

Pengembangan SI BANDAR sebagai Media Pembelajaran Berbasis Deep Learning dan Etnosains

Kharisma Rangga Saputra^{1*}, Suroso Mukti Leksono², Trian Pamungkas Alamsyah³

^{1, 2, 3} Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

* ranggakharisma103@gmail.com

Abstrak

Urgensi penelitian ini adalah mengembangkan SI BANDAR sebagai media pembelajaran berbasis *deep learning* dan etnosains untuk meningkatkan pembelajaran yang bermakna, kontekstual, dan sesuai dengan perkembangan teknologi serta budaya lokal. Penelitian ini berfokus pada pengembangan SI BANDAR (Sains Interaktif tema Sate Bandeng dengan *Augmented Reality*) sebagai media pembelajaran IPA yang mengintegrasikan teknologi, pendekatan *Deep Learning*, dan etnosains pada materi unsur, senyawa, dan campuran untuk peserta didik SMP. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang dibatasi hingga tahap *Development*. Media dikembangkan menggunakan Unity 3D, Blender, dan Canva dengan mengintegrasikan prinsip *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning* serta konteks etnosains Sate Bandeng khas Banten. Populasi sasaran penelitian adalah peserta didik SMP, sedangkan uji coba terbatas melibatkan 25 peserta didik kelas VIII SMPN 2 Kota Serang. Validasi produk melibatkan tiga ahli materi dan dua ahli media. Data dikumpulkan melalui lembar validasi ahli menggunakan skala Likert 1–4, angket respon peserta didik, dan tes hasil belajar (post-test). Data validasi ahli dianalisis menggunakan formula Aiken's V, sedangkan data respon peserta didik dan hasil belajar dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa validasi ahli materi memperoleh nilai Aiken's V sebesar 0,84 dan validasi ahli media sebesar 0,86 dengan kategori sangat valid. Respon peserta didik mencapai 85,21% dengan kategori sangat baik, sedangkan hasil post-test mencapai 89,66%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa SI BANDAR layak digunakan sebagai media pendamping pembelajaran IPA yang interaktif, kontekstual, bermakna, dan menyenangkan. Implikasi penelitian menunjukkan bahwa integrasi objek 3D, *Augmented Reality*, prinsip *Deep Learning*, dan etnosains berpotensi membantu guru memvisualisasikan konsep IPA yang abstrak sekaligus menghadirkan pengalaman belajar yang lebih dekat dengan konteks budaya peserta didik.

Kata Kunci: *Augmented Reality, Deep Learning, Etnosains, Media Pembelajaran IPA, Sate Bandeng*

Pendahuluan

Dunia pendidikan abad ke-21 menghadapi tekanan transformasi yang fundamental akibat gelombang Revolusi Industri 4.0 dan Visi Society 5.0. Perubahan ini bukan sekadar evolusi, melainkan pergeseran mendasar dalam aspek sains, ekonomi, sosial, dan teknologi, dimana teknologi seperti *Artificial Intelligence* (AI), *big data*, dan robotika menjadi instrumen utama pemecahan masalah secara berkelanjutan. Konsekuensinya, pendidikan harus bertransformasi dari model transfer pengetahuan menuju pembentukan kompetensi dengan menempatkan peserta didik sebagai agen aktif, bukan penerima pasif (Cahayani et al., 2022; Widyanto & Vienlentina, 2022). Tuntutan ini termanifestasi dalam kompetensi 4C, yaitu *Critical Thinking*,

Communication, Collaboration, dan Creativity, yang menjadi kerangka esensial kesiapan global (Akpan & Kennedy, 2020).

Namun demikian, realitas implementasi pembelajaran IPA di Indonesia masih jauh dari tuntutan tersebut. Praktik pembelajaran di kelas masih didominasi media konvensional, yakni penjelasan monoton di papan tulis, presentasi sederhana, dan penugasan merangkum buku paket, yang menjadikan peserta didik cenderung pasif (Purnama, 2024). Kondisi ini semakin kritis pada materi unsur, senyawa, dan campuran di jenjang SMP, mengingat topik tersebut memuat konsep yang bersifat abstrak, makroskopis, mikroskopis, dan simbolik sehingga sulit dipahami tanpa dukungan visualisasi yang kuat (Aninindya et al., 2022). Tanpa media visual yang menarik, peserta didik akan cepat bosan dan pesan inti materi tidak tersampaikan secara efektif dan bermakna (Nur et al., 2021; Putri & Farhana, 2025).

Temuan observasi lapangan memperkuat fenomena tersebut secara empiris. Hasil wawancara dengan guru IPA menunjukkan bahwa media yang digunakan saat ini, yakni buku paket, PowerPoint, dan video pembelajaran, belum mampu memvisualisasikan konsep abstrak, khususnya dalam membedakan unsur, senyawa, dan campuran pada tingkat mikroskopis. Adapun hasil angket pra-penelitian terhadap peserta didik menunjukkan bahwa media pembelajaran yang digunakan hanya berada pada kategori sedang (60%), sementara kesiapan teknologi peserta didik justru sangat tinggi (87%) dan minat belajar IPA juga sangat tinggi (84%). Kesenjangan yang signifikan antara potensi peserta didik dengan kualitas media yang tersedia ini mengindikasikan urgensi nyata akan hadirnya media pembelajaran yang lebih inovatif dan kontekstual.

Berdasarkan perspektif perkembangan kognitif, Jean Piaget membagi perkembangan anak menjadi fase operasi konkrit (7–11 tahun) dan fase operasi formal (12–15 tahun), dimana pada fase formal peserta didik SMP seharusnya sudah mampu merencanakan ide abstrak dan memprediksi konsekuensi logis (Mauliya, 2019). Namun, perkembangan kognitif setiap individu tidaklah seragam, bahkan sebagian peserta didik SMP masih belum memasuki fase operasi formal sepenuhnya (Anidar, 2017). Kondisi ini menjadi tantangan besar bagi guru dalam merancang strategi pembelajaran yang dapat mengakomodasi keragaman perkembangan kognitif tersebut sehingga seluruh peserta didik dapat mencapai pemahaman yang utuh dan bermakna.

Kemajuan teknologi *Augmented Reality* (AR) hadir sebagai respons konkrit terhadap tantangan tersebut. AR merupakan teknologi yang memadukan dunia nyata dengan elemen digital berupa objek tiga dimensi secara langsung melalui perangkat *gadget* (Mustaqim, 2016). Keunggulan AR terletak pada kemampuannya memvisualisasikan objek 3D yang imersif dan interaktif secara *real-time* sehingga konsep-konsep IPA yang bersifat abstrak dan mikroskopis dapat dihadirkan secara konkrit di hadapan peserta didik (Mustaqim, 2016;). AR juga mampu mengatasi keterbatasan visualisasi abstrak sekaligus mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam investigasi konseptual (Jawa et al., 2025). Guru yang diwawancarai pun mengkonfirmasi hal ini dengan menyatakan bahwa media berbasis AR berpotensi besar menjadi solusi atas keterbatasan media yang selama ini digunakan, khususnya dalam memfasilitasi pemahaman konsep yang belum sepenuhnya terpenuhi.

Meski demikian, pengembangan AR tidak cukup berdiri di atas aspek teknologi visualnya semata. AR perlu disinergikan dengan pendekatan pembelajaran yang mampu mengakomodasi keragaman peserta didik secara holistik. Pendekatan *Deep Learning* yang saat ini digaungkan oleh Kemendikdasmen hadir sebagai fondasi yang tepat. Berbeda dengan *deep learning* dalam konteks kecerdasan buatan, pendekatan *Deep Learning* dalam pendidikan menekankan tiga

prinsip pembelajaran, yaitu *meaningful* (bermakna), *mindful* (berkesadaran), dan *joyful* (menyenangkan) (Nafi'ah & Faruq, 2025). Pendekatan ini mampu memfasilitasi kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi antar peserta didik (Nafi'ah & Faruq, 2025). Integrasi *Deep Learning* dengan AR juga dapat meningkatkan literasi sains dan kemampuan analisis data ilmiah peserta didik (Liu & Eren, 2025). Dengan demikian, kombinasi AR dan *Deep Learning* merupakan sinergi strategis yang dapat mengatasi permasalahan pembelajaran IPA di Indonesia.

Namun, inovasi teknologi secanggih apa pun akan terasa asing apabila tidak berakar pada konteks budaya dan kehidupan sehari-hari peserta didik. Di sinilah pendekatan etnosains berperan sebagai penyambung antara sains formal dan kearifan lokal. Integrasi etnosains menjadikan ilmu pengetahuan tidak lagi terasa sebagai materi yang asing, melainkan tumbuh dari konteks sosial budaya peserta didik itu sendiri sekaligus menjadi cara yang bermakna untuk melestarikan nilai-nilai budaya lokal (Setyowati et al., 2023). Dalam konteks penelitian ini, Sate Bandeng dipilih sebagai tema etnosains yang paling relevan bagi peserta didik di Banten. Sate Bandeng bukan sekadar kuliner, melainkan simbol identitas, ekonomi lokal, dan warisan budaya Kesultanan Banten. Proses pembuatan Sate Bandeng secara alami juga merepresentasikan konsep-konsep sains, khususnya unsur, senyawa, dan campuran, sehingga menjadi objek studi yang ideal untuk menyambungkan teknologi AR, pemahaman mendalam (*Deep Learning*), dan konteks lokal melalui pendekatan etnosains (Kholidah et al., 2023).

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah membahas pemanfaatan AR dalam membantu visualisasi konsep abstrak, penerapan pendekatan *Deep Learning* dalam pembelajaran, serta integrasi etnosains sebagai upaya mengkontekstualisasikan konsep sains, ketiga aspek tersebut pada umumnya masih dikembangkan dan dikaji secara terpisah. Penelitian yang secara khusus mengintegrasikan teknologi AR, prinsip pembelajaran *meaningful*, *mindful*, dan *joyful* dalam pendekatan *Deep Learning*, serta etnosains Sate Bandeng ke dalam satu media pembelajaran IPA pada materi unsur, senyawa, dan campuran untuk peserta didik SMP masih terbatas. Selain itu, media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan representasi makroskopis, mikroskopis, dan simbolik dari unsur, senyawa, dan campuran dengan mengaitkannya secara langsung pada proses pembuatan Sate Bandeng juga belum banyak dikembangkan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya *research gap* berupa kebutuhan terhadap media pembelajaran terintegrasi yang tidak hanya memberikan visualisasi konsep abstrak melalui teknologi, tetapi juga mendukung pembelajaran mendalam serta menghubungkan konsep sains dengan budaya lokal peserta didik.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan SI BANDAR (Sains Interaktif tema Sate Bandeng dengan *Augmented Reality*) yang secara terpadu mengkombinasikan tiga komponen utama, yaitu teknologi AR sebagai sarana visualisasi konsep abstrak dan mikroskopis, pendekatan *Deep Learning* dengan prinsip *meaningful*, *mindful*, dan *joyful* sebagai landasan proses pembelajaran, serta etnosains Sate Bandeng sebagai konteks budaya lokal Banten. Integrasi ketiga komponen tersebut diarahkan secara khusus pada materi unsur, senyawa, dan campuran sehingga peserta didik tidak hanya memperoleh visualisasi konsep melalui teknologi AR, tetapi juga mengkonstruksi pemahaman secara mendalam melalui konteks budaya yang dekat dengan kehidupan mereka. Dengan demikian, SI BANDAR menawarkan media pembelajaran yang tidak hanya interaktif secara teknologi, tetapi juga bermakna secara pedagogis dan kontekstual secara budaya.

Berdasarkan seluruh analisis kebutuhan dan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan SI BANDAR (Sains Interaktif tema Sate Bandeng dengan *Augmented Reality*) sebagai media pembelajaran IPA berbasis *Deep Learning* dan pendekatan etnosains pada materi unsur, senyawa, dan campuran untuk peserta didik SMP. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan media SI BANDAR menggunakan model ADDIE; dan (2) mengetahui tingkat validitas dan respons peserta didik terhadap media SI BANDAR sebagai media pembelajaran IPA yang interaktif, bermakna, dan kontekstual.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang bertujuan menghasilkan produk berupa media pembelajaran *Augmented Reality* SI BANDAR untuk peserta didik SMP. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE, yang mencakup lima tahap yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Kelebihan model ADDIE terletak pada kemampuannya menciptakan perangkat pembelajaran yang terstruktur, berorientasi pada tujuan, dan mudah disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik (Cahyadi, 2019). Namun demikian, penelitian ini secara sengaja dibatasi hanya hingga tahap *Development*, dengan pertimbangan untuk memperoleh umpan balik langsung dari pengguna terkait kualitas dan kelayakan produk yang dikembangkan.

Pembatasan ini sejalan dengan pandangan bahwa dalam proses desain pembelajaran, konten yang dipelajari dan strategi yang digunakan untuk melibatkan peserta didik perlu disesuaikan dengan sistem penyampaian serta arsitektur instruksional dari situasi atau produk pembelajaran yang dikembangkan (Reiser et al., 2024). Pernyataan tersebut menegaskan bahwa dalam pengembangan produk, konten dan strategi pembelajaran harus diadaptasi secara optimal dalam kerangka instruksional yang telah dipilih. Melalui uji respon pada tahap *Development*, pengembang dapat melakukan penyesuaian produk berdasarkan umpan balik yang diterima, sehingga produk benar-benar memenuhi kebutuhan peserta didik SMP secara nyata.

Tahap Analisis (*Analysis*) merupakan langkah pertama yang bertujuan mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan sebelum pengembangan media dimulai. Tahap ini mencakup empat analisis utama: (1) analisis kebutuhan, yang dilakukan melalui wawancara guru dan angket pra-penelitian peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan media pembelajaran yang ada; (2) analisis kurikulum, yang mengacu pada Kurikulum Merdeka Fase D untuk memastikan kesesuaian capaian pembelajaran; (3) analisis materi, dimana materi unsur, senyawa, dan campuran dipilih karena karakteristiknya yang abstrak, makroskopis, mikroskopis, dan simbolik sehingga membutuhkan visualisasi yang kuat; serta (4) analisis tujuan pembelajaran, untuk memastikan bahwa penggunaan AR dapat membantu peserta didik mencapai kompetensi yang ditetapkan.

Tahap Perancangan (*Design*) merupakan dasar bagi seluruh proses pengembangan berikutnya. Pada tahap ini dilakukan tiga kegiatan utama: (1) penentuan *software* yang digunakan, yaitu Unity 3D untuk pengembangan aplikasi AR, Blender untuk pemodelan objek 3D, dan Canva untuk desain tampilan media cetak pendukung; (2) penyusunan *storyboard* sebagai panduan visual pengembangan media; serta (3) perancangan instrumen validasi ahli dan angket respon peserta didik yang mengacu pada standar penilaian BSNP Tahun 2014, yang dimodifikasi untuk menyesuaikan karakteristik AR sebagai media pembelajaran digital. Produk dirancang dalam bentuk buku cetak yang dilengkapi *marker barcode*, dimana saat

dipindai melalui aplikasi SI BANDAR yang telah diinstal, objek 3D pembelajaran akan muncul secara interaktif di layar perangkat peserta didik.

Tahap Pengembangan (*Development*) merupakan tahap realisasi dari seluruh perencanaan yang telah dilakukan. Tahap ini mencakup empat proses berurutan: (1) pembuatan produk SI BANDAR berdasarkan *storyboard* yang telah disusun; (2) pra validasi kepada dosen pembimbing untuk memperoleh masukan awal sebelum produk diujikan kepada ahli; (3) validasi ahli yang melibatkan tiga validator ahli materi dan dua validator ahli media; serta (4) revisi produk berdasarkan masukan validator, dilanjutkan dengan uji coba terbatas kepada peserta didik.

Subjek penelitian dalam uji coba terbatas terdiri dari 25 peserta didik kelas VIII SMPN 2 Kota Serang. Sementara itu, proses validasi produk melibatkan tiga validator ahli materi dan dua validator ahli media yang merupakan dosen dengan bidang keahlian yang relevan. Pemilihan SMPN 2 Kota Serang didasarkan pada hasil observasi yang menunjukkan bahwa sekolah tersebut telah menerapkan Kurikulum Merdeka dengan pendekatan *Deep Learning*, sehingga penelitian ini bersifat linear dengan kondisi lapangan yang ada. Instrumen pengumpulan data terdiri dari dua jenis. Pertama, lembar angket validasi ahli menggunakan skala Likert 1–4 (Sangat Tidak Setuju hingga Sangat Setuju) yang mencakup aspek kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan untuk ahli materi, serta aspek aksesibilitas, fungsionalitas, dan estetika visual untuk ahli media. Modifikasi skala Likert menjadi empat interval dilakukan untuk menghilangkan pilihan tengah yang cenderung ambigu dan menurunkan kualitas data (Hidayah et al., 2023). Kedua, lembar angket respon peserta didik yang juga menggunakan skala Likert 1–4 dan mencakup aspek kepraktisan media, *meaningful learning*, *mindful learning*, *joyful learning*, dan etnosains.

Analisis data validasi ahli dilakukan menggunakan formula Aiken's V untuk menghasilkan indeks validitas yang terukur secara objektif. Hasil validasi kemudian dikonversi ke dalam persentase menggunakan rumus $NP = (R/SM) \times 100\%$, dimana NP adalah nilai persentase, R adalah skor yang diperoleh, dan SM adalah skor maksimum (Purwanto, 2020). Kriteria kelayakan yang digunakan terdiri atas kategori Sangat Valid (81–100%), Valid (61–80%), Cukup Valid (41–60%), Kurang Valid (21–40%), dan Tidak Valid (0–20%) (Jannah & Julianto, 2018).

Hasil

Penelitian pengembangan SI BANDAR menghasilkan data dari empat instrumen utama, yaitu validasi ahli materi, validasi ahli media, angket respon siswa, dan tes hasil belajar (*post-test*). Rekapitulasi keseluruhan hasil penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Keseluruhan Hasil Penelitian

No.	Instrumen	Rata-rata	Kategori
1.	Validasi Ahli Materi	0,84	Sangat Valid
2.	Validasi Ahli Media	0,86	Sangat Valid
3.	Respon Siswa	85,21%	Sangat Baik
4.	Hasil Belajar (<i>Post-test</i>)	89,66%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 1, hasil validasi ahli materi dan ahli media menunjukkan nilai koefisien Aiken's V yang berada pada kategori sangat valid, sedangkan hasil respon siswa dan hasil belajar menunjukkan persentase penilaian di atas 80%. Perbedaan bentuk penyajian nilai tersebut disesuaikan dengan teknik analisis yang digunakan pada masing-masing instrumen. Data validasi ahli dianalisis menggunakan koefisien Aiken's V dengan rentang nilai 0–1, sedangkan data respon siswa dan hasil belajar disajikan dalam bentuk persentase. Validasi ahli

materi dilakukan oleh tiga validator menggunakan 28 butir pernyataan berskala Likert 1–4 yang dianalisis menggunakan formula Aiken's V. Penilaian mencakup dua aspek utama sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi per Aspek

No.	Aspek	Nilai Aiken's V	Kategori
1.	Kelayakan Isi	0,83	Sangat Valid
2.	Kelayakan Penyajian	0,85	Sangat Valid
	Rata-rata	0,84	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 2, aspek kelayakan isi memperoleh nilai Aiken's V sebesar 0,83, sedangkan aspek kelayakan penyajian memperoleh nilai sebesar 0,85. Nilai rata-rata Aiken's V sebesar 0,84 menunjukkan bahwa materi dalam media SI BANDAR memiliki tingkat validitas yang sangat baik. Aspek kelayakan isi mencakup lima indikator, yaitu kesesuaian kurikulum, kualitas materi, kesesuaian dengan teknologi, kesesuaian *Deep Learning*, dan kesesuaian etnosains. Adapun aspek kelayakan penyajian mencakup tiga indikator, yaitu evaluasi, teknik penyampaian materi, dan penggunaan bahasa. Validasi ahli media dilakukan oleh dua validator menggunakan 20 butir pernyataan berskala Likert 1–4 yang dianalisis menggunakan formula Aiken's V. Penilaian mencakup dua aspek utama sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Media per Aspek

No.	Aspek	Nilai Aiken's V	Kategori
1.	Grafika	0,90	Sangat Valid
2.	Aksesibilitas	0,83	Sangat Valid
	Rata-rata	0,86	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 3, aspek grafika memperoleh nilai Aiken's V sebesar 0,90, sedangkan aspek aksesibilitas memperoleh nilai sebesar 0,83. Nilai rata-rata sebesar 0,86 menunjukkan bahwa media SI BANDAR berada pada kategori sangat valid dari sisi media. Aspek grafika mencakup empat indikator, yaitu desain *cover* dan halaman pembuka, desain halaman isi, penggunaan ilustrasi, dan dimensi interaktivitas. Aspek aksesibilitas mencakup dua indikator, yaitu fleksibilitas media dan fitur AR.

Angket respon siswa diberikan kepada 25 siswa kelas VIII setelah menggunakan media SI BANDAR. Data pada Tabel 4 diperoleh dari instrumen angket respon siswa yang terdiri atas 30 butir pernyataan dengan skala Likert 1–4. Instrumen tersebut digunakan untuk mengetahui penilaian siswa terhadap kepraktisan media serta pengalaman belajar setelah menggunakan SI BANDAR. Angket mencakup lima aspek, yaitu kepraktisan media, *meaningful learning*, *mindful learning*, *joyful learning*, dan etnosains sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Respon Siswa Berdasarkan Instrumen Angket Respon

No.	Aspek	Persentase (%)	Kategori
1.	Kepraktisan Media	86,58%	Sangat Baik
2.	<i>Meaningful Learning</i>	83,47%	Sangat Baik
3.	<i>Mindful Learning</i>	83,33%	Sangat Baik
4.	<i>Joyful Learning</i>	86,93%	Sangat Baik
5.	<i>Etnosains</i>	85,73%	Sangat Baik
	Rata-rata	85,21%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 4, hasil angket respon siswa menunjukkan rata-rata sebesar 85,21% dengan kategori sangat baik. Aspek *Joyful Learning* memperoleh nilai tertinggi sebesar 86,93%, terutama didukung oleh indikator motivasi belajar. Nilai tersebut disusul oleh aspek kepraktisan media sebesar 86,58% dan etnosains sebesar 85,73%. Sementara itu, aspek *Mindful Learning* memperoleh nilai terendah sebesar 83,33%, dengan indikator kemampuan

refleksi diri sebesar 81,33% yang lebih rendah dibandingkan indikator fokus dan kesadaran belajar sebesar 85,33%.

Pembahasan

Validasi ahli materi menghasilkan rata-rata nilai *Aiken's V* sebesar 0,84 dengan kategori sangat valid, yang terdiri atas aspek kelayakan isi sebesar 0,83 dan kelayakan penyajian sebesar 0,85. Capaian ini mengkonfirmasi bahwa SI BANDAR memiliki fondasi teoritis yang kuat sebagaimana dipersyaratkan dalam kerangka evaluasi produk pendidikan, dimana validitas merujuk pada kesesuaian antara desain produk dan landasan teoritis yang memadai. Indikator kesesuaian *Deep Learning* dan etnosains masing-masing memperoleh nilai tertinggi dalam aspek kelayakan isi sebesar 0,86, yang menandakan bahwa ketiga prinsip *Deep Learning*, yaitu *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning*, telah teroperasionalisasi secara nyata dalam konten media. *Deep learning* melampaui pembelajaran permukaan yang hanya berfokus pada fakta dan konten menuju pengembangan kompetensi, disposisi, dan karakter yang dibutuhkan untuk kehidupan dan pekerjaan pada abad ke-21 (Simanjuntak et al., 2026). Skor validator yang tinggi pada indikator ini menunjukkan bahwa konten SI BANDAR telah berhasil melampaui batas hafalan menuju kompetensi mendalam yang dimaksud.

Substansi materi yang diintegrasikan dengan tradisi kuliner Sate Bandeng khas Banten mampu menjembatani konsep-konsep IPA yang abstrak dengan pengalaman nyata peserta didik. Hal ini sejalan dengan prinsip etnosains yang menekankan integrasi pengetahuan lokal (*indigenous knowledge*) ke dalam pembelajaran sains formal guna memperkuat pemahaman konseptual sekaligus menumbuhkan apresiasi terhadap budaya daerah (Anis et al., 2021). Materi sains yang efektif juga perlu mampu menghubungkan konsep ilmiah dengan konteks budaya peserta didik, sehingga nilai 0,86 pada indikator etnosains menunjukkan keberhasilan integrasi tersebut (Latip et al., 2024).

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis AR yang mengintegrasikan konten budaya lokal mendapat respon sangat positif dari validator karena mampu menghubungkan konsep sains dengan kehidupan nyata peserta didik (Hamami et al., 2021). Penggunaan media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis STEAM juga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran IPA melalui penyajian pengalaman belajar yang lebih interaktif dan visual (Zaid et al., 2022). Adapun fitur operasional SI BANDAR yang tidak memerlukan koneksi internet setelah proses pengunduhan awal berkontribusi pada pemerataan akses pembelajaran berkualitas tanpa sepenuhnya bergantung pada infrastruktur jaringan. Pengembangan media pembelajaran berbasis Android juga menjadi salah satu alternatif dalam menghadirkan media pembelajaran digital yang dapat mendukung proses belajar peserta didik secara lebih fleksibel (Ramadhani et al., 2024).

Validasi ahli media menghasilkan rata-rata nilai *Aiken's V* sebesar 0,86 dengan kategori sangat valid, yang terdiri atas aspek grafika sebesar 0,90 dan aksesibilitas sebesar 0,83. Skor tertinggi di antara seluruh indikator diraih oleh dimensi interaktivitas sebesar 0,96, yang mencerminkan keunggulan utama media SI BANDAR. AR mampu meningkatkan pemahaman konseptual, motivasi belajar, dan keterlibatan (*engagement*) peserta didik secara signifikan (Billinghurst & Duenser, 2012). Selain itu, *deep learning* dalam konteks komputasi memungkinkan model yang terdiri atas beberapa lapisan pemrosesan mempelajari representasi data dengan berbagai tingkat abstraksi (LeCun et al., 2015).

Desain grafika SI BANDAR yang dirancang menyerupai buku menu restoran memberikan identitas visual yang unik dan menciptakan pengalaman belajar yang berbeda dari media

konvensional. Hal ini sejalan dengan prinsip desain multimedia yang menyatakan bahwa tampilan visual yang terorganisasi dengan baik dapat membantu otak memproses informasi secara efisien karena mampu mengurangi beban kognitif yang tidak diperlukan (*extraneous cognitive load*). Berdasarkan teori *dual coding*, informasi yang disajikan secara simultan melalui saluran verbal dan visual akan diproses dan diingat dengan lebih baik dibandingkan informasi yang hanya disajikan melalui satu saluran. SI BANDAR mengoperasionalkan prinsip tersebut melalui perpaduan materi tertulis, ilustrasi kontekstual, dan visualisasi 3D interaktif.

Indikator fleksibilitas media pada aspek aksesibilitas memperoleh nilai terendah sebesar 0,75, meskipun tetap berada dalam kategori valid. Nilai ini menjadi catatan konstruktif bagi pengembangan selanjutnya, khususnya dalam hal perluasan kompatibilitas perangkat mengingat keragaman kepemilikan perangkat di kalangan peserta didik SMP (Pratama & Scarlatos, 2020). Sebaliknya, indikator fitur AR mencapai nilai sebesar 0,92, yang menunjukkan bahwa antarmuka SI BANDAR telah dirancang secara intuitif dan mudah dioperasikan oleh peserta didik SMP. Media berbasis AR dengan antarmuka visual yang baik dapat lebih mudah diadopsi dalam konteks pembelajaran (Yuen et al., 2011). Pengembangan media digital berbasis Android juga memberikan peluang bagi peserta didik untuk memperoleh sumber belajar yang lebih praktis dan fleksibel sesuai dengan perkembangan teknologi pembelajaran (Ramadhani et al., 2024).

Respon 25 peserta didik kelas VIII menghasilkan rata-rata sebesar 85,21% dengan kategori sangat baik, dengan seluruh aspek berada pada kategori sangat baik. Kepraktisan (*practicality*) merupakan salah satu syarat kualitas produk pendidikan yang merujuk pada kemudahan penggunaan dan penerimaan produk oleh pengguna di lapangan (Nieveen & Folmer, 2013). Rata-rata sebesar 85,21% mengkonfirmasi bahwa SI BANDAR tidak hanya valid secara konten dan tampilan, tetapi juga praktis dan menyenangkan dalam konteks pembelajaran nyata.

Aspek *joyful learning* meraih skor tertinggi sebesar 86,93% pada indikator motivasi belajar, yang mengkonfirmasi bahwa SI BANDAR berhasil menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan memotivasi. Pembelajaran menggunakan integrasi teknologi dan pengalaman dalam mengoperasikan model 3D yang dapat diinteraksikan secara *real-time* membuat peserta didik merasa senang selama pembelajaran dan dapat mengurangi anggapan bahwa pembelajaran sains merupakan hal yang monoton dan membosankan. Pembelajaran berbasis AR secara signifikan dapat meningkatkan motivasi intrinsik dan kesenangan belajar peserta didik dibandingkan metode konvensional (Huang et al., 2016). Penggunaan AR dalam pembelajaran IPA juga memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan dapat mendukung peningkatan kualitas pembelajaran (Zaid et al., 2022). Selain model 3D, tampilan media SI BANDAR yang berupa buku menu juga membuat peserta didik lebih bersemangat selama pembelajaran karena memiliki tampilan dan warna yang menarik dibandingkan buku pembelajaran yang biasa digunakan.

Keberhasilan dalam menciptakan suasana belajar yang menyenangkan merupakan sebuah pencapaian penting bagi pengajar maupun pengembang karena suasana belajar yang kondusif dapat menciptakan pembelajaran yang bermakna. *Joyful learning* merupakan kondisi ketika peserta didik mengalami kebahagiaan dan kepuasan dalam proses pembelajaran itu sendiri, bukan hanya dari hasil akhir pembelajaran. Dengan demikian, skor SI BANDAR untuk *joyful learning* sebesar 86,93% menunjukkan bahwa kondisi pembelajaran yang menyenangkan dapat terwujud melalui penggunaan media tersebut. Hal ini juga dapat menjadikan pembelajaran IPA sebagai pengalaman yang lebih dinantikan oleh peserta didik.

Aspek etnosains memperoleh nilai sebesar 85,73% dengan indikator relevansi sains dalam konteks budaya mencapai 86,93%, yang menunjukkan bahwa peserta didik mampu merasakan koneksi yang kuat antara konsep IPA dan tradisi Sate Bandeng sebagai bagian dari identitas budaya mereka. Hal tersebut didukung oleh media SI BANDAR yang mengangkat kearifan lokal masyarakat Banten, khususnya Sate Bandeng. SI BANDAR menghadirkan eksplorasi pembuatan Sate Bandeng mulai dari tahap persiapan hingga penyajian. Tidak hanya sebatas eksplorasi, media ini juga memberikan pemahaman materi sains pada berbagai tahapan pembuatan Sate Bandeng serta menyajikan fakta-fakta sains dalam kearifan lokal sehingga budaya lokal menjadi bagian yang kuat dalam pembelajaran. Pembelajaran sains berbasis etnosains terbukti dapat meningkatkan relevansi konten, motivasi belajar, dan pembentukan identitas kultural peserta didik dari latar budaya lokal (Sudarmin et al., 2019; Ninawati et al., 2021).

Dimensi *mindful learning* memperoleh nilai sebesar 83,33%. Hal ini menunjukkan bahwa SI BANDAR yang dikembangkan telah memenuhi salah satu pilar *Deep Learning*, yaitu pembelajaran berkesadaran. Hal tersebut didukung oleh keunikan penyajian visual dalam media SI BANDAR yang menggunakan pendekatan layaknya sebuah buku menu. Selain itu, model 3D memudahkan pemahaman dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi pembelajaran yang diinginkan sehingga dapat menumbuhkan kesadaran dalam belajar. Kesadaran belajar yang aktif merupakan salah satu fondasi pembelajaran berkualitas tinggi. Skor tersebut sudah berada dalam kategori sangat baik, tetapi tetap membuka ruang pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan fitur jurnal belajar dan pertanyaan reflektif dalam media SI BANDAR. Hal tersebut dapat membuat pengalaman pembelajaran lebih berkesan dan membantu peserta didik mengingat materi yang telah dipelajari.

Dimensi *mindful learning* mengindikasikan bahwa peserta didik pada awal pembelajaran dapat mengalami tantangan dalam memahami konsep-konsep yang disajikan. Namun, peserta didik kemudian terbantu oleh aksesibilitas media yang mudah dioperasikan dan diakses karena dapat digunakan tanpa koneksi internet (*offline*) setelah mengunduh aplikasi pemindai (*scanner*) model 3D serta tersedianya media dalam bentuk cetak (*hardcopy*) yang memuat materi dan konsep IPA secara keseluruhan. Kondisi tersebut membantu peserta didik memahami konsep secara lebih utuh serta mengaktifkan kemampuan berpikir kritis dan reflektif. *Mindful learning* tidak selalu hanya tampak dari kesadaran selama proses belajar, tetapi juga dapat tercermin melalui kualitas pemahaman yang terbentuk setelah proses pembelajaran.

Dimensi *meaningful learning* memperoleh skor sebesar 83,47%, yang mencerminkan keberhasilan SI BANDAR dalam mendorong peserta didik memahami materi IPA secara mendalam dan kontekstual, bukan sekadar menghafal. Pembelajaran menjadi bermakna ketika peserta didik mampu mentransfer pemahaman yang diperoleh ke dalam konteks kehidupan nyata (Jannah & Julianto, 2018). Skor sebesar 83,47% menunjukkan bahwa SI BANDAR mampu memfasilitasi hubungan antara materi yang dipelajari dan konteks kehidupan peserta didik. Capaian ini juga selaras dengan teori konstruktivisme Piaget yang menjelaskan bahwa pengetahuan yang dibangun melalui pengalaman langsung dan konteks bermakna akan lebih kuat dan bertahan lama dibandingkan pengetahuan yang diperoleh melalui hafalan semata.

Aspek etnosains, hasil sebesar 85,73% menunjukkan bahwa peserta didik tidak hanya mampu mengidentifikasi fenomena sains dalam proses pembuatan Sate Bandeng, tetapi juga mampu merekonstruksi penjelasan ilmiahnya menggunakan konsep IPA yang dipelajari. Pembelajaran etnosains yang baik membawa peserta didik dari pengetahuan lokal menuju

sains ilmiah, kemudian mengintegrasikannya kembali ke dalam konteks lokal (Sudarmin, 2015). Interaktivitas yang ditawarkan teknologi AR juga dapat berkontribusi terhadap kedalaman pemrosesan kognitif peserta didik sehingga mendukung kualitas pemahaman dan hasil belajar yang lebih baik. Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan media AR berbasis STEAM mampu memberikan kontribusi positif terhadap kualitas pembelajaran IPA (Zaid et al., 2022).

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran SI BANDAR (*Sains Interaktif tema Sate Bandeng dengan Augmented Reality*) berbasis *Deep Learning* dan pendekatan etnosains pada materi unsur, senyawa, dan campuran untuk peserta didik SMP menggunakan model ADDIE hingga tahap *Development*. Media dikembangkan dengan mengintegrasikan prinsip *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning* serta kearifan lokal Sate Bandeng khas Banten. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SI BANDAR memperoleh nilai validasi ahli materi sebesar 0,84 dan validasi ahli media sebesar 0,86 dengan kategori sangat valid. Respon peserta didik mencapai 85,21% dengan kategori sangat baik, sedangkan hasil belajar melalui *post-test* mencapai 89,66%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa SI BANDAR layak digunakan sebagai media pendamping pembelajaran IPA yang interaktif, kontekstual, dan mampu mengintegrasikan teknologi dengan kearifan lokal.

Secara praktis, SI BANDAR dapat menjadi alternatif bagi guru dalam memvisualisasikan konsep IPA yang abstrak melalui objek 3D sekaligus menghadirkan pembelajaran yang lebih bermakna, berkesadaran, dan menyenangkan. Namun, penelitian ini masih terbatas hingga tahap *Development*, menggunakan uji coba terbatas pada 25 peserta didik di satu sekolah, serta belum menggunakan *pre-test*, kelompok kontrol, dan pengujian efektivitas dalam skala yang lebih luas. Selain itu, fleksibilitas media masih dipengaruhi oleh kompatibilitas perangkat yang digunakan peserta didik. Penelitian selanjutnya disarankan melanjutkan pengembangan hingga tahap *Implementation* dan *Evaluation*, menggunakan jumlah sampel dan sekolah yang lebih luas, serta menerapkan desain *pre-test-post-test* atau kelompok kontrol untuk menguji efektivitas media. Pengembangan juga dapat diarahkan pada perluasan materi IPA, integrasi kearifan lokal daerah lain, peningkatan kualitas visualisasi 3D, serta optimalisasi kompatibilitas perangkat.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Akpan, B., & Kennedy, T. J. (Eds.). (2020). Science education in theory and practice: An introductory guide to learning theory. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9>
- Aninindya, I. A., Enawaty, E., Sartika, R. P., Masriani, & Rasmawan, R. (2022). Pengembangan modul berbasis pendekatan saintifik pada materi unsur, senyawa, dan campuran. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 190–204. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v9i1.649>
- Anis, M., Sarwi, S., & Rozi, F. (2021). Development of Rembang Regency ethnoscience-based integrated thematic teaching material to improve concept mastery. *Journal of Primary*

- Education*, 10(1), 60–70. <https://doi.org/10.15294/jpe.v10i1.45203>
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56–63. <https://doi.org/10.1109/MC.2012.111>
- Cahayani, A., Widiyari, N., & Gunawan, A. S. (2023). Pembelajaran yang berpusat pada peserta didik melalui program Merdeka Belajar Kampus Merdeka. *Jurnal Penelitian Kebijakan Pendidikan*, 16(2). <https://doi.org/10.24832/jpkp.v16i2.780>
- Hamimi, E., Sugiyanto, S., Yulianti, E., Mustikasari, V. R., & Pratiwi, N. (2021). The validity of learning material assisted augmented reality technology in the topic of structure and function of plant tissue. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 5(1). <https://doi.org/10.17977/um033v5i1p1-7>
- Huang, T. C., Chen, C. C., & Chou, Y. W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- Jannah, M., & Julianto. (2018). Pengembangan media video animasi *Digestive System* untuk meningkatkan hasil belajar siswa mata pelajaran IPA kelas V. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 6(2), 124–134.
- Jawa, I. A., Bano, V. O., & Njoeroemana, Y. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Games Tournament Berbantuan Media Scrapbook Dilengkapi Question Card terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 661–673. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.2.2025.723>
- Kholidah, L. N., Hidayat, S., Jamaludin, U., & Leksono, S. M. (2023). Kajian etnosains dalam pembelajaran IPA untuk menumbuhkan nilai kearifan lokal dan karakter siswa SD melalui Sate Bandeng (*Chanos chanos*). *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(2), 4165–4177. <https://doi.org/10.23969/jp.v8i2.8449>
- Latip, A., Hernani, & Kadarohman, A. (2024). Local and indigenous knowledge (LIK) in science learning: A systematic literature review. *Journal of Turkish Science Education*, 21(3), 441–459. <https://doi.org/10.36681/tused.2024.035>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Liu, G., & Eren, G. (2025). Learning analytics and educational data mining in augmented reality, virtual reality, and the metaverse: A systematic literature review, content analysis, and bibliometric analysis. *Applied Sciences*, 15(2), 971. <https://doi.org/10.3390/app15020971>
- Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan augmented reality sebagai media pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 13(2), 174–183. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v13i2.8525>
- Nafi'ah, J., & Faruq, D. J. (2025). Conceptualizing deep learning approach in primary education: Integrating mindful, meaningful, and joyful. *Journal of Educational Research and Practice*, 3(2), 225–237. <https://doi.org/10.70376/jerp.v3i2.384>
- Ninawati, M., Rahmiati, R., & Wahyuni, N. (2021). Efektivitas media pembelajaran audio visual pada pembelajaran daring terhadap hasil belajar IPA siswa. *Tanggap: Jurnal Riset dan Inovasi Pendidikan Dasar*, 2(1), 64–73. <https://doi.org/10.55933/tjripd.v2i1.273>

- Nur, N., Judrah, M., & Anis, M. (2021). Pengaruh penguasaan media video dan media visual terhadap hasil belajar siswa. *Al-Ilmi: Jurnal Pendidikan Islam*, 2(1), 44–59. <https://doi.org/10.47435/al-ilmi.v2i1.760>
- Pratama, A. R., & Scarlatos, L. L. (2020). The roles of device ownership and infrastructure in promoting e-learning and m-learning in Indonesia. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 12(4), 1–16. <https://doi.org/10.4018/IJMBL.2020100101>
- Purnama, U. (2024). Analisis pembelajaran IPA pada implementasi Kurikulum Merdeka dalam memenuhi kebutuhan pembelajaran di SMP Negeri 1 Bua Ponrang. *Qalam: Jurnal Ilmu Kependidikan*, 13(2), 1–8. <https://doi.org/10.33506/jq.v13i2.3968>
- Putri, Y., & Farhana, H. (2025). Strategi Diferensiasi Produk berbantuan Media Audio Visual untuk Meningkatkan Pemahaman pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(1), 214–224. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.1.2025.822>
- Ramadhani, P. S., Maskur, A. H., Afandi, Y. F., & Safa'at, P. S. (2024). Urgensi pengembangan media pembelajaran berbasis Android di masa pandemi untuk meningkatkan sastra ilmiah siswa. *Jurnal Literasi Digital*, 4(2), 119–126. <https://doi.org/10.54065/jld.4.2.2024.450>
- Reiser, R. A., Carr-Chellman, A. A., & Dempsey, J. V. (Eds.). (2024). *Trends and issues in instructional design and technology* (5th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003502302>
- Setyowati, D., Afryaningsih, Y., & Nurcahyo, M. A. (2023). Kajian etnosains pada pembelajaran di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 12(1), 225–235. <https://doi.org/10.31571/saintek.v12i1.6270>
- Simanjuntak, R. V., Alim, J. A., & Putra, Z. H. (2026). Transformasi pembelajaran aljabar berbasis deep learning untuk mengembangkan kompetensi abad ke-21 siswa sekolah dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(3). <https://doi.org/10.23969/jp.v11i03.54917>
- Sudarmin, S., Sumarni, W., Rr. Sri Endang, P., & Sri Susilogati, S. (2019). Implementing the model of project-based learning: Integrated with ETHNO-STEM to develop students' entrepreneurial characters. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1), 012145. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012145>
- Widyanto, I. P., & Vienlentina, R. (2022). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik menggunakan student centered learning. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 7(4), 149–157. <https://doi.org/10.17977/2502-471X.2479>
- Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1). <https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10>
- Zaid, M., Razak, F., & Alam, A. A. F. (2022). Keefektifan media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis STEAM dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 2(2), 59–68. <https://doi.org/10.54065/pelita.2.2.2022.316>