

Integrasi Apotek Hidup dan Augmented Reality dalam Pembelajaran Biologi Kontekstual melalui Booklet Interaktif

Muhammad Farits Bramasta Rio Rimosan^{a,1}, Iwan^{a,2}, Samuel Sander Erari^{a,3}, Nuryanti Rumalolas^{a,4}, Idola Dian Yoku Nebore^{a,5}

^{a,b,c,d,e} Universitas Papua, Indonesia

¹faritsbram14@gmail.com, ²b.iwan@unipa.ac.id, ³s.erari@unipa.ac.id, ⁴n.rumalolas@unipa.ac.id,

⁵i.nebore@unipa.ac.id

Correspondent Author; n.rumalolas@unipa.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received:

08-07-2025

Revised:

14-09-2025

Accepted:

24-10-2025

Keywords

Augmented Reality; booklet; contextual biology learning; medicinal plants; school medicinal garden

ABSTRACT

This study aimed to develop and evaluate an interactive medicinal plant booklet that integrates a school medicinal garden with Augmented Reality (AR) for contextual biology learning. The research employed a Research and Development approach using the ADDIE model and was conducted from January to May 2026 with 32 Grade X students at SMAN Taruna Kasuari Nusantara, West Papua. The booklet presents five medicinal plants turmeric (*Curcuma longa*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*), ginger (*Zingiber officinale*), kencur (*Kaempferia galanga*), and galangal (*Alpinia galanga*) designed in Canva and integrated with three-dimensional AR content through Assemblr Edu. Data were obtained from expert validation, student-response questionnaires, pretest and posttest scores, teacher interviews, and documentation. Material validity reached 97.73% and media validity 98.86%, both categorized as very valid. Student responses ($n = 29$) reached 86.81% (very practical), with ease of AR use receiving 93.10%. The reported mean score increased from 68.13 on the pretest to 90.63 on the posttest, with an N-Gain of 0.71 (high) and classical mastery of 78.13%. These findings indicate that combining a local school learning resource, an interactive booklet, and AR can support more contextual, interactive, and technology-enhanced biology learning.

Pendahuluan

Pembelajaran biologi perlu membantu peserta didik menghubungkan konsep ilmiah dengan fenomena dan sumber daya yang terdapat di lingkungan sekitar. Orientasi tersebut sejalan dengan Kurikulum Merdeka yang memberi ruang bagi pembelajaran yang fleksibel, kontekstual, dan sesuai kebutuhan peserta didik (Urba et al., 2024). Salah satu sumber belajar yang dekat dengan kehidupan sehari-hari adalah tanaman obat. Tanaman obat mengandung senyawa aktif yang dimanfaatkan masyarakat untuk pemeliharaan kesehatan dan pengobatan, sehingga dapat menjadi objek biologi yang relevan untuk dipelajari secara kontekstual (Alang et al., 2022). Di lingkungan sekolah, pemanfaatan tanaman obat melalui apotek hidup juga dapat mengintegrasikan aspek biologi, kesehatan, dan kepedulian terhadap lingkungan (Herawadini et al., 2025).

Potensi tersebut belum sepenuhnya dimanfaatkan di SMAN Taruna Kasuari Nusantara Papua Barat. Sekolah memiliki apotek hidup yang terdiri atas kunyit (*Curcuma*

longa), serai (*Cymbopogon citratus*), jahe (*Zingiber officinale*), kencur (*Kaempferia galanga*), dan lengkuas (*Alpinia galanga*) (Damopolii *et al.*, 2022b). Hasil wawancara awal dengan guru biologi menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran yang berkaitan dengan apotek hidup masih mengandalkan buku paket. Akibatnya, informasi mengenai karakteristik, bagian yang dimanfaatkan, kandungan senyawa aktif, dan manfaat tanaman belum dapat dipelajari secara mendalam dan interaktif. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan terhadap media yang mampu menghubungkan objek nyata di lingkungan sekolah dengan informasi ilmiah yang lebih sistematis dan mudah diakses.

Salah satu teknologi yang dapat mendukung kebutuhan tersebut adalah *Augmented Reality* (AR), yaitu teknologi yang menambahkan objek digital pada lingkungan nyata sehingga pengguna dapat mengamati representasi virtual secara kontekstual. Dalam pendidikan sains, AR memiliki potensi untuk memperkaya visualisasi, menghubungkan representasi digital dengan objek nyata, dan meningkatkan keterlibatan peserta didik (Faria *et al.*, 2024). Pengembangan media berbasis AR juga perlu memperhatikan kesesuaian materi, desain, serta kemudahan penggunaan agar teknologi benar-benar mendukung proses belajar dan bukan sekadar menjadi unsur visual tambahan (Gani *et al.*, 2024a).

Pemanfaatan AR dalam pembelajaran biologi telah menunjukkan hasil yang menjanjikan pada berbagai materi. AR telah digunakan untuk memvisualisasikan sistem pencernaan manusia memfasilitasi penguasaan konsep siklus hidup tumbuhan (Gani *et al.*, 2024a), mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam biologi (Gani *et al.*, 2024b), serta meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep siswa SMA (Mayer, 2024). Pada konteks yang lebih spesifik, penggunaan Assemblr Edu berbasis AR juga telah digunakan untuk mendukung hasil belajar biologi melalui penyajian objek tiga dimensi (Lino Padang *et al.*, 2022).

Teknologi AR dapat dipadukan dengan booklet sebagai media suplemen. Booklet memungkinkan materi disajikan secara ringkas, terstruktur, dan mudah digunakan (Thahir *et al.*, 2021) sedangkan penggunaan teks dan visual secara terpadu dapat mendukung pembelajaran multimedia ketika setiap representasi diarahkan pada tujuan belajar yang sama (Mayer, 2021). Pengembangan media buku saku juga menunjukkan bahwa media cetak yang dirancang secara sistematis dapat memenuhi kriteria validitas dan mendukung pemahaman konsep peserta didik (Mirnawati *et al.*, 2021). Dengan menempatkan marker AR pada booklet, informasi tertulis dapat dihubungkan dengan visualisasi digital sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang menggabungkan objek nyata, teks, gambar, dan objek tiga dimensi.

Berdasarkan kondisi tersebut, kesenjangan penelitian terletak pada belum optimalnya pemanfaatan apotek hidup sebagai sumber belajar kontekstual yang didukung media digital interaktif di sekolah penelitian. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan booklet tanaman obat berbasis AR sebagai suplemen pembelajaran, menilai kevalidannya berdasarkan penilaian ahli, menilai kepraktisannya berdasarkan respons peserta didik, serta mendeskripsikan peningkatan pemahaman dan hasil belajar peserta didik setelah penggunaan media. Fokus tersebut menempatkan AR sebagai teknologi pendukung untuk mengoptimalkan sumber belajar lokal, bukan sebagai pengganti pengalaman belajar melalui lingkungan nyata.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang menggunakan model ADDIE, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation*, dan *Evaluation* ((Miles *et al.*, 2020). Penelitian dilaksanakan di SMAN Taruna Kasuari Nusantara Papua Barat pada Januari–Mei 2026 dengan subjek

32 peserta didik kelas X A; guru biologi berperan sebagai informan praktisi, sedangkan validasi produk dilakukan pada aspek materi dan media oleh validator ahli (Tenny *et al.*, 2022). Tahap *analysis* mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, kondisi apotek hidup, dan kesiapan teknologi; tahap *design* menyusun materi, struktur, tampilan booklet, dan integrasi marker AR; tahap *development* menghasilkan booklet menggunakan Canva serta objek tiga dimensi melalui Assemblr Edu dan dilanjutkan validasi serta revisi; tahap *implementation* menerapkan produk dalam dua pertemuan; dan tahap *evaluation* menilai kepraktisan serta hasil belajar (Saldaña, 2021).

Data utama berupa skor validasi, respons peserta didik, serta skor *pretest*, *posttest*, dan tes hasil belajar, dengan data pendukung berupa hasil wawancara dan dokumentasi. Angket respons pada pertemuan kedua diisi oleh 29 peserta didik yang hadir (Carter *et al.*, 2021). Data validitas dan kepraktisan dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase skala Likert, sedangkan perubahan hasil belajar dianalisis melalui perbandingan *pretest-posttest*, *Normalized Gain* (N-Gain), dan ketuntasan belajar klasikal; tes hasil belajar digunakan untuk menilai pencapaian kognitif peserta didik (Morgan, 2022). Produk dinyatakan minimal valid pada kategori $\geq 61\%$, praktis pada kategori $\geq 61\%$, dan memenuhi indikator efektivitas internal penelitian apabila N-Gain minimal berada pada kategori sedang serta ketuntasan klasikal mencapai $\geq 75\%$ (Tenny *et al.*, 2022). Kesimpulan ditarik dengan mengintegrasikan hasil validitas, kepraktisan, dan perubahan hasil belajar setelah penggunaan booklet berbasis AR (Moleong, 2021).

Hasil dan Diskusi

1. Pengembangan Booklet Interaktif Berbasis Augmented Reality dalam Konteks Apotek Hidup

Pengembangan booklet tanaman obat berbasis AR mengikuti lima tahap ADDIE. Pada tahap analisis ditemukan bahwa pembelajaran yang berkaitan dengan apotek hidup masih mengandalkan buku paket dan belum menggunakan media AR. Di sisi lain, seluruh peserta didik kelas X A memiliki *smartphone* dan sekolah menyediakan WiFi, sehingga sarana dasar untuk menggunakan konten AR telah tersedia. Temuan ini menunjukkan bahwa masalah utama bukan ketiadaan objek belajar atau perangkat, melainkan belum adanya media yang menjembatani tanaman di apotek hidup dengan informasi ilmiah digital. Kondisi tersebut menjadi dasar pengembangan media yang berorientasi pada kebutuhan nyata pengguna (Missier, 2025).

Berdasarkan hasil analisis, booklet dirancang menggunakan lima tanaman yang tersedia di apotek hidup sekolah, yaitu kunyit (*Curcuma longa*), serai (*Cymbopogon citratus*), jahe (*Zingiber officinale*), kencur (*Kaempferia galanga*), dan lengkuas (*Alpinia galanga*). Setiap tanaman dilengkapi nama ilmiah, klasifikasi, bagian yang dimanfaatkan, kandungan senyawa aktif, manfaat, serta marker AR yang menampilkan visualisasi tiga dimensi. Booklet juga memuat cover, kata pengantar, daftar isi, informasi umum, glosarium, dan daftar pustaka. Canva digunakan untuk desain booklet, sedangkan Assemblr Edu digunakan untuk mengintegrasikan objek AR. Penggunaan objek yang benar-benar tersedia di lingkungan sekolah memperkuat sifat kontekstual media, sedangkan visualisasi tiga dimensi memperluas informasi yang dapat diperoleh dari pengamatan langsung. Pola integrasi lingkungan nyata dan objek digital sejalan dengan potensi AR untuk menghadirkan pengalaman belajar berbasis konteks (Damopolii, 2025b). dan dengan pemanfaatan Assemblr Edu dalam pembelajaran biologi (Urba *et al.*, 2024).

Table 1. Komponen utama booklet tanaman obat berbasis AR

Komponen	Deskripsi
Materi	Bioteknologi berbasis tanaman obat pada apotek hidup
Tanaman	Kunyit, serai, jahe, kencur, dan lengkuas
Isi	Nama ilmiah, klasifikasi, bagian yang dimanfaatkan, kandungan, dan manfaat
Teknologi	Marker AR dengan visualisasi tiga dimensi
Desain	Canva
Platform AR	Assemblr Edu
Pengguna	Peserta didik kelas X

Pemanfaatan tanaman lokal sekolah sebagai isi utama booklet menempatkan apotek hidup sebagai sumber belajar, bukan sekadar latar pembelajaran. Dalam konteks ini, booklet berfungsi mengorganisasi informasi, sedangkan AR menyediakan representasi tambahan yang dapat diamati melalui *smartphone*. Hubungan antara lingkungan, media cetak, dan objek digital mendukung prinsip bahwa media pembelajaran perlu memperjelas hubungan antara representasi dan objek yang dipelajari (Damopolii, 2025b).

Pada tahap pengembangan, produk direvisi berdasarkan masukan validator. Materi yang semula menggunakan topik Ekosistem diubah menjadi Bioteknologi agar lebih sesuai dengan fokus pembelajaran yang digunakan dalam penelitian. Cover didesain ulang agar lebih representatif, sedangkan glosarium dilengkapi dan disusun secara alfabetis. Revisi tersebut menunjukkan bahwa kualitas media berbasis AR tidak hanya ditentukan oleh keberadaan teknologi, tetapi juga oleh ketepatan konten, organisasi informasi, dan kualitas desain. Prinsip ini sejalan dengan pengembangan media AR yang menempatkan aspek pedagogis dan teknis sebagai bagian yang saling terkait (Sylvia *et al.*, 2021).

2. Kelayakan Booklet Tanaman Obat Berbasis AR

Kelayakan produk dinilai melalui validasi materi dan media. Validasi materi memperoleh 97,73% dengan kategori sangat valid. Sembilan dari sebelas indikator memperoleh nilai 100%, sedangkan indikator kedalaman materi dan sistematika penyajian masing-masing memperoleh 87,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa isi booklet telah memenuhi aspek kesesuaian kurikulum, kebenaran konsep, kedalaman materi, kontekstualisasi, bahasa, dan penyajian.

Validasi media memperoleh 98,86% dengan kategori sangat valid. Sepuluh dari sebelas indikator memperoleh nilai 100%, sedangkan indikator kemampuan media dijalankan pada perangkat *smartphone* peserta didik memperoleh 87,5%. Penilaian meliputi desain visual, keterbacaan, kemudahan penggunaan, kemampuan marker untuk dipindai, kestabilan tampilan objek AR, kesesuaian objek dengan marker, dan kompatibilitas media.

Table 2. Hasil evaluasi kelayakan dan kepraktisan booklet berbasis AR

Aspek Evaluasi	Hasil	Kategori
Validasi ahli materi	97,73%	Sangat Valid
Validasi ahli media	98,86%	Sangat Valid
Respons peserta didik	86,81%	Sangat Praktis
Kemudahan penggunaan fitur AR	93,10%	Sangat Praktis

Persentase validasi yang tinggi menunjukkan bahwa integrasi media cetak dan AR dapat dilakukan tanpa mengabaikan kualitas isi dan tampilan. Hasil ini konsisten dengan Haka et al. (2025), yang melaporkan kelayakan tinggi pada pengembangan media AR untuk pembelajaran biologi, serta mendukung pandangan bahwa pengembangan AR perlu melalui proses desain dan evaluasi yang sistematis (Haka et al., 2025). Dengan demikian, kelayakan produk dalam penelitian ini terutama ditopang oleh kesesuaian materi, keterbacaan, kualitas visual, dan fungsi AR yang dapat dioperasikan pada perangkat peserta didik.

3. Kepraktisan Penggunaan Booklet Interaktif

Implementasi dilakukan dalam dua pertemuan. Pertemuan pertama mencakup *pretest*, pembelajaran menggunakan booklet AR dengan memindai marker melalui Assemblr Edu, dan *posttest*. Pada pertemuan kedua, peserta didik mengerjakan tes hasil belajar dan mengisi angket respons. Pengamatan selama implementasi menunjukkan bahwa kegiatan dapat berlangsung sesuai rencana dan kendala teknis relatif minimal karena perangkat peserta didik serta WiFi sekolah mendukung akses aplikasi (Damopolii, 2025a).

Angket kepraktisan diisi oleh 29 peserta didik yang hadir pada pertemuan kedua. Rata-rata respons mencapai 86,81% dengan kategori sangat praktis. Nilai tertinggi terdapat pada kemudahan penggunaan fitur AR sebesar 93,10%, diikuti kemudahan pemindaian marker 88,79%, kemampuan booklet membantu memahami materi 89,66%, dan daya tarik gambar serta ilustrasi 87,93%. Seluruh indikator berada di atas 81%, sehingga pengguna menilai media mudah digunakan, menarik, jelas, dan bermanfaat sebagai suplemen pembelajaran (Damopolii, 2025b).

Kemudahan penggunaan penting karena AR dapat memberikan manfaat belajar hanya ketika beban teknis tidak mengalihkan perhatian peserta didik dari materi. Tinjauan Akçayır dan Akçayır (2017) menunjukkan bahwa kemudahan maupun kesulitan penggunaan merupakan faktor penting dalam implementasi AR, sedangkan Ibáñez dan Delgado-Kloos menekankan potensi AR untuk mendukung eksplorasi aset digital dalam pembelajaran STEM. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Assemblr Edu dapat diterima dengan baik oleh peserta didik karena akses dilakukan melalui perangkat yang telah mereka miliki (Ibáñez et al., 2018).

Kepraktisan tersebut juga berkaitan dengan pembagian fungsi antara booklet dan AR. Booklet menyediakan informasi yang terstruktur dan dapat dibaca secara langsung (Damopolii et al., 2022b), sedangkan AR menambahkan visualisasi tiga dimensi. Kombinasi teks dan visual yang saling melengkapi sejalan dengan prinsip pembelajaran multimedia, yaitu bahwa kata dan gambar akan lebih mendukung belajar ketika dipilih dan diintegrasikan secara relevan terhadap tujuan pembelajaran (Damopolii et al., 2022a).

4. Peningkatan Pemahaman dan Hasil Belajar Peserta Didik

Analisis hasil belajar menunjukkan rata-rata *pretest* sebesar 68,13 dan rata-rata *posttest* sebesar 90,63. Nilai N-Gain sebesar 0,71 berada pada kategori tinggi. Berdasarkan rekapitulasi kelas, 25 dari 32 peserta didik mencapai KKM 75 sehingga ketuntasan klasikal sebesar 78,13%, melampaui kriteria internal penelitian sebesar 75%. Data tersebut menunjukkan adanya peningkatan skor setelah penggunaan booklet tanaman obat berbasis AR.

Table 3. Hasil evaluasi pemahaman dan hasil belajar peserta didik

Indikator	Hasil	Keterangan
Rata-rata <i>pretest</i>	68,13	Kemampuan awal
Rata-rata <i>posttest</i>	90,63	Setelah penggunaan media
N-Gain	0,71	Tinggi
Peserta didik mencapai KKM	25 siswa	Tuntas
Ketuntasan klasikal	78,13%	Melampaui kriteria $\geq 75\%$

Catatan: Perhitungan pada rekapitulasi kelas menggunakan $n = 32$; tiga peserta didik yang tidak hadir tercatat dengan skor 0 pada rekap nilai.

Kenaikan skor tersebut mendukung temuan penelitian terdahulu mengenai potensi AR dalam pembelajaran. Meta-analisis Garzón dan Acevedo (2019) menunjukkan bahwa AR memiliki efek positif terhadap *learning gains*, sedangkan Garzón et al. (2019) juga menemukan manfaat AR pada berbagai konteks pendidikan. Pada pembelajaran biologi, hasil penelitian Thahir dan Kamaruddin (2021) serta Sylvia et al. (2021) menunjukkan bahwa AR dapat mendukung hasil belajar dan keterampilan berpikir peserta didik. Dengan demikian, peningkatan yang ditemukan pada penelitian ini konsisten dengan kecenderungan hasil penelitian AR sebelumnya (Thahir et al., 2021).

Secara pedagogis, peningkatan skor dapat dikaitkan dengan kemampuan media menghubungkan (Haka et al., 2025) informasi tekstual, gambar, objek tanaman nyata, dan visualisasi tiga dimensi. Indahsari menunjukkan bahwa manfaat AR bergantung pada karakteristik media dan konteks penggunaan; dalam penelitian ini, AR digunakan untuk memperkaya objek nyata yang sudah tersedia di sekolah, bukan menggantikannya (Indahsari et al., 2023). Pendekatan tersebut memungkinkan peserta didik memperoleh representasi tambahan ketika membaca informasi pada booklet dan mengamati tanaman di apotek hidup.

Meskipun demikian, hasil peningkatan perlu ditafsirkan sesuai desain penelitian. Penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol, sehingga data mendukung adanya peningkatan skor setelah penggunaan media tetapi tidak membuktikan bahwa peningkatan tersebut hanya disebabkan oleh booklet berbasis AR. Selain itu, terdapat tiga peserta didik yang tidak hadir pada pengukuran dan tercatat sebagai skor 0 dalam rekap kelas. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu menggunakan pasangan data peserta yang lengkap dan kelompok pembanding agar estimasi pengaruh media dapat diuji secara lebih kuat.

5. Integrasi Apotek Hidup dan AR dalam Pembelajaran Biologi Kontekstual

Temuan utama penelitian menunjukkan bahwa inovasi media tidak hanya terletak pada penggunaan AR, tetapi pada integrasinya dengan apotek hidup sebagai sumber belajar lokal. Apotek hidup menyediakan objek nyata, booklet mengorganisasi informasi ilmiah, dan AR menambahkan representasi digital tiga dimensi. Ketiga komponen tersebut membentuk pengalaman belajar yang menghubungkan lingkungan sekolah, materi biologi, dan teknologi (Gani et al., 2024a).

Integrasi ini relevan dengan karakteristik AR dalam pendidikan yang menempatkan informasi digital pada konteks dunia nyata (Wu et al., 2013). Dalam pendidikan sains, hubungan antara objek nyata dan representasi digital dapat membantu peserta didik memvisualisasikan konsep serta membangun keterkaitan antarrepresentasi (Cheng & Tsai, 2013). Temuan tersebut juga sejalan dengan penggunaan AR pada materi biologi yang membutuhkan visualisasi objek atau proses yang sulit diamati secara langsung (Faria et al., 2024).

Secara praktis, hasil validasi, respons pengguna, dan peningkatan skor menunjukkan bahwa apotek hidup dapat dioptimalkan melalui media yang memadukan sumber belajar lokal dengan teknologi digital. Integrasi seperti ini penting karena AR sebaiknya digunakan untuk memperkaya interaksi peserta didik dengan konteks belajar, bukan sekadar menambahkan efek visual. Temuan ini sejalan dengan kajian AR berbasis pengalaman kontekstual yang menekankan pentingnya hubungan antara aktivitas, lingkungan, dan representasi digital (Gani *et al.*, 2024a).

Implikasinya, guru dapat memanfaatkan objek biologi yang telah tersedia di sekolah dan mengembangkan konten digital yang relevan sebagai pelengkap. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas jenis tanaman, memasukkan lebih banyak tanaman obat lokal Papua, mengembangkan fitur evaluasi interaktif, serta menggunakan desain eksperimen dengan kelompok pembandingan dan data peserta yang lengkap. Arah tersebut penting untuk menguji apakah manfaat yang ditemukan dapat dipertahankan pada materi, kelas, dan sekolah yang berbeda.

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan booklet tanaman obat berbasis *Augmented Reality* yang mengintegrasikan apotek hidup sebagai sumber belajar dalam pembelajaran biologi kontekstual. Produk yang dikembangkan melalui model ADDIE memperoleh validasi materi sebesar 97,73% dan validasi media sebesar 98,86%, keduanya berkategori sangat valid, serta respons kepraktisan peserta didik sebesar 86,81% dengan kategori sangat praktis. Rata-rata skor meningkat dari 68,13 pada *pretest* menjadi 90,63 pada *posttest* dengan N-Gain 0,71 (kategori tinggi), sedangkan 25 dari 32 peserta didik mencapai KKM sehingga ketuntasan klasikal sebesar 78,13%.

Dengan demikian, booklet interaktif berbasis AR layak dan praktis digunakan sebagai suplemen pembelajaran serta menunjukkan peningkatan hasil belajar pada kelompok yang diteliti. Integrasi objek nyata, informasi ilmiah, dan visualisasi tiga dimensi memperkuat pemanfaatan apotek hidup sebagai sumber belajar yang kontekstual dan berbasis teknologi, meskipun pengujian lebih lanjut dengan kelompok pembandingan diperlukan untuk menilai pengaruh media secara lebih kuat.

Referensi

- Alang, H. *et al.* (2022) 'Inventarisasi tumbuhan obat sebagai upaya swamedikasi oleh masyarakat Suku Mamasa di Sulawesi Barat', *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 14(1), pp. 77–87. Available at: <https://doi.org/10.25134/quagga.v14i1.4852>.
- Carter, N. *et al.* (2021) 'The use of triangulation in qualitative research', *Oncology Nursing Forum*, 48(5), pp. 545–547. Available at: <https://doi.org/10.1188/21.ONF.545-547>.
- Damopolii, I. *et al.* (2022a) 'Comic assisted by augmented reality: Its use to empower students' critical thinking skill', *AIP Conference Proceedings*, p. 30003. Available at: <https://doi.org/10.1063/5.0104082>.
- Damopolii, I. *et al.* (2022b) 'The Development of Comic Book as Marker of Augmented Reality to Raise Students' Critical Thinking', *TEM Journal*, 11(1), pp. 348–355. Available at: <https://doi.org/10.18421/TEM111-44>.
- Damopolii, I. (2025a) 'Penggunaan Komik dan Augmented Reality untuk Pembelajaran Biologi di SMA', *Karunia: Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 4(4), pp. 65–74. Available at: <https://doi.org/10.58192/karunia.v4i4.4031>.

- Damopolii, I. (2025b) 'Student Motivation in Biology Learning Using Augmented Reality and Comics', *Report of Biological Education*, 6(2). Available at: <https://jurnal.ummi.ac.id/index.php/rebion/article/view/4053>.
- Faria, A. et al. (2024) 'Augmented reality in natural sciences and biology teaching: Systematic literature review and meta-analysis', *Emerging Science Journal*, 8(4), pp. 1666-1685. Available at: <https://doi.org/10.28991/ESJ-2024-08-04-025>.
- Gani, A.R.F. et al. (2024a) 'Empowering students' ethnomedicine literacy through augmented reality-assisted project-based ethnobotany learning', *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(4), pp. 700-710. Available at: <https://doi.org/10.15294/23cy0m52>.
- Gani, A.R.F. et al. (2024b) 'Ethnobotanical study of medicinal plants among the Karo tribe in Kuala Sub-district, Langkat District, North Sumatra, Indonesia', *Biodiversitas*, 25(7), pp. 2960-2968. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250717>.
- Haka, N.B. et al. (2025) 'Pengembangan media pembelajaran augmented reality berbasis Android untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa SMA', *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 9(1), pp. 63-74. Available at: <https://doi.org/10.32502/didaktikabiologi.v9i1.241>.
- Herawadini, F. et al. (2025) 'Integrasi program apotek hidup dan ekstrakurikuler Palang Merah Remaja sebagai upaya edukasi kesehatan melalui pembuatan jamu di SMAN 10 Mataram', *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 8(4), pp. 1614-1620. Available at: <https://doi.org/10.29303/jpmpmi.v8i4.13947>.
- Ibáñez, M.-B. et al. (2018) 'Augmented reality for STEM learning: A systematic review', *Computers & Education*, 123, pp. 109-123. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>.
- Indahsari, L. et al. (2023) 'Implementasi teknologi augmented reality dalam pembelajaran interaktif', *Cognoscere: Jurnal Komunikasi Dan Media Pendidikan*, 1(1), pp. 7-11.
- Lino Padang, F.A. et al. (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), pp. 38-46. Available at: <https://doi.org/10.33369/diklabio.6.1.38-46>.
- Mayer, R.E. (2021) *Multimedia learning*. 3rd ed. Cambridge University Press. Available at: <https://doi.org/10.1017/9781316941355>.
- Mayer, R.E. (2024) 'The past, present, and future of the cognitive theory of multimedia learning', *Educational Psychology Review*, 36, p. 8. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>.
- Miles, M.B. et al. (2020) *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*, (No Title).
- Mirnawati, M. et al. (2021) 'Pengembangan media pembelajaran buku saku berbasis konflik kognitif untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis IPA (Fisika) peserta didik', *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(3), pp. 447-454. Available at: <https://doi.org/10.29303/jipp.v6i3.271>.
- Missier, C.A. (2025) 'A qualitative study of digital religious influence', *Religions*, 16(1), p. 73. Available at: <https://doi.org/10.3390/rel16010073>.
- Moleong, L.J. (2021) *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Morgan, H. (2022) 'Conducting a qualitative document analysis', *The Qualitative Report*, 27(1), pp. 64-77. Available at: <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2022.5044>.
- Saldaña, J. (2021) *The coding manual for qualitative researchers*. SAGE Publishing.
- Sylvia, F. et al. (2021) 'Efektivitas augmented reality terhadap higher order thinking skills

- siswa pada pembelajaran biologi', *BIODIK*, 7(2), pp. 131-142. Available at: <https://doi.org/10.22437/bio.v7i2.13034>.
- Tenny, S. *et al.* (2022) *Qualitative Study*. StatPearls Publishing. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470395/>.
- Thahir, R. *et al.* (2021) 'Pengaruh media pembelajaran berbasis augmented reality (AR) terhadap hasil belajar biologi siswa SMA', *Jurnal Riset dan Inovasi Pembelajaran*, 1(2), pp. 24-35. Available at: <https://doi.org/10.51574/jrip.v1i2.26>.
- Urba, M. *et al.* (2024) 'Tantangan dan strategi pembelajaran biologi di SMAN dalam pelaksanaan Kurikulum Merdeka', *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(1), pp. 80-85. Available at: <https://doi.org/10.54259/diajar.v3i1.2236>.