



Pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality* pada materi sel hewan dan sel tumbuhan di SMP kelas VIII

Mugiarto, Tri Widodo

Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Yogyakarta

Riwayat Artikel:

Diterima 20 Januari 2026

Direvisi 16 Maret 2026

Disetujui 1 April 2026

Kata Kunci:

Augmented Reality

Android

Media Pembelajaran

Sel Hewan dan Sel Tumbuhan

ADDIE

ABSTRACT. The study of animal and plant cell materials is often challenging for students due to their microscopic and abstract nature, making them difficult to visualize through conventional media. This condition negatively impacts students' conceptual understanding and learning outcomes. This study aims to develop an Augmented Reality (AR)-based learning medium on the Android platform capable of projecting animal and plant cell structures interactively in three-dimensional format. A Research and Development (R&D) approach was employed following the ADDIE model. The trial subjects consisted of 10 eighth-grade junior high school students, one media expert, and one content expert. Data collection instruments included validation sheets, student response questionnaires, and learning achievement tests (pre-test and post-test). Media expert validation reached 96.25% and content expert validation reached 82.67%, while student responses showed 90%, all categorized as very feasible. Based on the effectiveness test, an average N-Gain score of 0.78 was obtained, classified as high. These results indicate that the developed AR-based learning medium can significantly improve students' conceptual understanding and has the potential to serve as an innovative and adaptive alternative learning medium.

ABSTRAK. Materi sel hewan dan sel tumbuhan seringkali menjadi tantangan bagi siswa karena karakternya yang mikroskopis dan abstrak, sehingga sulit divisualisasikan melalui media konvensional. Kondisi ini berdampak pada rendahnya pemahaman konsep dan hasil belajar siswa. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada platform Android yang mampu memproyeksikan struktur sel hewan dan sel tumbuhan secara interaktif dalam format tiga dimensi. Pendekatan yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan mengacu pada model *ADDIE*. Subjek uji coba terdiri dari 10 siswa kelas VIII SMP, satu ahli media, dan satu ahli materi. Instrumen pengumpulan data mencakup lembar validasi, kuesioner respons siswa, serta tes hasil belajar (pre-test dan post-test). Hasil validasi ahli media mencapai 96,25% dan ahli materi sebesar 82,67%, sedangkan respons siswa menunjukkan angka 90%, ketiganya berada pada kategori sangat layak. Berdasarkan uji efektivitas, diperoleh skor rata-rata N-Gain sebesar 0,78 yang termasuk dalam klasifikasi tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis AR yang dikembangkan mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan dan berpotensi menjadi alternatif media pembelajaran yang inovatif dan adaptif.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Tri Widodo,

Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi,

Jl. Glagahsari No.63, Warungboto, Kec Umbulharjo,

Daerah Istimewa Yogyakarta 55164, Indonesia.

Email: triwidodo@uty.ac.id

PENDAHULUAN

Di tengah pesatnya perkembangan Society 5.0, muncul inovasi teknologi berupa Augmented Reality (AR) yang mampu mengintegrasikan objek digital tiga dimensi ke dalam realitas fisik secara seketika (Juwita et al., 2021; Pambudi & Rahmi, 2022). Dalam konteks pendidikan Biologi, pemanfaatan

teknologi ini menjadi krusial karena kemampuannya mentransformasi visualisasi struktur organ yang rumit menjadi representasi 3D yang lebih nyata. Melalui simulasi yang konkret tersebut, siswa dapat mengamati serta mendalami berbagai konsep abstrak dengan cara yang lebih praktis (Anapia et al., 2024).

Implementasi AR dalam pembelajaran Biologi telah terbukti memberikan pengaruh positif yang signifikan, terutama dalam memperkuat pemahaman konseptual (Malanua et al., 2025) serta mengasah ketajaman berpikir kritis siswa (Anapia et al., 2024). Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan, guru dan siswa menunjukkan antusiasme yang besar terhadap pengembangan media berbasis AR. Hal ini dikarenakan teknologi tersebut menawarkan pengalaman belajar yang jauh lebih menarik dan interaktif dibandingkan metode tradisional (Oktavia, 2022; Laswi & Bungawati, 2024).

Aksesibilitas merupakan faktor kunci agar media edukasi dapat digunakan secara efektif. Platform Android menjadi pilihan utama dalam pengembangan ini karena memberikan fleksibilitas bagi peserta didik untuk mempelajari konten AR kapan saja dan di mana saja melalui ponsel pintar mereka (Juwita et al., 2021). Selain itu, sistem Android mendukung teknologi AR yang memungkinkan proses rendering dan pelacakan objek 3D berjalan secara praktis, baik dengan maupun tanpa penanda khusus (markerless) (Brahmana et al., 2025).

Meskipun berbagai aplikasi AR berbasis Android telah dikembangkan, termasuk BIOSAR (Biologi Sel Augmented Reality) (Khanan & Wardhani, 2024) dan aplikasi Biologi AR lainnya (Brahmana et al., 2025), fokus sebagian besar riset masih terbatas pada penyajian visual saja tanpa menyertakan fungsi interaktif yang mampu merangsang keterlibatan siswa secara maksimal. Keterbatasan dalam kemudahan akses serta minimnya interaksi juga masih ditemukan pada aplikasi yang sudah ada (Khanan & Wardhani, 2024). Kondisi tersebut memicu perlunya pengembangan media pembelajaran AR yang lebih mutakhir, di mana visualisasi tiga dimensi dikolaborasikan dengan fitur interaksi yang kuat untuk memperkuat penguasaan materi siswa.

Peran media dalam dunia pendidikan sangat krusial untuk menjembatani transfer informasi antara pengajar dan peserta didik, sekaligus meningkatkan daya tarik materi serta mempermudah penguasaan konsep yang bersifat kompleks (Fadilah et al., 2023). Meski demikian, fakta di lapangan menunjukkan bahwa penggunaan media konvensional, seperti PowerPoint, masih menjadi instrumen utama di lingkungan sekolah (Firdaus, 2023). Keterbatasan media berbasis visual 2D ini dianggap kurang optimal dalam memvisualisasikan detail struktur yang rumit karena tidak mampu menghadirkan perspektif objek tiga dimensi secara utuh (Fadilah et al., 2023).

Upaya telah dilakukan untuk mengatasi hal ini, seperti pengembangan media replika sel yang hasilnya dinyatakan valid (Firdaus, 2023). Meskipun media fisik ini memiliki keunggulan dalam hal portabilitas dan aksesibilitas, media ini tidak sepenuhnya memenuhi kebutuhan abad ke-21 yang menuntut media yang adaptif dan berbasis teknologi (Malanua et al., 2025). Oleh karena itu, inovasi media yang dapat menyajikan konten secara real-time dan interaktif menjadi sebuah keniscayaan.

Salah satu konsep fundamental dalam biologi adalah struktur dan fungsi sel, yang meliputi sel hewan dan sel tumbuhan. Materi ini sangat penting karena merupakan dasar kehidupan, namun pemahaman terhadapnya seringkali terhambat oleh karakteristiknya yang abstrak dan mikroskopis (Anapia et al., 2024). Kesulitan ini menyebabkan siswa mengalami hambatan dalam membangun representasi visual yang akurat dari struktur sel.

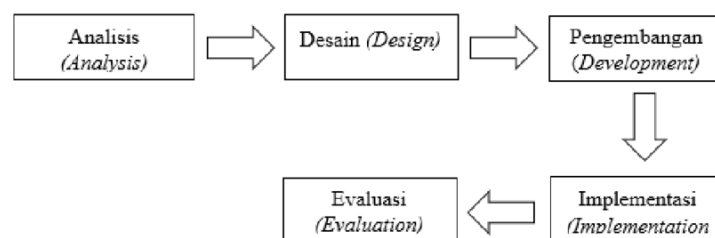
Berdasarkan evaluasi terhadap capaian belajar siswa, ditemukan adanya kendala dalam mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) (Koy et al., 2025; Laswi & Bungawati, 2024). Rendahnya hasil belajar ini seringkali dipicu oleh kurangnya keterlibatan aktif siswa dalam kelas, yang cenderung terjadi akibat penggunaan media visual yang bersifat statis dan kurang menarik, sehingga gagal memberikan gambaran konsep yang konkret bagi siswa (Pambudi & Rahmi, 2022). Guna memperbaiki kualitas pembelajaran, dibutuhkan pembaruan pada media ajar yang memiliki kemampuan interaksi aktif serta penyampaian konten secara seketika (Qorimah et al., 2022).

Bertitik tolak dari masalah tersebut, studi ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada perangkat Android khusus materi sel hewan dan sel tumbuhan. Selain itu, penelitian ini juga mengukur sejauh mana tingkat validitas, kepraktisan, serta efektivitas penggunaan media tersebut terhadap penguasaan konsep siswa.

METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) guna menciptakan media pembelajaran yang inovatif. Prosedur pengembangan dipandu oleh model ADDIE yang dikenal sistematis dan komprehensif, terdiri dari lima tahapan terintegrasi: Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation (Kawete et al., 2022; Aini et al., 2023). Alur tahapan model ADDIE yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE

Subjek dan Lokasi Penelitian

Studi ini mengambil lokasi di SMP Piri 2 Yogyakarta, dengan melibatkan seluruh siswa di satu kelas yang berjumlah 10 orang sebagai subjeknya. Peneliti menerapkan teknik sampling jenuh, sebuah metode yang menjadikan total populasi sebagai sampel riset karena jumlahnya yang minim (Sugiyono, 2019). Penggunaan jumlah partisipan yang tidak banyak ini sekaligus memenuhi kriteria uji coba kelompok kecil (small group testing) dalam skema Research and Development (R&D), guna mengukur kelayakan prototipe media sebelum diproduksi secara massal.

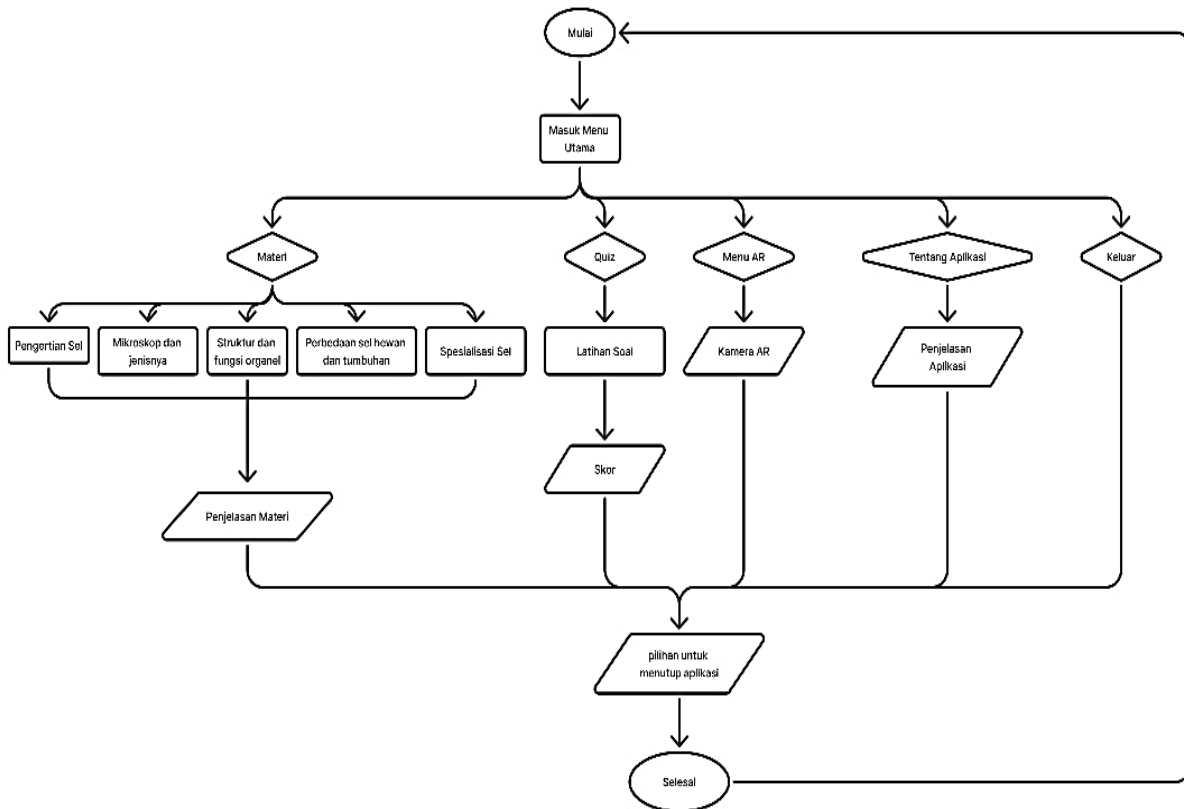
Prosedur Pengembangan Media

Analysis (Analysis)

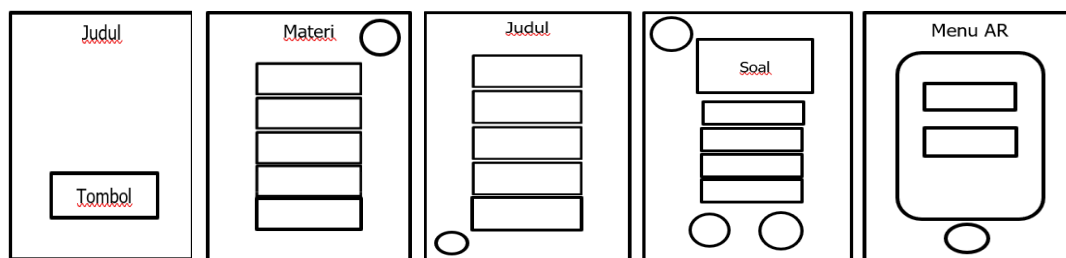
Tahap analisis bertujuan untuk memetakan keperluan instruksional, profil peserta didik, serta hambatan yang muncul dalam kegiatan belajar mengajar. Menurut Qorimah et al. (2022), evaluasi kebutuhan ini bertujuan menjamin bahwa media yang dirancang relevan dengan situasi di sekolah serta ekspektasi siswa. Dalam pengembangan media berbasis Augmented Reality (AR), analisis berfokus pada koherensi materi, kemajuan teknologi, dan persyaratan visualisasi interaktif.

Design (Perancangan)

Fase desain bertujuan merancang konsep dan komponen media pembelajaran sebelum dikembangkan. Menurut Aini et al. (2023), fase desain mencakup pembuatan alur media, storyboard, antarmuka perancangan, dan formulir interaksi pengguna untuk memastikan media selaras dengan tujuan pembelajaran. Dalam pengembangan media Augmented Reality (AR), desain juga menggabungkan objek 3D dan mekanisme interaksi untuk memudahkan pengguna memahami konten. Alur navigasi dan tampilan antarmuka yang dirancang disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Flowchart aplikasi



Gambar 3. Storyboard aplikasi

Development (Pengembangan)

Fase pengembangan melibatkan pembuatan media Augmented Reality (AR) sesuai dengan desain yang disetujui. Proses ini meliputi pengolahan dan modifikasi objek 3D yang bersumber dari platform Sketchfab, pemrograman interaktif, integrasi penanda, dan pengujian fungsional (Brahmana et al., 2025). Selanjutnya, media yang dikembangkan divalidasi untuk mengetahui tingkat kelayakan sebelum digunakan dalam proses pembelajaran. Proses validasi dilakukan oleh masing-masing satu ahli media dan satu ahli materi, yang memberikan penilaian serta saran sebagai dasar revisi media sebelum tahap implementasi.

Implementation (Implementasi)

Dalam kerangka model ADDIE, fase implementasi berfokus pada pengenalan media ajar kepada siswa dalam situasi belajar yang sebenarnya. Sejalan dengan pendapat Qodri et al. (2025), tahap ini bertujuan menguji aplikasi praktis serta melihat respons peserta didik terhadap media yang diuji cobakan secara terbatas. Penelitian ini mengadopsi desain One Group Pretest-Posttest, yang merupakan skema eksperimen sederhana dengan memberikan tes sebelum (pre-test) dan sesudah (post-test) perlakuan pada satu kelompok subjek (Ul'zikri et al., 2024). Siswa menjalani evaluasi awal

sebelum menggunakan media, kemudian diberikan evaluasi akhir setelah memanfaatkan teknologi AR guna mengidentifikasi peningkatan pemahaman konsep mereka.

Evaluation (Evaluasi)

Tahapan evaluasi dilaksanakan untuk mengukur sejauh mana media yang dikembangkan memenuhi standar kelayakan serta efektivitas penggunaannya (Qodri et al., 2025). Peneliti melibatkan para ahli dalam uji validasi, sementara dampak terhadap capaian belajar siswa dinilai melalui instrumen pre-test dan post-test. Guna mengukur signifikansi peningkatan pemahaman konsep siswa, peneliti menerapkan teknik perhitungan skor N-Gain.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menerapkan metode analisis deskriptif kuantitatif guna memaparkan taraf kelayakan serta keberhasilan media pembelajaran yang dikembangkan. Tahapan analisis dilakukan dengan mentransformasi hasil kuesioner menjadi angka kuantitatif sehingga informasi dapat dipaparkan secara sistematis dan mudah diinterpretasi (Asih & Muslim, 2023). Kategorisasi skor penilaian menggunakan skala Likert yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori skala likert

Skor	Kriteria
5	Sangat Setuju (SS)
4	Setuju (S)
3	Cukup Setuju (CS)
2	Tidak Setuju (TS)
1	Sangat Tidak Setuju (STS)

Setelah data diperoleh analisis data dilakukan dengan dua rumus utama, yaitu rumus rata-rata (mean) dan rumus presentase (P) (Akbar, 2017).

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

\bar{X} = Skor rata-rata; $\sum X$ = Jumlah skor; n = Jumlah aspek

Perolehan skor rata-rata selanjutnya ditransformasikan ke dalam kategori tingkat kelayakan menggunakan formula Rating Scale. Kriteria kelayakan media pembelajaran yang digunakan sebagai acuan penilaian disajikan pada Tabel 2.

$$P = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

P = Nilai akhir; f = Perolehan skor; N = Skor maksimum

Tabel 2. Kriteria kelayakan media pembelajaran.

Persentase (%)	Kategori
81-100	Sangat Layak
61-80	Layak
41-60	Cukup Layak
21-40	Kurang Layak
0-20	Tidak Layak

Guna mengukur tingkat keberhasilan, dilakukan perbandingan performa siswa melalui pre-test dan post-test. Analisis peningkatan hasil belajar peserta didik dilakukan menggunakan rumus N-Gain (Hake, 1999).

$$N. Gain = \frac{Sp_{post} - Sp_{pre}}{Sm_{maks} - Sp_{pre}} \tag{3}$$

Keterangan:

Sp_{post} = Skor *post-test*; Sp_{pre} = Skor *pre-test*; Sm_{maks} = Skor maksimum

Penentuan klasifikasi untuk nilai N-gain score didasarkan pada standar kategori yang telah ditetapkan sebelumnya. Klasifikasi nilai N-Gain yang digunakan sebagai dasar interpretasi hasil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori N-gain score.

Nilai N-gain	Kategori
$g \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

Penentuan taraf efektivitas dalam bentuk persentase merujuk pada kriteria keberhasilan pembelajaran yang berlaku (Putri & Prasetya, 2025). Kriteria efektivitas pembelajaran berdasarkan persentase N-Gain disajikan pada Tabel 4.

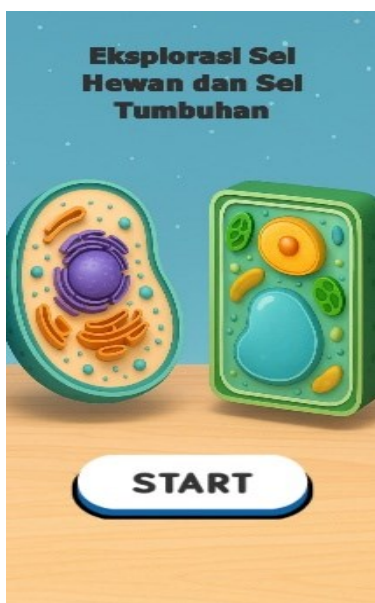
Tabel 4. Kategori efektivitas N-gain.

Presentase (%)	Kategori
> 76	Efektif
56-75	Cukup Efektif
40-55	Kurang Efektif
< 40	Tidak Efektif

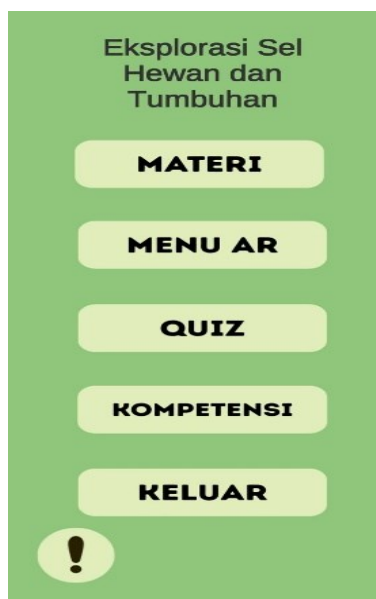
HASIL DAN DISKUSI

Hasil Pengembangan Media

Media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) ini menampilkan konten mengenai anatomi serta mekanisme kerja sel hewan dan sel tumbuhan secara visual dan interaktif. Alur navigasi dan tampilan aplikasi dirancang sederhana sehingga mudah digunakan oleh peserta didik. Marker AR mampu menampilkan objek 3D organ sel secara jelas, didukung dengan menu materi, fitur AR, dan kuis interaktif yang memudahkan siswa dalam memahami materi serta meningkatkan ketertarikan belajar.



Gambar 4. Tampilan utama media pembelajaran



Gambar 5. Menu utama

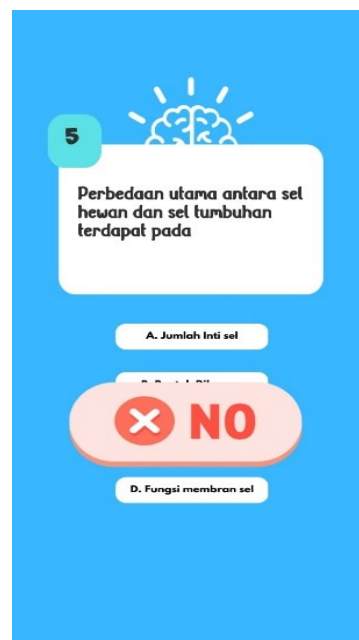
Gambar 4 menunjukkan tampilan awal (splash screen) media pembelajaran Eksplorasi Sel Hewan dan Sel Tumbuhan yang menampilkan ilustrasi sel hewan dan sel tumbuhan serta tombol Start sebagai akses awal pengguna untuk memasuki aplikasi. Gambar 5 memperlihatkan menu utama aplikasi yang terdiri atas beberapa pilihan fitur, yaitu Materi, Menu AR, Quiz, Kompetensi, dan Keluar, yang berfungsi untuk memudahkan pengguna dalam menavigasi konten pembelajaran.



Gambar 6. Menu Materi



Gambar 7. Menu kuis



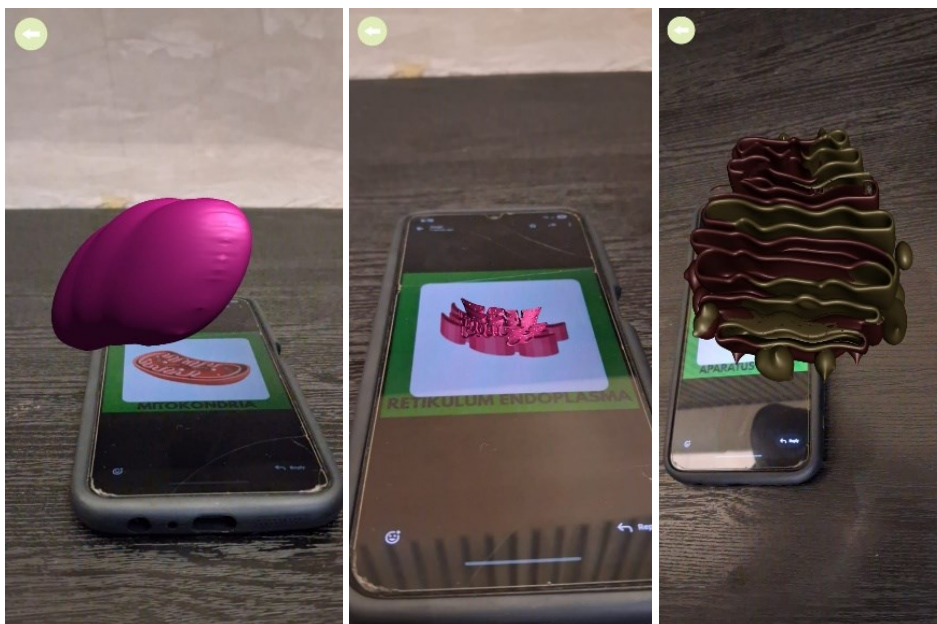
Gambar 6 menampilkan menu materi pembelajaran yang berisi submateri, meliputi Pengertian Sel, Mikroskop dan Jenisnya, Struktur dan Fungsi Organel Sel, Perbedaan Sel Hewan dan Sel Tumbuhan, serta Spesialisasi Sel. Gambar 7 menampilkan evaluasi pembelajaran dalam bentuk kuis dengan pilihan jawaban (pilihan ganda). Setelah peserta didik memilih salah satu opsi, sistem secara otomatis memberikan respons melalui indikator "Yes" jika benar dan "No" untuk jawaban salah. Selain itu, pada tampilan ini juga disediakan menu skor untuk menyajikan informasi skor akhir, tombol Restart untuk mengulang kuis, serta tombol navigasi menuju halaman utama aplikasi.



Gambar 8. Marker 3D objek

Gambar 8 menampilkan marker yang digunakan untuk menampilkan objek 3D berbasis Augmented Reality, yaitu Mitokondria, Aparatus Golgi, dan Retikulum Endoplasma sebagai penanda pemunculan objek organel sel.

Gambar 9 memperlihatkan hasil visualisasi objek 3D organel sel menggunakan teknologi Augmented Reality, di mana objek mitokondria, retikulum endoplasma, dan aparatus golgi muncul di atas marker melalui perangkat smartphone.



Gambar 9. Hasil 3D AR

Hasil Uji Kelayakan

Data yang dihimpun dari para praktisi media menunjukkan tingkat validitas yang sangat tinggi, yakni mencapai 96,25% (Tabel 5). Pencapaian ini mengukuhkan bahwa dari sisi teknis dan visual, media AR yang dikembangkan sudah memenuhi standar kualitas pendidikan. Hal ini juga terlihat pada validasi materi yang mencapai 82,67% (Tabel 6), yang berarti substansi konten di dalamnya sudah akurat serta selaras dengan standar kurikulum pendidikan saat ini. Di samping itu, respons positif juga diperoleh dari pengguna dengan persentase sebesar 90% (Tabel 7).

Tabel 5. Presentase penilaian ahli media

No	Aspek	Jumlah Butir	Nilai Maksimal	Nilai yang Didapat	Persentase Kelayakan
1	Tampilan Media	5	25	24	96,25%
2	Teknis Pengoperasian	4	20	20	
3	Elemen Multimedia	4	20	18	
4	Interaktivitas	3	15	15	
Nilai Akhir:		16	80	77	

Tabel 6. Presentase penilaian ahli materi

No	Aspek	Jumlah Butir	Nilai Maksimal	Nilai yang Didapat	Persentase Kelayakan
1	Kesesuaian Materi	3	15	12	82,67%
2	Kebenaran Konsep	3	15	12	
3	Kejelasan dan Keterpaduan	4	20	17	
4	Relevansi dan Pengembangan	5	25	21	
Nilai Akhir:		15	75	62	

Tabel 7. Presentase penilaian respon siswa.

No	Aspek	Jumlah Responden	Jumlah Butir	Nilai Maksimal	Nilai yang Didapat	Persentase Kelayakan
1	Visual	10	2	100	95	90%
2	Kemudahan		3	150	136	
3	Kejelasan		3	150	138	
4	Minat		4	200	172	
5	Motivasi		3	150	134	
Nilai Akhir:			15	750	675	

Hasil Uji Efektivitas

Tingkat keberhasilan media ini diuji melalui perbandingan skor sebelum dan sesudah perlakuan (pre-test dan post-test) pada 10 responden. Berdasarkan pengolahan data, didapatkan angka rerata N-Gain mencapai 0,78, yang berada pada kategori tinggi (Hake, 1999). Rincian data individu per siswa dapat dicermati pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji efektivitas

No Siswa	Hasil Uji Efektivitas		N-Gain	Nilai Efektivitas
	Pre Test	Post Test		
1	30	70	0,57	
2	30	80	0,71	
3	30	90	0,85	
4	90	100	1,00	
5	40	100	1,00	
6	30	90	0,85	
7	50	90	0,8	
8	30	60	0,42	
9	70	100	1,00	
10	50	80	0,6	
Total	450	860	7,83	0,78

Pembahasan

Pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) pada sistem Android dalam studi ini terbukti memberikan kontribusi positif terhadap pembelajaran Biologi, terutama dalam mengeksplorasi topik sel tumbuhan dan sel hewan. Melalui tampilan tiga dimensi yang bersifat interaktif, siswa dapat melakukan observasi terhadap susunan organel sel dengan tingkat kejelasan yang melampaui media konvensional dua dimensi (Anapia et al., 2024). Visualisasi tersebut membantu siswa dalam membangun representasi mental terhadap struktur sel yang bersifat mikroskopis dan abstrak.

Merujuk pada penilaian para pakar, aplikasi ini mendapatkan skor validasi masing-masing sebesar 96,25% dari sisi media dan 82,67% dari sisi substansi materi, yang keduanya masuk dalam kualifikasi sangat layak. Temuan ini mengonfirmasi bahwa produk tersebut telah memenuhi standar kualitas baik dari aspek estetika visual maupun relevansi kurikulum. Di sisi lain, tanggapan dari para peserta didik juga sangat positif dengan capaian angka 90%, yang mengindikasikan bahwa media ini menarik, praktis, dan memicu minat belajar mereka. Adanya fitur visualisasi tiga dimensi serta dukungan audio non-naratif memberikan pengalaman belajar yang jauh lebih konkret. Temuan ini didukung oleh penelitian Laswi (2024) dan Pambudi & Rahmi (2022) yang menyatakan bahwa integrasi teknologi AR dalam media interaktif sangat efektif untuk membantu siswa menguasai konsep-konsep materi yang bersifat abstrak.

Dilihat dari aspek efektivitas, perolehan skor N-Gain sebesar 0,78 mengonfirmasi bahwa media ini berada pada kualifikasi tinggi (Hake, 1999). Angka tersebut membuktikan bahwa pemanfaatan teknologi AR mampu menguatkan penguasaan materi sel pada siswa secara signifikan. Kemampuan visualisasi objek 3D yang dapat diakses melalui perangkat Android mempermudah siswa dalam memahami hubungan antar struktur sel secara lebih nyata. Hal ini memperkuat temuan Pambudi & Rahmi (2022) yang menegaskan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis teknologi yang dirancang secara sistematis mampu meningkatkan efektivitas proses belajar.

Kendati memberikan hasil positif, penelitian ini tidak luput dari sejumlah keterbatasan. Tahapan uji coba media dilakukan pada jumlah subjek yang relatif kecil yaitu 10 siswa karena penelitian ini merupakan tahap uji coba terbatas (*small group testing*) dalam penelitian pengembangan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini masih bersifat awal dan perlu diuji lebih lanjut pada jumlah sampel yang lebih besar serta melibatkan kelompok kontrol agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran Augmented Reality berbasis Android yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi serta berpotensi menjadi alternatif media pembelajaran yang inovatif dan interaktif dalam pembelajaran Biologi, khususnya pada materi sel hewan dan sel tumbuhan.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan media pembelajaran Biologi berbasis Augmented Reality (AR) pada platform Android dengan materi sel hewan dan sel tumbuhan menggunakan kerangka kerja ADDIE. Berdasarkan penilaian para ahli, media yang dihasilkan memiliki kualitas yang sangat layak dengan skor validasi media mencapai 96,25% dan validasi materi sebesar 82,67%. Respons pengguna juga menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat positif dengan persentase 90%. Selain itu, hasil uji efektivitas menunjukkan perolehan skor N-Gain sebesar 0,78 yang termasuk dalam kategori tinggi, membuktikan bahwa media ini mampu meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep siswa secara signifikan. Secara keseluruhan, media pembelajaran Augmented Reality berbasis Android yang dikembangkan dinyatakan sangat layak dan efektif sebagai sarana penunjang pembelajaran Biologi pada materi sel hewan dan sel tumbuhan. Media ini berpotensi menjadi alternatif pembelajaran yang inovatif dan adaptif terhadap perkembangan teknologi saat ini. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar uji coba dilakukan pada sampel yang lebih besar dengan melibatkan kelompok kontrol, serta mengeksplorasi pengembangan konten AR pada materi Biologi lainnya guna memperluas manfaat media ini dalam pembelajaran..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMP 2 Piri Yogyakarta yang telah memberikan izin penelitian serta kepada para validator ahli yang telah memberikan masukan dalam proses pengembangan media pembelajaran ini.

REFERENSI

- Aini, K., Rosidi, I., Muharrami, L. K., Hidayati, Y., & Wulandari, A. Y. R. (2023). Uji kelayakan media pembelajaran Videoscribe berbasis animation drawing menggunakan model ADDIE pada materi pencemaran lingkungan. *Natural Science Education Research (NSER)*, 6(1), 112–121. <https://doi.org/10.21107/nser.v6i1.11527>
- Akbar, S. (2017). *Instrumen perangkat pembelajaran*. Remaja Rosdakarya.
- Anapia, S., Husain, I. H., Mardin, H., Mamu, H. D., & Akbar, M. N. (2024). Pengembangan modul pembelajaran berbasis augmented reality pada materi sel untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA Negeri 1 Tibawa. *ORYZA: Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(2), 263–274. <https://doi.org/10.33627/oz.v13i2.2751>

- Asih, R. M., & Muslim, A. H. (2023). Pengembangan media pembelajaran ular tangga berbasis kearifan lokal pada Tema 3 Subtema 2 pembelajaran 4 di kelas V SD Negeri 1 Dukuhwaluh. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 3(03), 330–341. <https://doi.org/10.57008/jjp.v3i03.557>
- Brahmana, T., & Suwanda, R. (2025). Pengembangan aplikasi augmented reality untuk pembelajaran biologi menggunakan marker based tracking pada platform Android. *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, 10(2), 1063–1073. <https://doi.org/10.36341/rabit.v10i2.6460>
- Damayanti, I. R., & Yohandri, Y. (2022). E-book development effectiveness problem based learning with quizing in physics learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(6), 3044–3049. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i6.2290>
- Elci, T. N., Bare, Y., & Mago, O. Y. T. (2021). Pengembangan media pembelajaran biologi berbasis android menggunakan model pembelajaran problem based learning pada materi sistem ekskresi di kelas VIII SMP. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 11(2), 54–62. <https://doi.org/10.37630/jpm.v11i2.484>
- Fadilah, A., Nurzakiyah, K. R., Kanya, N. A., Hidayat, S. P., & Setiawan, U. (2023). Pengertian media, tujuan, fungsi, manfaat dan urgensi media pembelajaran. *Journal of Student Research*, 1(2), 01–17. <https://doi.org/10.55606/jsr.v1i2.938>
- Firdaus, A. N. M. (2023). Pengembangan media pembelajaran replika sel hewan dan sel tumbuhan di MA Negeri 10 Jombang. *JoEMS (Journal of Education and Management Studies)*, 6(2), 7–11. <https://doi.org/10.32764/joems.v6i2.747>
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. Unpublished manuscript, Indiana University. Retrieved from <https://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>
- Juwita, J., Saputri, E. Z., & Kusmawati, I. (2021). Teknologi augmented reality (AR) sebagai solusi media pembelajaran sains di masa adaptasi kebiasaan baru. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 3(2), 124–134. <https://doi.org/10.21580/bioeduca.v3i2.6636>
- Kawete, M., Gumolung, D., & Aloanis, A. (2022). Pengembangan video pembelajaran materi ikatan kimia dengan model ADDIE sebagai penunjang pembelajaran di masa pandemi covid-19. *Oxygenius Journal of Chemistry Education*, 4(1), 63. <https://doi.org/10.37033/ojce.v4i1.374>
- Khanan, A., & Wardhani, I. Y. (2024). Pengembangan aplikasi biologi sel augmented reality (BIOSAR) berbasis Android sebagai media pembelajaran kelas XI SMA/MA. *BIODIK*, 10(3), 392–399.
- Koy, W., Rais, M., & Ainy, N. S. (2025). Upaya meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sel hewan dan sel tumbuhan melalui metode pembelajaran kooperatif tipe proyek model sel di kelas VIII MTs Izzatul Islam Kecamatan Tajurhalang Kabupaten Bogor. *Wahana Didaktika: Jurnal Ilmu Kependidikan*, 23(3), 413–423. <https://doi.org/10.31851/wm2xbw93>
- Kusumadyanta, V. D. S., & Wibowo, Y. (2024). Pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi Android pada materi sistem ekskresi kelas XI SMA. *BIODIK*, 10(3), 285–301. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i3.20456>
- Laswi, A. S. (2024). Analisis kebutuhan media pembelajaran berbasis augmented reality untuk pengenalan materi organel sel. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(4), 4743–4752. <https://doi.org/10.58230/27454312.878>
- Malanua, H. Y., Latjompoh, M., Usman, N. F., Husain, I. H., & Akbar, M. N. (2025). Keterlaksanaan pembelajaran model Constructivist Teaching Sequence (CTS) berbantuan augmented reality (AR) pada materi konsep sel. *Jurnal Biologi Babasal*, 87–93. <https://doi.org/10.32529/jbb.v4i2.4019>
- Oktavia, R. (2022). Kebutuhan pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality (AR) pada pembelajaran Biologi di SMA 1 Pante Ceureumen Aceh Barat. *Jurnal Bionatural*, 9(2). <https://doi.org/10.61290/bio.v9i2.135>
- Pambudi, S. A. N., & Rahmi, A. N. (2022). Pembuatan augmented reality (AR) untuk pembelajaran organel sel pada tumbuhan dan hewan (Studi Kasus: SMA Negeri 1 Dlingo). *Information System Journal*, 5(1), 18–25. <https://doi.org/10.24076/infosjournal.2022v5i1.840>
- Putri, S. A., & Prasetya, S. P. (2025). Pengembangan media pembelajaran JPM (Jenga Pemberdayaan Masyarakat) pada pembelajaran IPS untuk meningkatkan minat belajar siswa. *Jurnal Dialektika Pendidikan IPS*, 5(1).
- Qodri, N., Hamonangan Tambunan, & Muslim, M. (2025). Implementasi media pembelajaran mobile berbasis realitas tertambah di sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Sains dan Pendidikan (JSE)*, 6(1), 831–840. <https://doi.org/10.58905/jse.v6i1.592>

- 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>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Ul'zikri, A. R. (2024). Mini research: Pendidikan politik dan demokrasi lokal melalui kelas online menggunakan pendekatan model one-group pretest-posttest design pada mahasiswa Kabupaten Murung Raya. *Jurnal Ilmu Politik dan Studi Sosial Terapan*, 3(4), 50–57. <https://doi.org/10.65974/jiposter.v3i4.14>