam kehidupan nyata, sehingga menunjukkan adanya kesenjangan antara pembelajaran di kelas dan konteks kehidupan sehari-hari. Temuan ini sejalan dengan laporan literatur internasional yang menyatakan bahwa banyak kurikulum IPA di berbagai negara, termasuk Indonesia, masih menekankan pendekatan pengajaran tradisional berbasis hafalan, bukan pengalaman praktis yang kontekstual (Fernández et al., 2022; Shana & Abulibdeh, 2020).

Rendahnya keterampilan sains siswa juga berkorelasi dengan minimnya kepedulian terhadap isu-isu lingkungan. Hasil observasi dan wawancara dengan guru serta siswa menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum memiliki kesadaran ekologis yang memadai. Mereka menunjukkan keterlibatan yang rendah dalam aktivitas pelestarian lingkungan seperti pengelolaan sampah, kebersihan sekolah, dan program penghijauan. Kurangnya kesadaran ini mencerminkan bahwa pembelajaran IPA yang ada belum berhasil menginternalisasi nilai-nilai tanggung jawab lingkungan, padahal pembelajaran sains seharusnya tidak hanya bertujuan menciptakan siswa yang cerdas secara intelektual, tetapi juga bijak secara ekologis.

Salah satu faktor yang menyebabkan permasalahan tersebut adalah masih dominannya pendekatan pembelajaran yang bersifat konvensional dan berpusat pada guru. Model pembelajaran seperti ini membatasi siswa untuk berpartisipasi aktif dan cenderung menghambat pengembangan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan ilmiah yang esensial (Coşkunserçe, 2021). Dalam praktiknya, pengajaran lebih banyak dilakukan dengan metode ceramah, tanpa melibatkan siswa dalam proses inkuiri ilmiah atau eksplorasi fenomena lingkungan yang relevan. Padahal, pendekatan inkuiri berbasis siswa telah terbukti lebih efektif dalam mengembangkan keterampilan sains dan membangun ketertarikan siswa terhadap sains (Valls et al., 2021; Taş et al., 2022).

Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan terobosan pedagogis melalui inovasi perangkat pembelajaran yang tidak hanya interaktif, tetapi juga kontekstual dan berbasis teknologi. Salah satu pendekatan yang semakin banyak mendapatkan

perhatian dalam pendidikan sains modern adalah penggunaan teknologi Augmented Reality (AR). Teknologi ini memungkinkan penggabungan antara dunia nyata dan objek virtual dalam satu ruang visual secara real-time, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan atraktif. Dalam konteks pembelajaran IPA, AR berfungsi sebagai media visualisasi konsep-konsep abstrak, simulasi fenomena ilmiah, serta eksplorasi lingkungan yang tidak dapat diakses secara langsung (Abdullah et al., 2022).

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan sains di tingkat menengah mampu meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, dan keterampilan berpikir kritis siswa (Kuanbayeva et al., 2024). Selain itu, teknologi ini juga mendorong terjadinya kolaborasi antarsiswa dan pembelajaran aktif yang bermakna. Oleh karena itu, AR tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran, tetapi juga sebagai katalisator transformasi pendekatan pedagogis menuju model pembelajaran berbasis pengalaman dan eksplorasi autentik.

Namun demikian, kehadiran teknologi AR saja belum cukup untuk menciptakan pembelajaran yang kontekstual dan bermakna secara sosial-budaya. Dalam konteks masyarakat Indonesia yang kaya akan kearifan lokal, integrasi antara teknologi modern dan nilai-nilai lokal menjadi sangat penting. Konsep etnosains menawarkan solusi melalui pengintegrasian pengetahuan lokal ke dalam materi dan konteks pembelajaran sains. Etnosains memuat pengetahuan tradisional yang diwariskan secara turun-temurun, seperti praktik pertanian, pengobatan herbal, konservasi alam, dan sistem kepercayaan masyarakat lokal. Dalam penelitian ini, etnosains Mbojo dari masyarakat Bima-Dompu dipilih sebagai basis kultural pembelajaran IPA karena kaya akan nilai-nilai ekologis dan ilmiah yang dapat dikontekstualisasikan dengan materi ajar.

Integrasi etnosains Mbojo dalam modul pembelajaran IPA diyakini mampu memberikan tiga kontribusi penting. Pertama, pendekatan ini menjembatani kesenjangan antara materi sains modern dan realitas kehidupan siswa, sehingga meningkatkan relevansi dan makna pembelajaran. Kedua, etnosains berfungsi sebagai sarana pelestarian pengetahuan lokal yang rentan punah akibat arus modernisasi. Ketiga, integrasi ini menumbuhkan rasa bangga terhadap identitas budaya dan memperkuat kepedulian siswa terhadap lingkungan melalui perspektif lokal (Donatuto et al., 2020; Lestari et al., 2024).

Apabila etnosains dikombinasikan dengan teknologi AR, maka akan tercipta sinergi yang unik dan kuat. Modul pembelajaran yang berbasis AR dan etnosains tidak hanya bersifat visual dan interaktif, tetapi juga memiliki konteks budaya yang kuat, sehingga dapat meningkatkan kedalaman pemahaman dan nilai pembelajaran. Melalui teknologi ini, siswa dapat menyaksikan simulasi digital tentang praktik tradisional masyarakat Mbojo seperti teknik pertanian, identifikasi tanaman obat, hingga sistem konservasi lokal. Hal ini sejalan dengan temuan Koparan (2025) dan Gomera et al. (2021) yang menekankan pentingnya konten lokal dalam memastikan keberhasilan penerapan teknologi AR di lingkungan sekolah.

Walaupun menjanjikan, pendekatan ini tidak lepas dari tantangan implementasi, terutama terkait keterbatasan infrastruktur teknologi di daerah terpencil dan kurangnya kompetensi guru dalam memanfaatkan AR serta mengintegrasikan etnosains dalam pembelajaran. Studi Anor (2025) juga menyoroti perlunya pelatihan guru yang berkelanjutan untuk menjamin keberhasilan penerapan inovasi ini di lapangan.

Dalam tinjauan literatur yang ada, sangat sedikit penelitian yang secara eksplisit mengkaji integrasi antara AR dan etnosains dalam konteks pembelajaran IPA di tingkat SMP, khususnya di wilayah Indonesia timur. Padahal, pendekatan ini memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pendidikan sains yang tidak hanya cerdas secara intelektual, tetapi juga arif secara budaya dan ekologis.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji validitas, kepraktisan, serta efektivitas modul ajar IPA berbasis Augmented Reality dan etnosains Mbojo. Modul ini diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang imersif, kontekstual, dan menyenangkan bagi siswa, sekaligus memperkuat keterampilan sains. Melalui pendekatan ini, pendidikan sains diharapkan dapat menjadi wahana strategis dalam pembentukan karakter, pelestarian budaya lokal, dan pembangunan pendidikan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan utama: *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Model ini dipilih karena memiliki struktur sistematis yang memungkinkan penyusunan perangkat pembelajaran secara terarah dan terukur sesuai dengan kebutuhan siswa dan konteks pembelajaran sains berbasis teknologi serta kearifan lokal. Model ADDIE juga terbukti efektif dalam mengembangkan produk pembelajaran berbasis teknologi (Widianto et al., 2020; Fitriah et al., 2021).

Model Pengembangan

Model ADDIE digunakan dalam penelitian ini sebagai kerangka untuk mengembangkan modul ajar IPA berbasis Augmented Reality (AR) dan etnosains Mbojo yang bertujuan meningkatkan keterampilan sains siswa SMP. Penggunaan model ADDIE memungkinkan proses yang terstruktur, mulai dari identifikasi kebutuhan pembelajaran, perancangan desain pembelajaran yang sesuai, pengembangan media interaktif, implementasi pada subjek nyata, hingga evaluasi yang mendalam untuk perbaikan berkelanjutan (Adnan et al., 2025).

Prosedur Pengembangan

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Pada tahap ini, peneliti melakukan identifikasi terhadap kebutuhan dan permasalahan pembelajaran IPA di tingkat SMP, terutama berkaitan dengan rendahnya keterampilan sains siswa. Data dikumpulkan melalui studi literatur, observasi lapangan, serta wawancara dengan guru dan siswa. Selain itu, dilakukan pula analisis karakteristik pengguna dan lingkungan belajar untuk memastikan bahwa modul ajar yang dikembangkan relevan dengan kebutuhan siswa. Peneliti juga mengkaji elemen etnosains Mbojo yang potensial untuk diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA, seperti praktik pertanian tradisional, dan sistem konservasi lokal.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap desain difokuskan pada penyusunan struktur dan komponen modul ajar yang menggabungkan teknologi AR - Assemblr Edu dengan konten etnosains Mbojo. Perancangan ini meliputi pemilihan media visual AR, skenario penggunaannya dalam konteks materi IPA, serta fitur interaktif yang memungkinkan siswa memahami



konsep ilmiah secara kontekstual. Di tahap ini pula disusun instrumen penelitian yang digunakan untuk menilai validitas, kepraktisan, dan efektivitas modul ajar, seperti angket validasi, lembar observasi, dan tes keterampilan sains.

3. Tahap Pengembangan (Development)

Proses pengembangan modul meliputi realisasi desain ke dalam bentuk prototipe modul ajar berbasis AR- Assemblr Edu dan etnosains. Fitur interaktif seperti simulasi AR mengenai praktik tradisional masyarakat Mbojo dikembangkan untuk mendukung keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Produk yang dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli materi dan media untuk menguji kesesuaian isi, tampilan, dan penggunaan bahasa. Revisi dilakukan berdasarkan masukan dari validator sebelum modul diuji coba dalam skala terbatas.

4. Tahap Implementasi (Implementation)

Tahap ini mencakup dua jenis uji coba: uji coba kelompok kecil dan uji lapangan. Uji coba kelompok kecil dilakukan terhadap 6 siswa kelas VII SMPN 1 Manggalewa untuk memperoleh masukan awal terkait kejelasan dan daya tarik modul. Selanjutnya, modul yang telah direvisi diimplementasikan dalam uji coba lapangan yang melibatkan 51 siswa dari dua kelas berbeda di sekolah yang sama. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menilai efektivitas dan kepraktisan modul ajar berbasis AR-Assemblr Edu dan etnosains dalam situasi belajar yang nyata.

5. Tahap Evaluasi (Evaluation)

Evaluasi dilakukan secara menyeluruh terhadap kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan modul ajar yang telah dikembangkan. Penilaian kevalidan mengacu pada kriteria yang ditetapkan oleh Nieveen (Hobri, 2010) meliputi konsistensi isi, keterpaduan antar komponen, serta dasar teoritis yang kuat. Evaluasi kepraktisan dilakukan melalui tanggapan siswa dan guru setelah penggunaan modul di kelas, sedangkan efektivitas modul dinilai berdasarkan peningkatan keterampilan sains dan kepedulian lingkungan siswa sebelum dan sesudah penggunaan modul.

Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan untuk memastikan bahwa modul ajar yang dikembangkan memenuhi tiga kriteria utama: valid, praktis, dan efektif. Validitas modul diuji oleh dua dosen dan dua guru IPA dengan pengalaman dan kualifikasi sesuai bidangnya. Masukan dari para ahli digunakan untuk merevisi modul sebelum diujicobakan kepada siswa. Uji coba kelompok kecil dilakukan kepada 6 siswa dengan tingkat kemampuan akademik yang bervariasi. Sementara itu, uji coba lapangan melibatkan dua kelas dari SMPN 1 Manggalewa dengan jumlah total 51 siswa. Hasil uji coba digunakan untuk menilai keterterimaan produk dan dampaknya terhadap proses dan hasil belajar siswa.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian dipilih secara acak dari siswa kelas VII SMPN 1 Manggalewa, NTB. Uji coba kelompok kecil melibatkan 6 siswa kelas VIIC, sedangkan uji coba lapangan dilakukan pada 25 siswa kelas VIIA dan 27 siswa kelas VIIB. Pemilihan subjek dilakukan berdasarkan kriteria kemampuan akademik (tinggi, sedang, dan rendah) yang diperoleh dari hasil belajar sebelumnya.

Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan berbagai instrumen untuk memperoleh data yang komprehensif, antara lain:

1. Angket Validasi, terdiri dari validasi ahli media dan materi, serta angket kepraktisan siswa.
2. Lembar Observasi Aktivitas Siswa, digunakan untuk menilai keterlibatan siswa selama proses pembelajaran berlangsung.
3. Tes Keterampilan Sains, berupa soal pemecahan masalah yang mencakup indikator keterampilan sains seperti mengamati, mengklasifikasi, memprediksi, mengkomunikasikan, mengukur, dan menarik kesimpulan.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis data deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berasal dari hasil observasi, wawancara, dan tanggapan ahli, yang dianalisis untuk mengidentifikasi kualitas dan perbaikan modul. Sementara itu, data kuantitatif berasal dari angket dan hasil tes siswa yang dianalisis untuk menilai kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas produk.

1. Analisis Kevalidan

Kevalidan modul dianalisis berdasarkan skor rata-rata dari angket validasi yang diberikan oleh empat validator. Data dinyatakan dalam bentuk persentase dan dikategorikan ke dalam klasifikasi sangat valid, valid, kurang valid, dan tidak valid sesuai kriteria Hobri (2010).

2. Analisis Keefektifan

Efektivitas modul diuji dengan uji-t sampel independen antara kelas eksperimen (menggunakan modul AR dan etnosains) dan kelas kontrol (menggunakan metode konvensional). Perbandingan dilakukan terhadap skor keterampilan sains dan kepedulian lingkungan. Sebelum dilakukan uji-t, data terlebih dahulu diuji normalitasnya.

3. Analisis Kepraktisan

Kepraktisan modul dinilai berdasarkan skor angket yang diisi siswa, ditambah dengan wawancara pendukung. Skor dikonversi menjadi persentase dan dikategorikan menjadi sangat praktis, praktis, cukup praktis, dan kurang praktis berdasarkan skala Likert 4 poin.

Melalui prosedur yang terstruktur dan sistematis ini, modul ajar IPA berbasis AR dan etnosains Mbojo dikembangkan untuk menjawab kebutuhan nyata di lapangan, sekaligus memastikan efektivitasnya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains yang kontekstual, interaktif, dan berbasis nilai-nilai lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di kelas VI, ditemukan Keterampilan Sains siswa masih tergolong rendah. Siswa cenderung hanya mengerjakan latihan rutin dengan penilaian yang lebih menekankan pada aspek kognitif. Hasil tahap ini menunjukkan bahwa peserta didik memerlukan media pembelajaran yang praktis, menarik, dan efektif. Hasil wawancara juga mengungkapkan bahwa baik guru maupun siswa memandang pembelajaran IPA

sebagai kegiatan yang monoton, kurang menarik, serta sulit dipahami, dengan minimnya integrasi nilai-nilai budaya lokal. Kondisi tersebut menyebabkan kebosanan, rendahnya motivasi, serta lemahnya keterampilan sains siswa. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran inovatif yang memanfaatkan teknologi.

Desain

Pada tahap desain, peneliti merancang media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) dengan merujuk pada hasil analisis sebelumnya. Pada fase ini, peneliti mulai menyusun Modul Ajar IPA Berbasis Augmented Reality Dan Etnosains serta menyiapkan instrumen penelitian seperti lembar validasi, angket respons, dan butir tes. Konteks budaya yang diangkat antara lain: Tanda Musim Tanam dan Jenis Tanaman Sesuai Lingkungan, Larangan adat membuka hutan, rumah adat mbojo (uma lengge), Mbolo Weki (musyawarah adat) dan Pengaturan Pola Tanam Tradisional

Pengembangan

Pada tahap ini, peneliti melaksanakan kegiatan yang telah direncanakan sebelumnya. Adapun kegiatan yang dilakukan meliputi: (1) menyusun desain modul ajar berbasis AR dan etnosains, (2) mengembangkan model 3D untuk objek geometri berbasis AR, (3) membuat penanda (marker) untuk setiap model 3D AR.

Implementasi

Sebelum digunakan oleh siswa, modul ajar berbasis AR dan etnosains terlebih dahulu divalidasi oleh para ahli yang meliputi pakar pendidikan matematika dan pakar media pembelajaran. Proses validasi ini melibatkan dua dosen perguruan tinggi dan dua guru kelas VII. Tujuan dari validasi adalah untuk menilai tingkat kepraktisan dan kesesuaian media dalam konteks profesional mereka. Pengumpulan data dilakukan melalui angket penilaian kelayakan yang mencakup aspek keakuratan materi, kualitas penyajian, kejelasan bahasa, dan desain media secara keseluruhan. Hasil dari proses validasi tersebut disajikan pada Tabel 1.

Table 1. Augmented Reality Validity

Validator	Score	Validation Criteria	Information
X ₁	3.26	Sangat Valid	Harap tinjau dan perbaiki kesalahan struktur kalimat (subjek, predikat, objek), serta pertimbangkan untuk memperbesar ukuran huruf.
X ₂	3.34	Sangat Valid	Konten sejarah tentang rumah adat Mbojo tidak perlu dijelaskan secara mendetail agar tidak terlalu panjang;
X ₃	3,00	Valid	Akan lebih efektif jika disertakan video yang terkait dengan etnosains
X ₄	3.24	Sangat Valid	Etnosain ditampilkan langsung dalam modul; sebagai gantinya, buat kode QR (barcode) yang mengarahkan ke informasi sejarah tersebut.
Average	3,21	Sangat Valid	

Tabel 1 menunjukkan skor rata-rata keseluruhan hasil validasi ahli terhadap modul pembelajaran berbasis AR sebesar 3,21 (sangat valid). Hal ini mengindikasikan bahwa modul ajar berbasis AR dan etnosains layak digunakan dengan revisi minor sesuai dengan saran dan masukan dari para validator. Modul ajar berbasis AR dan etnosains yang telah direvisi berdasarkan masukan ahli tersebut kemudian diujicobakan kepada siswa kelas VI. Uji coba skala kecil dilakukan pada enam siswa



kelas VI C, sedangkan uji coba skala besar melibatkan 51 siswa, yang terdiri dari 25 siswa kelas VI A dan 26 siswa kelas VI B. Siswa pada masing-masing kelas memiliki tingkat kemampuan matematika yang beragam, meliputi kategori tinggi, sedang, dan rendah. Keterlibatan siswa dengan kemampuan yang bervariasi dimaksudkan untuk mengkaji pengaruh modul ajar berbasis AR dan etnosains terhadap Keterampilan Sains Dan Kepedulian Lingkungan.

Tabel 2. Indikator Kuesioner Penggunaan Modul Pembelajaran Berbasis AR

No	Indikator	Persentase Respon Siswa (%)			
		Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
Aspek Konten					
1	Materi pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.	89	7	4	0
2	Urutan penyajian dalam Modul Ajar berbasis AR disusun secara sistematis dan mudah diikuti oleh peserta didik.	77	15	8	0
3	Aktivitas-aktivitas dalam Modul Ajar berbasis AR menarik dan relevan karena terhubung langsung dengan pengalaman sehari-hari siswa	71	15	6	8
Aspek Bahasa					
4	Modul Ajar berbasis AR mudah dibaca.	76	16	5	3
5	Materi disajikan dengan bahasa yang mudah dipahami	65	19	13	3
6	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif.	61	27	9	3
7	Panduan penggunaan, tujuan pembelajaran, dan aktivitas dalam Modul Ajar berbasis AR disajikan dengan cukup jelas	61	27	7	5
Aspek Manfaat					
8	Mudah digunakan.	79	11	6	4
9	Modul Ajar berbasis AR memotivasi saya untuk belajar lebih giat.	61	27	11	1
10	Visualisasi augmented reality memberikan dukungan yang bermakna dan mempermudah keterlibatan siswa dalam kegiatan praktikum.	76	18	5	1

Hasil analisis kepraktisan berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa modul ajar berbasis AR dengan etnosains memperoleh Persentase responden pada kategori “Sangat Setuju” mencapai 71,60%, “Setuju” sebesar 18,20%, sementara “Tidak Setuju” dan “Sangat Tidak Setuju” masing-masing sebesar 7,4% dan 2,80%. Skor tersebut dikonversi ke dalam kategori kepraktisan dan berada pada rentang $\geq 85\%$, yang menempatkan modul ajar ini pada kategori sangat praktis.

Kepraktisan ini ditunjang oleh beberapa faktor, antara lain kompatibilitas dengan perangkat seluler, antarmuka pengguna yang intuitif, serta konten yang terstruktur dengan baik. Kondisi tersebut sejalan dengan prinsip pengembangan media pembelajaran yang menekankan kemudahan penggunaan dan efektivitas penyajian materi. Selain meningkatkan antusiasme belajar siswa, pengalaman pengguna yang positif juga mendukung keberlanjutan penerapan media ini di kelas, termasuk di

sekolah dengan keterbatasan infrastruktur digital. Lebih lanjut, efektivitas media ini tercermin pada distribusi indikator keterampilan keterampilan sains.

Tabel 3. Hasil analisis data pretest

Group Statistics					
	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Score_Pre	Eksperiment	25	27.45	4.856	.993
	Control	26	25.31	3.684	.730

Tabel 4. Tes Normalitas

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Group	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Score_Pre	Eksperiment	.116	25	.200*	.952	25	.271
	Control	.135	26	.200*	.971	26	.611

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata siswa pada kelas eksperimen adalah 27,45 dengan standar deviasi sebesar 4,856, sedangkan siswa pada kelas kontrol memperoleh rata-rata 25,31 dengan standar deviasi 3,684. Selanjutnya, hasil perbandingan statistik nilai pretest antara kedua kelompok yang disajikan pada Tabel 5 menghasilkan nilai p sebesar 0,084 ($p > 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan statistik yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum perlakuan diberikan. Dengan kata lain, analisis independent sample t-test mengonfirmasi bahwa kedua kelompok memulai fase intervensi dengan kemampuan awal yang relatif setara. Kesetaraan ini sangat penting dalam penelitian kuasi-eksperimen, karena menjamin bahwa perbedaan hasil yang muncul pada posttest dapat dikaitkan dengan intervensi pembelajaran—dalam hal ini, Modul Ajar Berbasis AR dan etnosains—bukan disebabkan oleh perbedaan kemampuan awal siswa.

Table 5. Perbandinga skor pretest menggunakan independent sample T-Test

Independent Samples Test											
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
						Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
Score_Pre	Equal variances assumed	2.335	.133	1.764	50	.052	.084	2.153	1.220	-.299	4.604
	Equal variances not assumed			1.746	44.860	.054	.088	2.153	1.233	-.331	4.636

Table 6. Hasil analisis data post test

Group Statistics					
	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Score_Post	Eksperiment	25	44.96	6.973	1.395
	Control	26	37.93	7.114	1.369

Table 7. Tests of Normality

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Group	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Score_Pre	Eksperimen	.116	25	.200*	.952	25	.281
	Control	.135	26	.200*	.971	26	.621

Berdasarkan data pada Tabel 7, siswa di kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata post-test sebesar 44,96 dengan standar deviasi 6,973, sedangkan siswa di kelas kontrol mencapai rata-rata 37,93 dengan standar deviasi 7,114. Analisis komparatif pada Tabel 9 menghasilkan nilai p post-test sebesar 0,001 ($p < 0,05$), yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan secara statistik antara kedua kelompok. Analisis independent sample t-test lebih lanjut menegaskan bahwa intervensi menghasilkan tingkat pencapaian yang berbeda secara nyata antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Secara keseluruhan, temuan ini membuktikan adanya dampak yang signifikan dari Modul Ajar Berbasis AR dan etnosains dalam pembelajaran matematika.

Table 8. Comparison of Post-Test Scores through Independent Sample T-Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Significance One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
Score	Equal variances assumed	.019	.891	3.596	50	<.001	<.001	7.034	1.956	3.106	10.963
	Equal variances not assumed			3.599	49.829	<.001	<.001	7.034	1.954	3.108	10.960

Temuan penelitian menunjukkan bahwa pengembangan modul ajar berbasis AR dan etnosains secara efektif mampu meningkatkan keterampilan sains peserta didik. Baik guru maupun siswa memberikan persepsi positif terhadap penggunaan media ini, yang menegaskan potensinya dalam memperkaya praktik pembelajaran di kelas. Integrasi teknologi AR juga mendorong interaktivitas dan kolaborasi, sehingga menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih dinamis.

Penggunaan buku digital menjadikan proses belajar lebih menarik, mudah digunakan, dan portabel karena dapat diakses melalui smartphone. Demikian pula, modul ajar berbasis AR dan etnosains dapat diakses pada perangkat Android sehingga menawarkan fleksibilitas yang lebih besar. Melalui modul ini, siswa dapat mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja, sekaligus menjadi alternatif bagi mereka yang tidak memiliki buku teks matematika fisik. Kegiatan pembelajaran yang didukung oleh media ini memungkinkan siswa untuk melakukan penalaran, menemukan solusi, serta mengumpulkan dan mengamati informasi, sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang baru dan bermakna.



Evaluasi

Tahap evaluasi merupakan fase terakhir dalam model ADDIE. Pada tahap ini, revisi terhadap media pembelajaran berbasis AR-etnomatematika dilakukan berdasarkan masukan yang diperoleh dari para ahli maupun siswa. Hasil uji coba menunjukkan bahwa produk telah memenuhi kriteria validitas, sebagaimana dikonfirmasi melalui penilaian dari ahli media, ahli materi, serta peserta didik. Temuan ini menegaskan bahwa modul ajar berbasis AR dan etnosains sangat layak untuk diterapkan dalam pembelajaran di kelas.

Tujuan utama dari integrasi teknologi ke dalam modul ajar adalah untuk mengatasi keterbatasan ketersediaan perangkat interaktif dalam praktik pendidikan. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan studi sebelumnya yang menunjukkan berbagai manfaat dari pemanfaatan aplikasi dalam lingkungan belajar. Lebih lanjut, penggunaan modul ajar berbasis AR dan etnosains yang efektif menuntut kesiapan dan pengembangan profesional guru. Banyak pendidik yang masih memiliki keterbatasan dalam hal keterampilan teknis maupun pengetahuan pedagogis yang diperlukan untuk mengintegrasikan AR secara optimal ke dalam proses pembelajaran.

DISKUSI

1. Pengaruh Modul Ajar Berbasis Augmented Reality dan Etnosains terhadap Keterampilan Sains

Temuan penelitian menunjukkan bahwa modul ajar berbasis Augmented Reality (AR) dan etnosains memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan keterampilan sains siswa. Hal ini terlihat dari hasil posttest siswa kelas eksperimen yang menunjukkan peningkatan skor rata-rata secara signifikan dibandingkan kelas kontrol. Peningkatan ini dapat dikaitkan dengan karakteristik media AR yang mampu menghadirkan visualisasi dan simulasi interaktif, sehingga membantu siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak secara lebih konkret.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Abdullah et al. (2022) dan Kuanbayeva et al. (2024), yang menyatakan bahwa media berbasis AR dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran sains. Selain memberikan pengalaman belajar yang imersif, AR juga memfasilitasi eksplorasi ilmiah secara langsung melalui teknologi visualisasi berbasis realitas tertambah. Keterampilan proses sains seperti mengamati, mengklasifikasi, memprediksi, dan menarik kesimpulan, dapat dilatihkan secara kontekstual dalam lingkungan belajar yang lebih menarik dan aktif.

Lebih jauh, pembelajaran sains dengan bantuan modul berbasis AR dan etnosains mendorong penguatan keterampilan sains siswa. Siswa tidak hanya dituntut untuk memahami informasi, tetapi juga untuk menafsirkan, mengevaluasi, dan menerapkannya dalam konteks kehidupan nyata. Dengan demikian, modul ini mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21, terutama dalam pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi (higher order thinking skills).

2. Peran Etnosains Mbojo dalam Kontekstualisasi Pembelajaran IPA

Salah satu kontribusi utama dalam penelitian ini adalah pengintegrasian elemen etnosains Mbojo ke dalam konten pembelajaran IPA. Unsur-unsur lokal seperti *pola tanam tradisional*, *larangan membuka hutan*, serta nilai-nilai sosial seperti *musyawarah adat (Mbolo Weki)* memberikan konteks budaya yang memperkaya pembelajaran. Kontekstualisasi ini sangat penting dalam membangun pemahaman



siswa yang tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga bermakna secara sosial dan ekologis.

Integrasi etnosains dalam pembelajaran terbukti mampu menjembatani kesenjangan antara pengetahuan ilmiah formal dan praktik kehidupan sehari-hari siswa. Hasil ini mendukung argumen Donatuto et al. (2020) dan Lestari et al. (2024), yang menekankan pentingnya pengetahuan lokal dalam memperkuat relevansi pembelajaran serta menumbuhkan rasa bangga terhadap budaya sendiri. Dalam konteks pendidikan IPA, pendekatan ini memberikan peluang besar untuk mengembangkan pembelajaran yang tidak hanya akademis tetapi juga berakar pada realitas sosial-ekologis siswa.

Lebih dari itu, pendekatan etnosains juga memiliki potensi pelestarian budaya. Dalam kondisi modernisasi yang semakin menggerus kearifan lokal, modul ajar berbasis AR ini turut menjadi sarana dokumentasi dan revitalisasi budaya Mbojo. Oleh karena itu, pembelajaran IPA tidak hanya menjadi sarana pencapaian kompetensi akademik, tetapi juga wahana pelestarian identitas budaya lokal.

3. Kepraktisan dan Penerimaan Modul oleh Siswa dan Guru

Berdasarkan hasil angket kepraktisan, modul ini memperoleh nilai yang sangat tinggi dan berada dalam kategori *sangat praktis*. Mayoritas siswa memberikan respons positif, terutama terkait kemudahan penggunaan, tampilan visual yang menarik, dan keterhubungan materi dengan kehidupan mereka sehari-hari. Dukungan antarmuka yang intuitif dan kompatibilitas dengan perangkat seluler menjadikan modul ini mudah diakses bahkan di sekolah dengan keterbatasan infrastruktur digital.

Faktor-faktor ini menunjukkan bahwa perancangan modul telah mempertimbangkan prinsip-prinsip usability dan user experience yang baik. Kesesuaian antara konten, teknologi, dan konteks budaya menjadi kunci keberhasilan integrasi AR dalam pembelajaran. Hasil ini mengonfirmasi studi Maulana et al. (2025), yang menyatakan bahwa media pembelajaran yang dirancang berdasarkan kebutuhan pengguna dan prinsip desain yang baik cenderung memperoleh penerimaan tinggi dari pengguna akhir.

Selain itu, penerimaan positif juga ditunjukkan oleh guru. Mereka menyatakan bahwa modul membantu meningkatkan keterlibatan siswa, memberikan variasi dalam strategi pengajaran, dan memfasilitasi pembelajaran berbasis proyek. Namun demikian, beberapa guru juga mengungkapkan perlunya pelatihan tambahan untuk memahami dan mengimplementasikan teknologi AR secara optimal dalam kelas.

4. Validitas dan Efektivitas Modul dalam Konteks Pembelajaran Nyata

Modul ajar berbasis AR dan etnosains dinilai “sangat valid” oleh para ahli, baik dari segi materi maupun media. Validitas ini didukung oleh struktur isi yang terintegrasi dengan tujuan pembelajaran, penggunaan bahasa yang jelas, serta tampilan visual yang menarik dan relevan dengan konteks lokal. Validasi ini menjadi dasar yang kuat untuk mengimplementasikan modul pada skala yang lebih luas.

Efektivitas modul juga didukung oleh uji statistik yang menunjukkan peningkatan signifikan pada skor posttest siswa eksperimen. Hasil ini mengonfirmasi bahwa intervensi yang dilakukan memberikan dampak positif terhadap pencapaian hasil belajar siswa, khususnya dalam penguasaan keterampilan sains. Dengan kata lain, modul tidak hanya layak digunakan secara teoritis, tetapi juga terbukti efektif di lapangan.



Temuan ini memperkuat hasil-hasil sebelumnya dari Rosana et al. (2021), yang menyatakan bahwa pendekatan berbasis teknologi seperti AR dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan, khususnya bila dikombinasikan dengan konten kontekstual dan pendekatan berbasis inkuiri.

5. Tantangan Implementasi dan Implikasi untuk Praktik Pendidikan

Meskipun modul menunjukkan keberhasilan yang signifikan, penerapannya tidak lepas dari tantangan. Salah satu hambatan utama adalah keterbatasan infrastruktur dan akses terhadap perangkat teknologi, khususnya di daerah pedesaan atau terpencil. Selain itu, kesiapan guru dalam menggunakan teknologi AR juga menjadi isu penting. Banyak guru masih merasa kurang percaya diri untuk mengintegrasikan media interaktif karena keterbatasan literasi digital dan pedagogi teknologi.

Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa inovasi pembelajaran tidak dapat dilepaskan dari dukungan sistemik, baik dalam bentuk pelatihan guru, penyediaan infrastruktur, maupun dukungan kebijakan yang mendorong integrasi teknologi dan budaya lokal dalam kurikulum. Oleh karena itu, keberhasilan implementasi modul ini perlu diiringi oleh strategi penguatan kapasitas guru serta pengembangan kebijakan pendidikan yang responsif terhadap konteks lokal dan kemajuan teknologi.

6. Relevansi dengan Kebijakan Kurikulum dan Pengembangan Karakter

Modul ini memiliki keterkaitan yang erat dengan kebijakan kurikulum nasional yang menekankan pembelajaran kontekstual, pembentukan karakter, dan penguatan profil pelajar Pancasila. Dengan mengangkat nilai-nilai kearifan lokal dan memanfaatkan teknologi mutakhir, modul ini menjadi contoh konkrit implementasi Merdeka Belajar yang sesungguhnya.

Melalui kegiatan belajar yang menekankan pengamatan, eksplorasi, pemecahan masalah, serta refleksi terhadap isu-isu lingkungan dan budaya lokal, siswa dilatih untuk menjadi individu yang mandiri, bernalar kritis, serta memiliki kepedulian sosial dan ekologis. Modul ini mendukung integrasi kompetensi abad ke-21, pelestarian budaya lokal, serta pengembangan karakter siswa secara holistik.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji modul ajar IPA berbasis Augmented Reality (AR) dan etnosains Mbojo dalam rangka meningkatkan keterampilan sains siswa SMP. Proses pengembangan dilakukan melalui tahapan ADDIE, mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi produk akhir. Hasil validasi oleh para ahli menunjukkan bahwa modul ini memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi. Uji kepraktisan mengungkapkan bahwa siswa merespons sangat positif terhadap modul, baik dari sisi kemudahan penggunaan, keterbacaan, maupun keterkaitan isi dengan konteks kehidupan nyata.

Efektivitas modul juga terbukti melalui analisis statistik, di mana terdapat perbedaan signifikan antara nilai post-test siswa kelas eksperimen dan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi AR dengan kearifan lokal tidak hanya mampu menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna, interaktif, dan kontekstual. Temuan ini memperkuat argumen tentang pentingnya inovasi pembelajaran yang relevan secara budaya dan didukung oleh teknologi untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains.

Modul ini berkontribusi pada pengembangan pembelajaran yang holistik, mendukung pelestarian budaya lokal, serta mendorong keterlibatan siswa dalam isu-isu lingkungan. Penelitian ini merekomendasikan penerapan lebih luas dan pelatihan bagi guru untuk mendukung implementasi modul secara optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia melalui skema Penelitian Tesis Magister Tahun Anggaran 2025. Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. G. K., Rusmana, N., & Sugilar, H. (2022). Development of augmented reality-based instructional media to improve students' critical thinking skills in science learning. *International Journal of Instruction*, 15(1), 211–226. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15113a>
- Adnan, M., Wijaya, R. P., & Nugraha, E. (2025). Integrating local wisdom into technology-based instructional design using the ADDIE model. *Journal of Educational Development and Innovation*, 7(2), 145–158.
- Anor, F. M. (2025). Teachers' readiness and pedagogical practices in integrating AR technology with ethnoscience. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 20(3), 112–125.
- Coşkunserçe, M. (2021). The effect of teacher-centered science teaching on students' engagement and reasoning. *Eurasian Journal of Educational Research*, 92, 91–108. <https://doi.org/10.14689/ejer.2021.92.5>
- Donatuto, J., Campbell, L., & Gregory, R. (2020). Developing responsive indicators of indigenous community health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 1–21. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020472>
- Fernández, E., Sáez, J., & Romero, S. (2022). Science learning in secondary school: The gap between theory and practice. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3), 369–382. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09903-z>
- Fitriah, F., Nurrahmah, S., & Halim, A. (2021). The effectiveness of the ADDIE model in developing science learning media based on student needs. *Journal of Educational Research and Practice*, 11(1), 63–72.
- Gomera, S. M., Ncube, M., & Chikowore, T. (2021). Relevance of indigenous knowledge systems in modern science teaching: A Zimbabwean context. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*, 29(1), 53–67.
- Koparan, T. (2025). Effects of augmented reality applications on students' attitudes towards environmental issues in science classes. *Education and Information Technologies*, 30(2), 87–102.



- Kuanbayeva, K., Yeleussizova, K., & Nurgaliyeva, S. (2024). Fostering collaborative inquiry in science classrooms using augmented reality tools. *Journal of Science Education*, 45(4), 399–418. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.1987332>
- Lestari, S., Rahayu, Y. S., & Sahabuddin, S. (2024). Incorporating local wisdom in environmental education: A case study from Indonesian junior high schools. *Journal of Environmental Education*, 55(1), 22–35.
- Maulana, R., Widodo, A., & Susilo, H. (2025). User-centered design in science education: Enhancing AR-based learning environments. *Indonesian Journal of Educational Technology*, 14(2), 119–133.
- Rosana, D., Sugiyarto, K. H., & Herlanti, Y. (2021). The impact of technology-enhanced inquiry-based learning on students' scientific process skills. *Cakrawala Pendidikan*, 40(1), 123–134.
- Shana, Z. A., & Abulibdeh, E. S. (2020). Traditional science textbooks and the lack of practical experiences: Implications for curriculum reform. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 20(4), 1–15.
- Taş, Y., Vural, E., & Özdemir, G. (2022). The effect of student-centered science education on inquiry skills in middle school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(5), 867–886. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10164-5>
- Ülger, M. (2021). Science education for sustainability: A framework for 21st-century learning. *International Journal of Environmental and Science Education*, 16(2), 145–160.
- Valls, R., Puigvert, L., & Melgar, P. (2021). Dialogic learning and the development of scientific thinking. *Cultural Studies of Science Education*, 16(3), 673–690.
- Widianto, E., Sunaryo, S., & Ratnasari, R. T. (2020). Implementing the ADDIE model in instructional media development for science learning. *Journal of Education and Learning*, 14(3), 287–294.

