



Research Article



Pengembangan Media Pembelajaran *Augmented Reality* (AR) Berbantuan *Assemblr Edu* Berbasis *Virtual Field Trip* pada Materi Ekosistem

Dita Kusumo Ningrum¹, Trio Ageng Prayitno^{1,*}, Riyanto¹

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Insan Budi Utomo, Malang, Indonesia

Email: ditakusuma155@gmail.com, trioagengprayitno@uibu.ac.id*, riyanto@uibu.ac.id

Penerbit	ABSTRACT
Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri	Ecosystem material is considered difficult for students because the concept is abstract and involves many interactions between living and nonliving components that cannot be observed directly in the classroom. This study aims to produce an <i>Augmented Reality</i> learning media assisted by <i>Assemblr Edu</i> based on <i>Virtual Field Trip</i> on ecosystem material that is valid and practical. The method used is research and development with the 4D model from Thiagarajan which is limited to the develop stage so that it becomes a 3D model covering the define, design, and develop stages. Data were collected through material expert validation sheets, media expert validation sheets, and student response questionnaires for grade X students at MA Ma'arif Batu, then analyzed descriptively and quantitatively in the form of percentages. The material expert validation reached 93.3 percent and the media expert validation reached 91.1 percent so that both were in the very good category, while the student response reached 81.51 percent in the good category. Based on these results the media is feasible to use because it has met the valid and practical criteria to support biology learning. Key words: <i>Augmented reality, Assemblr edu, virtual field trip, ecosystem</i>
	ABSTRAK Materi ekosistem tergolong sulit dipahami siswa sebab konsepnya bersifat abstrak dan banyak melibatkan interaksi antara komponen hidup dengan komponen tak hidup yang tidak dapat diamati secara langsung di dalam kelas. Penelitian ini bertujuan menghasilkan media pembelajaran <i>Augmented Reality</i> berbantuan <i>Assemblr Edu</i> berbasis <i>Virtual Field Trip</i> pada materi ekosistem yang valid dan praktis. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan dengan model 4D dari Thiagarajan yang dibatasi sampai tahap develop sehingga menjadi model 3D yang mencakup tahap define, design, dan develop. Data dikumpulkan melalui lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, dan angket respon siswa kelas X di MA Ma'arif Batu, lalu dianalisis secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk persentase. Hasil validasi ahli materi memperoleh 93,3 persen dan validasi ahli media memperoleh 91,1 persen sehingga keduanya berada pada kategori sangat baik, sedangkan respon siswa memperoleh 81,51 persen pada kategori baik. Berdasarkan hasil tersebut media dinyatakan layak digunakan karena telah memenuhi kriteria valid dan praktis untuk mendukung pembelajaran biologi. Kata kunci: <i>Augmented reality, Assemblr edu, virtual field trip, ekosistem</i>

PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi pada masa sekarang menuntut pemanfaatan teknologi supaya materi yang rumit dapat disampaikan dengan cara yang lebih menarik dan mudah dipahami oleh siswa. Salah satu materi yang kerap dianggap sulit adalah ekosistem sebab di dalamnya terdapat banyak interaksi antara komponen biotik dan abiotik yang tidak dapat diamati secara utuh hanya melalui penjelasan lisan maupun gambar dua dimensi di ruang kelas. Kesulitan semacam ini membuat sebagian siswa hanya menghafal istilah tanpa sepenuhnya memahami bagaimana aliran energi dan hubungan antarmakhluk hidup berlangsung di alam (Kururu & Rahmah, 2023). Materi ekosistem juga menuntut siswa memahami keterkaitan antara komponen biotik dan abiotik beserta jaring makanannya yang akan terasa lebih bermakna apabila dipelajari dari lingkungan sekitar (Suherja dkk., 2022). Teknologi *Augmented Reality* hadir sebagai salah satu jalan keluar karena mampu menampilkan objek tiga dimensi yang seolah berada di lingkungan nyata sehingga konsep yang tadinya abstrak menjadi lebih konkret dan dapat diamati dari berbagai sudut (Bella & Raida, 2025). Penelitian Agustin dkk. (2024) memperkuat hal ini dengan temuan bahwa media pembelajaran berbasis *augmented reality* berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep siswa pada materi biologi. Bahkan teknologi imersif seperti *virtual reality* yang dirancang Widyaningrum dan Yulianto (2025) untuk petualangan rantai makanan terbukti mampu meningkatkan hasil belajar sains siswa.

Beberapa penelitian menemukan bahwa penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran sains terbukti mampu meningkatkan capaian belajar serta motivasi siswa karena pengalaman belajarnya terasa lebih nyata dan menyenangkan (Ziden dkk., 2022). Kecenderungan pemanfaatan *Augmented Reality* berbasis perangkat bergerak dalam pembelajaran sains pun terus meningkat seiring makin mudahnya akses telepon pintar di kalangan siswa (Nikou, 2024). Cara kerja teknologi ini memadukan objek virtual ke dalam pandangan dunia nyata melalui kamera pada telepon pintar maupun tablet, sehingga siswa dapat berinteraksi dengan objek tersebut secara langsung. Pola belajar seperti ini sejalan dengan pandangan konstruktivis yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun sendiri oleh siswa melalui pengalaman dan eksplorasi aktif, bukan sekadar diterima secara pasif dari guru. Teknologi imersif serupa juga terus dikembangkan untuk pembelajaran biologi, misalnya Maulana dkk. (2025) membuat media *virtual reality* pada materi sistem pencernaan manusia yang membantu siswa mengamati objek yang sulit dilihat secara nyata, sedangkan Buchori dkk. (2025) memanfaatkan *virtual reality* untuk menghadirkan suasana suatu tempat ke dalam ruang kelas. Supaya guru dapat membuat media semacam ini tanpa harus menguasai bahasa pemrograman yang rumit, tersedia platform bernama *Assemblr Edu* yang dapat diakses secara daring melalui peramban dan menyediakan beragam objek tiga dimensi siap pakai (Damayanti & Putra, 2024).

Pemanfaatan *Assemblr Edu* pada pembelajaran biologi sudah dilakukan oleh sejumlah peneliti sebelumnya. Lino dkk. (2022) menemukan bahwa media berbasis *Assemblr Edu* efektif membantu siswa memahami materi sistem organisasi kehidupan makhluk hidup, sedangkan Majid dkk. (2023) membuktikan bahwa media serupa mampu meningkatkan keterlibatan siswa selama proses belajar di sekolah. Pemanfaatan platform ini juga meluas ke berbagai mata pelajaran, misalnya Muslimah dkk. (2023) merancang booklet kimia berbantuan *Assemblr Edu*, sementara Fitriannor dkk. (2024) menilai *Assemblr Edu* mampu mendukung pembelajaran mandiri siswa. Materi ekosistem sebenarnya paling tepat dipelajari melalui kunjungan langsung ke habitat aslinya, tetapi kegiatan semacam itu sering terkendala oleh biaya transportasi, waktu, jarak, serta keselamatan siswa di lapangan. Sebagai pengganti

yang lebih hemat dan aman muncul gagasan *virtual field trip*, yaitu kegiatan menjelajahi suatu tempat secara maya tanpa perlu hadir secara fisik di lokasi tersebut. Ketika *virtual field trip* dipadukan dengan *Augmented Reality*, siswa tidak hanya melihat gambar suatu ekosistem melainkan dapat menyusuri lingkungannya dan mengenali setiap makhluk hidup yang ada di dalamnya seolah hadir langsung di sana (Maghfiroh dkk., 2022).

Sejumlah media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk materi ekosistem sebenarnya telah dikembangkan oleh peneliti terdahulu, namun sebagian besar masih berbentuk kartu yang menampilkan objek secara terpisah sehingga interaksi antarkomponen ekosistem belum tergambar secara utuh. Maziyah dan Zumrotun (2025) misalnya mengembangkan media kartu ajaib berbasis *Augmented Reality* pada materi ekosistem yang efektif meningkatkan hasil belajar, tetapi sajian objeknya masih bertumpu pada kartu dan belum membawa siswa menyusuri keseluruhan lingkungan ekosistem. Nengsih dkk. (2023) juga mengembangkan media *augmented reality* berbasis *Assemblr* untuk materi ekosistem yang dinyatakan valid dan direspon baik oleh siswa, tetapi penyajiannya belum dikemas sebagai penjelajahan beberapa tipe ekosistem dalam satu kesatuan. Begitu pula Cahya dan Bektiningsih (2024) yang memadukan *augmented reality* dengan *flipbook* pada materi ekosistem, sehingga sajiannya masih bertumpu pada halaman buku dan belum memberi pengalaman menyusuri lingkungan secara langsung. Hasil analisis kebutuhan yang dilakukan Qorimah dkk. (2022) juga menunjukkan bahwa guru dan siswa membutuhkan media *Augmented Reality* khusus untuk materi rantai makanan karena media yang ada belum mampu menjelaskan hubungan makan dan dimakan secara jelas. Selain itu media *Augmented Reality* tertentu masih mengharuskan siswa mengunduh aplikasi terlebih dahulu yang menjadi kendala bagi siswa dengan keterbatasan memori perangkat maupun jaringan internet. Kekosongan inilah yang ingin diisi melalui penelitian ini, yaitu dengan mengembangkan media yang menyatukan empat tipe ekosistem dalam satu pengalaman *virtual field trip* yang dapat diakses cukup melalui pemindaian kode QR tanpa perlu memasang aplikasi tambahan.

Berdasarkan uraian tersebut peneliti memandang perlu mengembangkan sebuah media pembelajaran *Augmented Reality* berbantuan *Assemblr Edu* berbasis *virtual field trip* pada materi ekosistem. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan media pembelajaran *Augmented Reality* berbantuan *Assemblr Edu* berbasis *Virtual Field Trip* pada materi ekosistem yang valid dan praktis sehingga memang layak dimanfaatkan dalam pembelajaran biologi di sekolah menengah atas. Media ini dirancang menghadirkan empat tipe ekosistem berupa gurun, hutan hujan tropis, padang rumput, dan laut yang dilengkapi penanda peran setiap makhluk hidup mulai dari produsen, konsumen, predator, sampai pengurai. Melalui rancangan seperti ini diharapkan siswa dapat membangun pemahamannya sendiri mengenai aliran energi dan keseimbangan ekosistem lewat pengalaman menjelajah yang menyenangkan. Kehadiran media ini sekaligus diharapkan memperkaya pilihan media pembelajaran biologi yang memanfaatkan teknologi sesuai tuntutan pembelajaran masa kini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian dan pengembangan atau *research and development* yang bertujuan menghasilkan suatu produk sekaligus menguji kelayakannya. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan (1974) dan terdiri atas tahap *define*, *design*, *develop*, serta *disseminate*. Pada penelitian ini, langkah pengembangan dibatasi hanya sampai tahap *develop* sehingga model yang diterapkan menjadi model 3D yang mencakup *define*, *design*, dan

develop. Pembatasan ini dilakukan karena fokus penelitian diarahkan pada terwujudnya produk yang valid dan praktis, bukan pada penyebaran produk secara luas. Pemilihan model ini dinilai sesuai sebab tahapannya runtut dan memudahkan peneliti mengontrol kualitas produk pada setiap fase melalui kegiatan revisi dan evaluasi (Waruwu, 2024).

Tahap *define* merupakan kegiatan awal berupa analisis kebutuhan dan studi literatur untuk menetapkan masalah serta menentukan spesifikasi produk yang akan dibuat. Pada tahap ini peneliti menelaah materi ekosistem pada kurikulum kelas X dan mencermati kesulitan yang umum dialami siswa ketika mempelajari interaksi antarkomponen ekosistem. Tahap *design* kemudian dilakukan dengan merancang produk media *Augmented Reality* menggunakan platform *Assemblr Edu*, mulai dari penyusunan rancangan tampilan, pemilihan objek tiga dimensi, sampai penataan penanda peran setiap makhluk hidup pada keempat ekosistem. Rancangan tersebut disusun agar siswa dapat menjelajahi lingkungan ekosistem secara virtual layaknya melakukan kunjungan lapangan. Seluruh hasil rancangan pada tahap ini menjadi dasar bagi pembuatan produk yang sesungguhnya pada tahap berikutnya.

Tahap *develop* merupakan fase pembuatan produk secara nyata sekaligus pengujian kelayakannya melalui validasi ahli dan uji coba kepada siswa. Produk yang telah dibuat divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, kemudian direvisi berdasarkan saran yang diberikan sebelum diujikan kepada siswa. Penelitian ini dilaksanakan di MA Ma'arif Batu yang berada di Kota Batu, Jawa Timur. Kegiatan validasi oleh para ahli berlangsung pada bulan Maret 2026 sedangkan uji coba kepada siswa dilaksanakan pada bulan April 2026. Subjek penelitian dipilih dari lingkungan sekolah tersebut karena materi ekosistem memang dipelajari pada jenjang kelas X.

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X di MA Ma'arif Batu yang sedang menempuh materi ekosistem pada mata pelajaran biologi. Sampel uji coba diambil dari satu kelas penuh dengan jumlah sekitar lima belas siswa yang dipandang cukup mewakili untuk menilai kepraktisan produk dalam kondisi kelas yang sebenarnya. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah sampling jenuh karena seluruh anggota populasi pada tingkat kelas tersebut dilibatkan sebagai responden. Cara ini dipilih mengingat jumlah subjek yang tersedia memang terbatas. Dengan melibatkan satu kelas secara utuh peneliti berharap memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai tanggapan siswa terhadap media yang dikembangkan (Subhaktiyasa, 2024)

Pengumpulan data dilakukan menggunakan tiga jenis instrumen utama yaitu lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, dan angket respon siswa. Lembar validasi ahli materi digunakan untuk menilai kesesuaian isi media pada aspek pembelajaran, aspek materi, aspek bahasa, dan aspek ekosistem. Lembar validasi ahli media digunakan untuk menilai kepraktisan media, tampilan media, serta kelayakan kegrafikan produk. Kedua lembar validasi tersebut menggunakan skala Likert dengan tiga pilihan jawaban yang bergerak dari skor satu hingga skor tiga. Adapun angket respon siswa menggunakan skala Likert dengan lima pilihan jawaban yang bergerak dari skor satu sampai skor lima untuk menggali tanggapan siswa terhadap isi dan tampilan media.

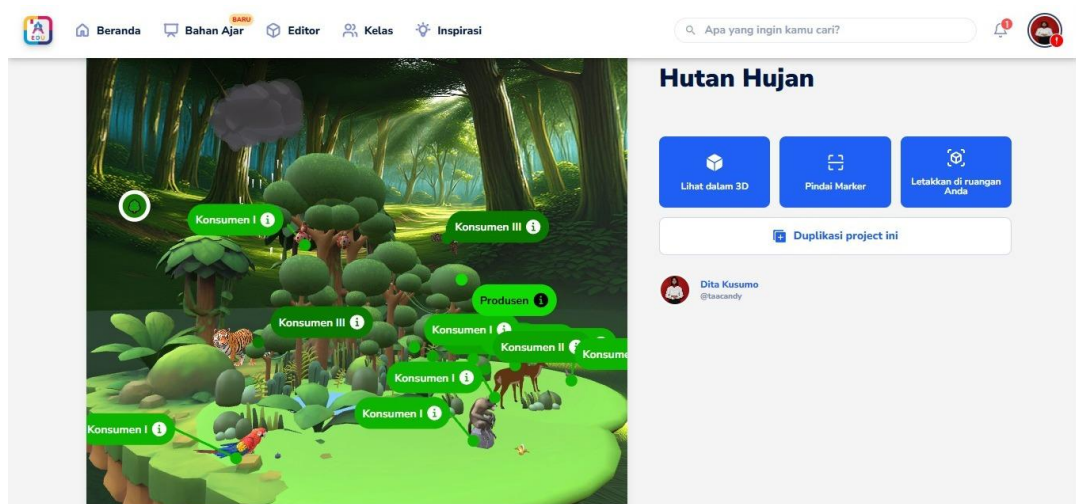
Data yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif dalam bentuk persentase. Skor yang diperoleh dari setiap instrumen dijumlahkan lalu dibandingkan dengan skor maksimal ideal kemudian dikalikan seratus persen sehingga diperoleh persentase kelayakan. Persentase tersebut selanjutnya ditafsirkan menggunakan kriteria penilaian yang telah ditetapkan, mulai dari kategori tidak baik sampai kategori sangat baik. Media dinyatakan valid apabila penilaian dari ahli materi dan ahli media

berada pada kategori baik atau lebih tinggi. Media juga dinyatakan praktis apabila tanggapan siswa terhadap produk berada pada kategori baik atau lebih tinggi (Damayanti & Putra, 2024)

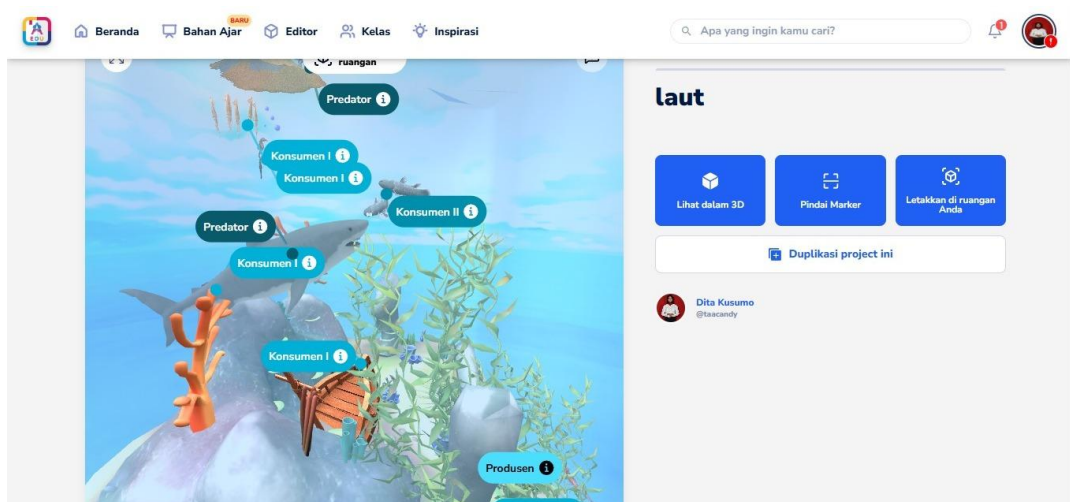
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah media pembelajaran *Augmented Reality* berbantuan *Assemblr Edu* berbasis *virtual field trip* pada materi ekosistem. Media ini menyajikan empat tipe ekosistem yaitu gurun, hutan hujan tropis, padang rumput, dan laut yang seluruhnya dikemas dalam bentuk lingkungan tiga dimensi yang dapat dijelajahi oleh siswa. Pada setiap ekosistem ditampilkan berbagai makhluk hidup beserta penanda perannya seperti produsen, konsumen tingkat satu sampai tingkat tiga, predator, dan pengurai sehingga siswa dapat mengenali kedudukan tiap organisme di dalam rantai makanan. Media ini dapat diakses oleh siswa cukup dengan memindai kode QR melalui telepon pintar tanpa perlu memasang aplikasi tambahan. Kemudahan akses semacam ini sengaja dirancang supaya media dapat digunakan oleh siswa dengan beragam jenis perangkat dan kondisi jaringan.

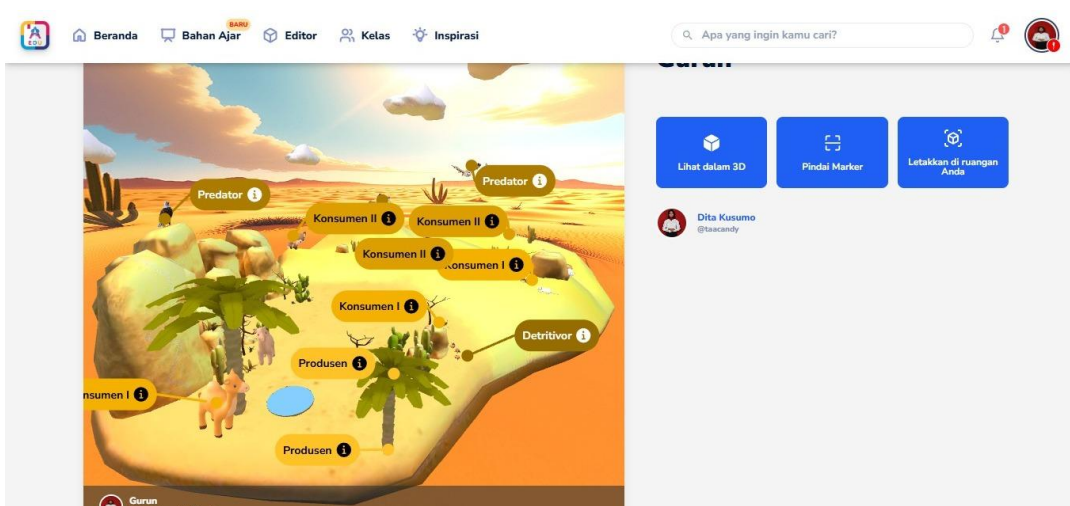
Tampilan keempat ekosistem yang berhasil dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 4. Setiap tampilan menggambarkan suasana ekosistem yang berbeda lengkap dengan flora dan fauna yang khas pada habitat tersebut. Pada ekosistem hutan hujan tropis dihadirkan pepohonan rapat dengan harimau, rusa, burung, dan beragam tumbuhan, sedangkan pada ekosistem laut ditampilkan terumbu karang, ikan, hiu, serta rumput laut. Ekosistem gurun menampilkan hamparan pasir dengan kaktus, pohon kurma, unta, dan predator gurun, sementara ekosistem padang rumput menyajikan rumput luas dengan gajah, jerapah, dan zebra. Penanda peran pada tiap organisme memudahkan siswa memahami posisi setiap makhluk hidup dalam aliran energi di ekosistem.



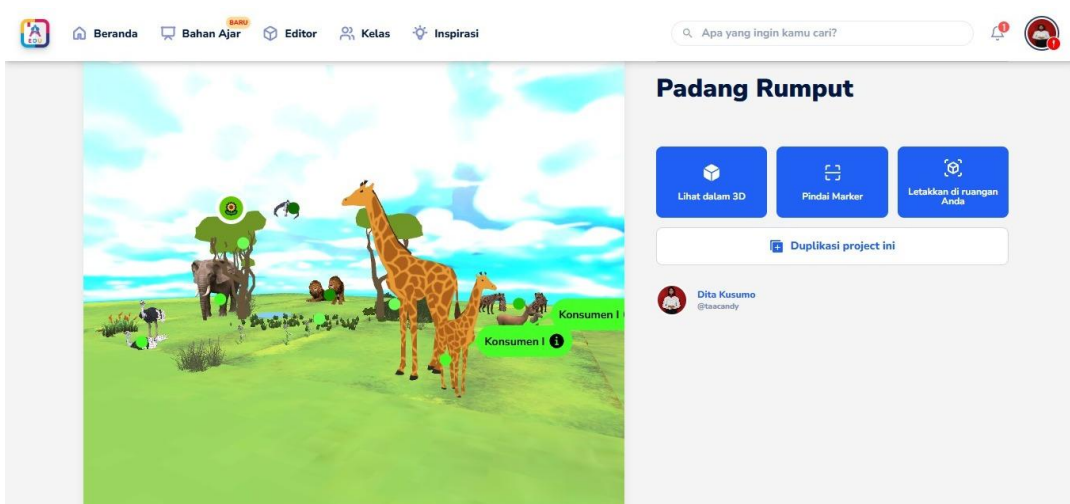
Gambar 1. Tampilan Ekosistem Hutan Hujan pada Media Augmented Reality
(Sumber Dokumentasi peneliti, 2026)



Gambar 2. Tampilan Ekosistem Laut pada Media Augmented Reality
(Sumber Dokumentasi peneliti, 2026)



Gambar 3. Tampilan Ekosistem Gurun pada Media Augmented Reality
(Sumber Dokumentasi peneliti, 2026)



Gambar 4. Tampilan Ekosistem Padang Rumput pada Media Augmented Reality
(Sumber Dokumentasi peneliti, 2026)

Kelayakan produk dari sisi isi materi diperoleh melalui penilaian ahli materi. Penilaian ini mencakup empat aspek yaitu aspek pembelajaran, aspek materi, aspek bahasa, dan aspek ekosistem. Hasil penilaian ahli materi secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	Skor Perolehan	Skor Maksimal	Persentase	Keterangan
Pembelajaran	9	9	100%	Sangat Baik
Materi	5	6	83,3%	Baik
Bahasa	2	3	66,7%	Cukup
Ekosistem	12	12	100%	Sangat Baik
Jumlah	28	30	93,3%	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa aspek pembelajaran dan aspek ekosistem memperoleh persentase sempurna sebesar 100% yang berarti isi media sudah sangat sesuai dengan kompetensi serta konsep ekosistem yang diajarkan. Aspek materi memperoleh 83,3% dengan kategori baik, sementara aspek bahasa memperoleh 66,7% dengan kategori cukup yang menandakan masih ada pilihan kata yang perlu diperbaiki agar lebih mudah dipahami siswa. Secara keseluruhan validasi ahli materi memperoleh 93,3% sehingga media dinyatakan berada pada kategori sangat baik. Ahli materi menyatakan media layak digunakan dengan revisi serta memberikan saran agar ditambahkan keterangan pada komponen gambar yang terhubung dengan ekosistem dan sebaiknya media dilengkapi dengan kompetensi dasar. Saran tersebut telah ditindaklanjuti oleh peneliti sebagai bahan perbaikan sebelum media diujicobakan kepada siswa. Kelayakan produk dari sisi media dinilai oleh ahli media dengan mencermati tiga aspek yaitu kepraktisan media, tampilan media, dan kelayakan kegrafikan. Hasil penilaian ahli media disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Skor Perolehan	Skor Maksimal	Persentase	Keterangan
Kepraktisan Media	12	12	100%	Sangat Baik
Tampilan Media	16	18	88,8%	Baik
Kelayakan Kefrafikan	13	15	86,6%	Baik
Jumlah	41	45	91,1%	Sangat Baik

Tabel 2 memperlihatkan bahwa aspek kepraktisan media memperoleh 100% yang menunjukkan media sangat mudah digunakan dan dapat dimanfaatkan secara berulang tanpa risiko kerusakan fisik. Aspek tampilan media memperoleh 88,8% dan aspek kelayakan kegrafikan memperoleh 86,6% yang keduanya berada pada kategori baik. Persentase keseluruhan dari validasi ahli media mencapai 91,1% sehingga produk dinyatakan berada pada kategori sangat baik dan layak digunakan. Beberapa butir seperti tampilan kartu penanda QR dan kesesuaian audio memperoleh skor yang sedikit lebih rendah sehingga menjadi catatan bagi penyempurnaan media. Penilaian ini menunjukkan bahwa dari sisi desain dan kemudahan penggunaan media sudah memenuhi standar yang diharapkan. Kepraktisan media dari sudut pandang pengguna diukur melalui angket respon siswa kelas X yang telah mencoba media secara langsung. Angket ini menilai dua aspek besar yaitu isi media dan tampilan media. Rekapitulasi tanggapan siswa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji Respon Siswa

Aspek	Skor Perolehan	Skor Maksimal	Persentase	Keterangan
Isi Media	427	525	81,33%	Baik
Tampilan Media	490	600	81,66%	Baik
Jumlah	917	1.125	81,51%	Baik

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa aspek isi media memperoleh 81,33% dan aspek tampilan media memperoleh 81,66% sehingga keduanya tergolong baik. Secara keseluruhan respon siswa terhadap media memperoleh 81,51% yang juga berada pada kategori baik. Angka ini menggambarkan bahwa siswa merasa media mudah digunakan, menarik untuk dipelajari, serta membantu mereka membayangkan kondisi ekosistem yang sebenarnya meski berada di dalam kelas. Tanggapan positif tersebut sejalan dengan rancangan media yang memang ditujukan untuk menghadirkan pengalaman menjelajah ekosistem secara menyenangkan. Temuan ini juga sejalan dengan Astuti dkk. (2025) yang membuktikan bahwa integrasi *Augmented Reality* ke dalam media pembelajaran biologi mampu meningkatkan minat serta motivasi belajar siswa secara signifikan. Dengan demikian media dapat dikatakan praktis karena memperoleh penerimaan yang baik dari siswa sebagai penggunaanya.

Apabila ketiga hasil penilaian tersebut digabungkan, media *Augmented Reality* berbantuan *Assemblr Edu* berbasis *virtual field trip* pada materi ekosistem telah memenuhi kriteria valid sekaligus praktis. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Lino dkk. (2022) yang menyimpulkan bahwa media berbasis *Assemblr Edu* efektif membantu siswa memahami materi biologi, serta sejalan dengan Damayanti dan Putra (2024) yang menemukan bahwa media berbasis platform tersebut mampu meningkatkan capaian belajar. Hasil ini juga senada dengan pengembangan media lain pada materi ekosistem seperti video Powtoon yang dinyatakan valid dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar (Rachmaningsih & Purnomo, 2024), hanya saja media dalam penelitian ini menawarkan keunggulan berupa interaksi tiga dimensi yang tidak dimiliki media video.

Pendekatan ini menawarkan keuntungan yang berbeda dibandingkan dengan media tradisional, seperti video Powtoon, dengan memberikan pengalaman tiga dimensi interaktif yang meningkatkan keterlibatan dan pemahaman (Cosio dkk., 2023; Tan dkk., 2022). Namun, literatur menunjukkan bahwa sementara teknologi XR semakin diterapkan dalam konteks pendidikan, bukti empiris mengenai dampak keseluruhannya tetap terbatas, menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk sepenuhnya memahami manfaat potensial mereka dalam beragam pengaturan pendidikan (Hashim dkk., 2022; Chang dkk., 2023). Selain itu, tantangan tetap ada dalam mengintegrasikan XR secara efektif ke dalam kurikulum, terutama dalam mendorong pembelajaran aktif dan kolaborasi di antara siswa (Zhang, 2023).

Kelebihan lain dari media yang telah dikembangkan adalah akses melalui pemindaian kode QR tanpa pemasangan aplikasi yang membuat media lebih ringan digunakan. Integrasi pemindaian kode QR di media pendidikan menawarkan alternatif ringan untuk mengakses konten tanpa perlu instalasi aplikasi, meningkatkan kenyamanan pengguna. Namun, efektivitas metode ini bergantung pada akses internet yang andal, yang dapat membatasi penerapannya dalam berbagai konteks (Sánchez, 2023). Sementara presentasi multimedia, termasuk video, telah terbukti secara signifikan meningkatkan hasil pembelajaran siswa, terutama dalam pengetahuan prosedural dan evaluatif, dampak spesifik dari media berbasis kode QR pada kinerja akademik masih belum diuji (Tani dkk., 2022). Selain itu, pergeseran ke platform digital umumnya menghasilkan peningkatan positif tetapi sederhana dalam hasil pembelajaran, menunjukkan bahwa sementara teknologi inovatif dapat meningkatkan pengalaman pendidikan, efektivitasnya dapat bervariasi berdasarkan implementasi dan konteks (Alshammary & Alhalafawy, 2023). Dengan demikian,

penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi efek langsung dari media kode QR pada hasil pembelajaran siswa.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi *Augmented Reality* berbantuan *Assemblr Edu* dengan pendekatan *Virtual Field Trip* yang menghadirkan empat tipe ekosistem sekaligus dalam satu media pembelajaran, yaitu gurun, hutan hujan tropis, padang rumput, dan laut. Pendekatan ini berbeda dari penelitian pengembangan sebelumnya yang umumnya hanya menyajikan satu tipe ekosistem atau memanfaatkan *Augmented Reality* tanpa disertai pengalaman penjelajahan virtual. Rahmani dkk. (2026) misalnya membandingkan *Augmented Reality Assemblr Edu* dengan *Virtual Reality Shinnicon* serta *BioDigital 3D* dan menemukan bahwa *Assemblr Edu* memberikan keterlibatan siswa yang paling optimal karena kemudahan akses melalui perangkat telepon pintar, sementara Hasibuan dkk. (2025) menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi QR Code pada media pembelajaran biologi mampu menyajikan konten secara ringkas serta praktis diakses oleh siswa. Perbedaan mendasar penelitian ini terletak pada pemanfaatan *QR marker* sebagai pintu masuk menuju empat perjalanan virtual ekosistem yang dapat dijelajahi langsung tanpa perlu mengunduh aplikasi tambahan sehingga siswa dapat mengamati komponen biotik, komponen abiotik, serta interaksi antarkomponen dalam konteks ekosistem yang lebih beragam. Kebaruan inilah yang menjadi kontribusi utama penelitian ini bagi pengembangan media pembelajaran *Augmented Reality* pada materi ekosistem di jenjang sekolah menengah atas.

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran *Augmented Reality* berbantuan *Assemblr Edu* berbasis *virtual field trip* pada materi ekosistem yang dikembangkan menggunakan model 3D dari tahapan *define, design, dan develop*. Media tersebut menampilkan empat tipe ekosistem berupa gurun, hutan hujan tropis, padang rumput, dan laut yang dapat dijelajahi siswa secara virtual cukup melalui pemindaian kode QR. Hasil validasi ahli materi memperoleh 93,3% dan validasi ahli media memperoleh 91,1% sehingga keduanya berada pada kategori sangat baik, sedangkan respon siswa memperoleh 81,51% pada kategori baik. Ketiga capaian tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid dan praktis sehingga layak dimanfaatkan dalam pembelajaran biologi di sekolah menengah atas. Penelitian selanjutnya disarankan melanjutkan media ini sampai tahap *disseminate* serta menguji pengaruhnya terhadap hasil belajar siswa secara langsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini. Ucapan terima kasih ditujukan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan sejak awal penyusunan hingga penyelesaian penelitian. Terima kasih juga peneliti sampaikan kepada ahli materi dan ahli media yang telah bersedia menilai serta memberikan masukan demi penyempurnaan produk. Penghargaan yang tulus peneliti berikan kepada pihak MA Ma'arif Batu yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melaksanakan uji coba media. Dukungan dari berbagai pihak tersebut sangat berarti bagi keberhasilan penelitian ini.

RUJUKAN

- Agustin, T. N., Aeni, A. N., & Sujana, A. (2024). Pengaruh media pembelajaran berbasis augmented reality terhadap pemahaman konsep pada materi sistem peredaran darah. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 4(1), 5810–5819. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i4.12909>
- Alshammery, F. M., & Alhalafawy, W. S. (2023). Digital platforms and the improvement of learning outcomes: Evidence extracted from meta-analysis. *Sustainability*, 15(2), 1305. <https://doi.org/10.3390/su15021305>
- Astuti, E., Prayitno, T. A., & Hidayati, N. (2025). Pengembangan game edukasi Kahoot berbantuan Augmented Reality (AR) Sketchfab untuk meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 12(2), 108–122. <https://doi.org/10.29407/jbp.v12i2.26195>
- Bella, S., & Raida, S. A. (2025). Ecoexplore development through augmented reality on ecosystem topics to improve students' visual literacy. *Pro-Life*, 12(3), 268–282. <https://doi.org/10.33541/pro-life.v12i3.7348>
- Buchori, A., Aziz, M. A., & Wardani, T. I. (2025). Development of learning media for the introduction of national heroes based on virtual reality in class VI in elementary school. *MIMBAR PGSD Undiksha*, 13(3), 572–581. <https://doi.org/10.23887/jpgsd.v13i3.92575>
- Cahya, K. L., & Bektiningsih, K. (2024). Development of augmented reality based flipbook media on natural science subject matter of ecosystems. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(11), 8436–8445. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i11.7630>
- Damayanti, L. S. A., & Putra, G. M. C. (2024). Development of augmented reality media based on Assemblr Edu to enhance the learning outcomes. *RaDEn: Research and Development in Education*, 4(2), 924–939. <https://doi.org/10.22219/raden.v4i2.34160>
- Fitriannor, Salim, A., & Utama, A. H. (2024). Pemanfaatan Assemblr Edu sebagai media augmented reality untuk mendukung pembelajaran mandiri. *JlIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 7(8), 8935–8943. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i8.5161>
- Hasibuan, A. A. U., Lubis, K., Sinambela, M., Sari, W. D. P., Ningsih, W., Siregar, K. J., Annisa, A., Purba, S. K., & Lubis, G. D. U. (2025). Pengembangan monopoli berbantuan teknologi QR Code sebagai media pembelajaran IPA pada materi keanekaragaman hayati Indonesia di SMP Negeri 27 Medan. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 12(1), 46–59. <https://doi.org/10.29407/jbp.v12i1.24840>
- Kuroru, M. M., & Rahmah, N. (2023). Analisis kesulitan kognitif siswa sekolah dasar dalam memahami materi ekosistem pada pembelajaran IPA. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 6(1), 74–84. <https://doi.org/10.30605/jsgp.6.1.2023.2357>
- Lino, P. F. A., Ramlawati, & Yunus, S. R. (2022). Media Assemblr Edu berbasis augmented reality untuk meningkatkan hasil belajar materi sistem organisasi kehidupan makhluk hidup. *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 6(1), 38–46. <https://doi.org/10.33369/diklabio.6.1.38-46>
- Maghfiroh, H., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Susanto, H. (2022). Tantangan dan peluang pembelajaran biologi di masa pasca pandemi covid-19: Tinjauan pustaka sistematis dan sintesis tematik. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 18–42. <https://doi.org/10.37058/bioed.v7i1.4816>
- Majid, N. W. A., Rafli, M., Nurjannah, Apriyanti, P., Iskandar, S., Nuraeni, F., Putri, H. E., Herlandy, P. B., & Azman, M. N. A. (2023). Effectiveness of using Assemblr Edu learning media to help student learning at school. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9243–9249. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5388>
- Maulana, M., Ismanto, E., & Novalia, M. (2025). Development of virtual reality learning media for human digestive system materials in junior high school. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 6(2), 303–310. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v6i2.9696>

- Maziyah, H. N., & Zumrotun, E. (2025). Pengembangan media pembelajaran kartu ajaib berbasis augmented reality pada materi ekosistem kelas 5 sekolah dasar. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 25–38. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i1.1079>
- Muslimah, N. F., Sumarti, S. S., & Mursiti, S. (2023). Desain booklet berbantuan Assemblr Edu untuk meningkatkan hasil belajar kognitif dan minat belajar. *Chemistry in Education*, 12(1), 9–16. <https://doi.org/10.15294/chemined.v12i1.59424>
- Nengsih, N., Eka, A. E. S., & Sunandar, A. (2023). Development of augmented reality learning media based on Assemblr Studio Web in ecosystem material. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(2), 277–291. <https://doi.org/10.22219/jinop.v9i2.25251>
- Nikou, S. A. (2024). Factors influencing student teachers' intention to use mobile augmented reality in primary science teaching. *Education and Information Technologies*, 29(12), 15353–15374. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12481-w>
- Qorimah, E. N., Laksono, W. C., Hidayati, Y. M., & Desstya, A. (2022). Kebutuhan pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality (AR) pada materi rantai makanan. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 5(1), 57–63. <https://doi.org/10.23887/jp2.v5i1.46290>
- Rachmaningsih, F., & Purnomo, T. (2024). Validitas dan keefektifan video pembelajaran materi ekosistem menggunakan Powtoon untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(2), 392–404. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v13n2.p392-404>
- Rahmani, Y., Sukmawardani, Y., & Sa'adah, S. (2026). Teknologi imersif dalam pembelajaran biologi: Perbandingan *Augmented Reality Assemblr Edu*, *Virtual Reality Shinnecon*, dan *BioDigital 3D* interaktif berbantuan Smart TV terhadap keterlibatan dan respons siswa. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 13(1), 117–124. <https://doi.org/10.29407/jbp.v13i1.28752>
- Sánchez, N. A. G. (2023). La experiencia del aprendizaje ubicuo en la educación. *DIALÉCTICA*, 1(20), 32–43. <https://doi.org/10.56219/dialctica.v1i20.1646>
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). Penentuan populasi dan sampel: Pendekatan metodologi penelitian. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(4), 2721–2731. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i4.2657>
- Suherja, A., Winarni, E. W., & Koto, I. (2022). Pengembangan bahan ajar digital berbasis pendekatan kontekstual dengan materi hubungan antar komponen ekosistem dan jaring-jaring makanan di lingkungan sekitar. *Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Pendidikan Dasar*, 5(2), 295–305. <https://doi.org/10.33369/dikdas.v5i2.20208>
- Tani, M., Manuguerra, M., & Khan, S. (2022). Can videos affect learning outcomes? Evidence from an actual learning environment. *Educational Technology Research and Development*, 70(5), 1675–1693. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10147-3>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. Council for Exceptional Children, 1920 Association Drive, Reston, Virginia 22091. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED090725.pdf>
- Waruwu, M. (2024). Metode penelitian dan pengembangan (R&D): Konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220–1230. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141>
- Widyaningrum, Y. T., & Yulianto, S. (2025). Virtual reality-based learning media for food chain adventures to improve students' science learning outcomes. *Jurnal Edutech Undiksha*, 13(1), 43–53. <https://doi.org/10.23887/jeu.v13i1.93087>
- Ziden, A. A., Ziden, A. A. A., & Ifedayo, A. E. (2022). Effectiveness of augmented reality (AR) on students' achievement and motivation in learning science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(4), em2097. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11923>