

Potensi dan Tantangan Implementasi Augmented Reality dalam Pembelajaran Biologi: Sebuah Studi Literatur

Made Handoyo Prasetyo
Universitas Terbuka, Indonesia

*Email Korespondensi: madehandoyo123@gmail.com

Diterima: 20-06-2026 | Disetujui: 25-06-2026 | Diterbitkan: 27-06-2026

ABSTRACT

Biology in high school is often considered boring by students because it is full of abstract concepts and many microscopic objects that cannot be seen directly with the naked eye. Augmented reality technology emerged as an interactive learning medium capable of transforming two-dimensional images into a much more realistic three-dimensional display, making them visually appealing. Using a systematic literature review, I analyzed various recent studies published between 2021 and 2026. This article discusses the potential benefits and potential real-world problems of using augmented reality technology in biology learning. Overall, the results of this study indicate that the use of augmented reality technology successfully helps students understand difficult material and increases their enthusiasm for learning. The current digital transformation still faces obstacles, including the disparity in device specifications used by students and the unpreparedness of teachers as educators, which are the biggest obstacles that need to be addressed. By reading this article, it is hoped that teachers and the government can take strategic steps to develop a practical and useful digital-based learning system.

Keywords: augmented reality, biology, learning media, technology challenges.

ABSTRAK

Mata pelajaran Biologi di jenjang sekolah menengah sering dianggap sangat membosankan oleh para siswa-siswi di sekolah menengah karena penuh dengan berbagai konsep yang abstrak dan banyak objek mikroskopis yang tidak bisa dilihat secara langsung oleh mata yang bersifat tidak kasat mata. Teknologi *augmented reality* lahir sebagai sebuah media pembelajaran yang bersifat interaktif serta mampu membuat gambar dua dimensi menjadi tampilan tiga dimensi yang jauh lebih realistis sehingga terlihat menarik untuk dilihat. Dengan menerapkan metode penelitian berupa tinjauan literature yang sistematis, saya menganalisis berbagai penelitian terbaru yang di terbitkan antara tahun 2021 hingga 2026. Artikel ini membahas tentang berbagai kemungkinan manfaat serta masalah nyata yang mungkin saja saat menggunakan teknologi *augmented reality* dalam pembelajaran biologi. Secara umum hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *augmented reality* berhasil membantu siswa dalam memahami materi yang dirasa sulit serta meningkatkan semangat belajar mereka. Perubahan digital saat ini masih memiliki hambatan, hambatannya yaitu adanya ketimpangan spesifikasi perangkat yang digunakan oleh siswa dan ketidak siapan para guru sebagai tenaga pendidik menjadi hambatan terbesar yang perlu ditangani. Dengan membaca artikel ini diharapkan para guru serta pemerintah dapat mengambil langkah-langkah strategis dalam membangun sebuah sistem pembelajaran berbasis digital yang praktis dan bermanfaat.

Kata kunci: *augmented reality*, biologi, media pembelajaran, tantangan teknologi.

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Prasetyo, M. H. . (2026). Potensi dan Tantangan Implementasi Augmented Reality dalam Pembelajaran Biologi: Sebuah Studi Literatur. *Educational Journal*, 1(4), 2178-2187. <https://doi.org/10.63822/rzb4vn79>.

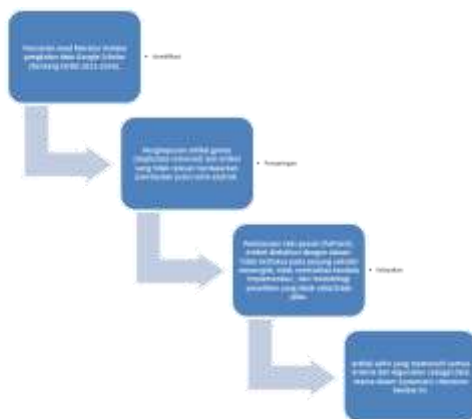
PENDAHULUAN

Bidang mata pelajaran biologi secara dasar membahas tentang kehidupan itu sendiri. Pada kenyataannya belajar di dalam kelas sering kali membuat para siswa merasa sulit memahami materi yang sedang diajarkan. Ini merupakan hal yang wajar terjadi karena konsep-konsep yang sangat rumit seperti pembelahan sel, sintesis protein atau struktur *DNA* sangat sulit dipahami jika siswa hanya mengandalkan imajinasi dari gambar-gambar statis yang terdapat dalam buku paket siswa-siswi sekolah menengah. Menurut temuan dari Fauziah dkk.(2024), keterbatasan alat peraga visual yang memadai di sekolah adalah pemicu utama mengapa miskonsepsi pada siswa terus terjadi secara berulang. Untuk mengatasi kebuntuan tersebut, Sholikhah dkk. (2024) berpendapat bahwa pemanfaatan media pembelajaran interaktif seperti *augmented reality (AR)* dapat dijadikan solusi jitu guna mengurai kerumitan konsep-konsep abstrak dalam mata pelajaran biologi.

Lebih dari sekadar alat bantu pemahaman konsep Biologi, perpaduan media *AR* terbukti efektif dalam menciptakan suasana belajar yang jauh lebih atraktif. Sebagai contohnya, keterlibatan kognitif siswa akan secara langsung meningkat ketika mereka diberi kesempatan untuk memvisualisasikan langsung proses yang rumit seperti struktur tiga dimensi *DNA*, yang pada waktunya akan memperkuat daya ingat mereka. Berbagai studi bahkan menyoroti bahwa pemanfaatan teknologi secara langsung (*hands-on*) ini membuat siswa-siswi di sekolah menengah bisa berinteraksi dan memahami materi dengan leluasa serta memiliki sebuah pengalaman belajar yang mustahil didapatkan dari sekadar mengamati gambar cetak yang ada pada buku paket. Dalam pendekatan interaktif tidak hanya membantu memperjelas masalah yang sulit terkait pemahaman materi tetapi juga mendorong rasa ingin tahu siswa di tingkat sekolah menengah untuk mengeksplorasi berbagai topik dalam pembelajaran biologi yang terus berkembang. Pendekatan ini membahas masalah kesalah pahaman yang terus terjadi dan memberikan pengalaman langsung yang mendorong penelitian serta eksplorasi sehingga memperkenalkan pemahaman lebih dalam tentang pembelajaran biologi sebagai bidang yang dinamis dan saling terkait.

Teknologi *augmented reality (AR)* hadir dan memberikan cara belajar yang baru dalam bidang pendidikan. *Augmented reality (AR)* memungkinkan menampilkan objek digital di dalam lingkungan nyata sehingga para siswa disekolah menengah bisa seolah-olah memegang dan melihat organ jantung atau melihat bakteri bergerak di atas meja mereka. Meskipun sekarang ini penggunaan *augmented reality (AR)* semakin banyak tetapi di beberapa sekolah di Indonesia masih belum berjalan lancar. Dalam artikel ini saya akan membahas secara umum mengenai kemungkinan besar dan hambatan-hambatan yang ada dalam penggunaan *augmented reality (AR)* di bidang pelajaran Biologi.

METODE PENELITIAN



Gambar 1 . Bagan Alir PRISMA Proses Seleksi Literatur

Artikel ini disusun dengan mengaplikasikan metode *Systematic Literature Review (SLR)* yang telah disederhanakan. Pemilihan pendekatan ini didasari oleh kebutuhan untuk mengeksplorasi secara mendalam mengenai bagaimana dampak nyata dari implementasi teknologi *Augmented Reality (AR)* terhadap tingkat keterlibatan siswa serta pencapaian hasil belajar mereka, khususnya dalam ruang lingkup pendidikan biologi. Agar proses penelaahan literatur berjalan secara transparan, objektif, dan terstruktur, seluruh tahapan seleksi artikel dalam riset ini bersandar pada pedoman alur *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)*. Penerapan prosedur *SLR* yang sistematis ini sejalan dengan tren studi peninjauan serupa di bidang teknologi pendidikan, seperti yang pernah dilakukan oleh Fauziah dkk. (2024) serta Zamahsari dkk. (2024) dalam menguraikan dinamika serta tantangan adopsi media pembelajaran digital.

Berikut ini adalah penjelasan langkah-langkah dalam melakukan pemilihan literatur yang saya lakukan yang merujuk pada diagram alur PRISMA dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

a. Tahap Identifikasi (*Identification*)

Pada proses ini dimulai dengan mencari artikel-artikel ilmiah menggunakan sumber data yang tersedia di *Google Scholar*. Untuk tetap terhubung dengan teknologi terbaru saya hanya mencari publikasi yang diterbitkan antara tahun 2021 hingga 2026.

b. Tahap Penyaringan (*Screening*)

Pada tahapan ini berbagai kriteria yang telah ditentukan mulai diterapkan untuk menyaring artikel-artikel dari tahap sebelumnya. Selanjutnya fokus pada penyaringan dilakukan khusus untuk artikel-artikel yang membahas tentang *augmented reality (AR)* dalam pembelajaran biologi di jenjang sekolah menengah, baik SMP maupun SMA.

c. Tahap Kelayakan (*Eligibility*)

Setelah itu artikel yang berhasil melewati tahap penyaringan pertama saya baca dengan teliti untuk mengevaluasi apakah layak diterbitkan. Ini penting agar referensi yang digunakan tidak hanya membahas teori *AR* saja tetapi juga berani menyebutkan kendala dan kenyataan dalam penerapannya di kelas.

d. Tahap Inklusi (*Included*)

Setelah melalui beberapa tahap penapisan berkualitas dan memastikan topik sesuai, akhirnya dipilih 10 artikel yang terbaik. Sepuluh referensi ini kemudian saya analisis, bandingkan dan rangkum

dalam bagian hasil dan pembahasan di bawah ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan alur seleksi literatur yang menggunakan PRISMA yang telah saya terangkan sebelumnya telah menentukan 10 artikel yang akan menjadi dasar dalam analisis penelitian ini. Inti dari setiap referensi serta temuan yang relevan dengan pembelajaran biologi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Kajian Literatur (Literature Review Matrix)

Penulis	Tahun	Judul Artikel	Fokus Temuan / Hasil Penelitian
Rahmawati, dkk.	2022	<i>Augmented Reality for Teaching Cell Materials in Biology</i>	<i>Augmented Reality (AR)</i> secara signifikan membantu konkritasi visual struktur sel 3D, mempermudah pemahaman konsep mikroskopis, serta meningkatkan motivasi belajar siswa.
Akhyar & Efendi	2023	<i>Augmented Reality Development Opportunities in Geometry Learning</i>	Mengungkap adanya masalah fragmentasi perangkat keras (hardware), di mana minimnya sensor ponsel siswa menyebabkan ketimpangan akses media di kelas.
Fauziah, dkk.	2024	Teknologi Sebagai Alat Koreksi Miskonsepsi dalam Pembelajaran IPA Materi Sel	<i>Augmented Reality (AR)</i> efektif menekan tingkat miskonsepsi siswa yang sering terjadi akibat keterbatasan alat peraga visual konvensional di sekolah.
Fitriannor, dkk.	2024	Pemanfaatan <i>Assemblr Edu</i> Sebagai Media <i>Augmented Reality</i>	Media <i>Augmented Reality (AR)</i> memfasilitasi gaya belajar mandiri (asinkron), memungkinkan siswa mengeksplorasi materi tanpa terikat waktu dan ruang kelas
Safitri, dkk.	2024	<i>Mobile Augmented Reality Genetics to Improve Students' Mastery of Genetic Concepts</i>	Penerapan teknologi <i>Augmented Reality (AR)</i> memperdalam penguasaan dan pemahaman pada konsep biologi yang sangat kompleks seperti materi genetika
Reski & Fadilah	2024	Analisis Media Pembelajaran terhadap Beban Kognitif Peserta Didik	Menyoroti potensi bahaya <i>cognitive load</i> ; desain aplikasi <i>Augmented Reality (AR)</i> yang terlalu rumit justru membuat siswa sibuk dengan fitur, bukan pada materi pembelajarannya
Wahyunto, dkk.	2024	<i>Study of the Use of Augmented Reality Technology in Improving the Learning Experience</i>	Menemukan bahwa tantangan utama implementasi adalah kesiapan pedagogis dan kompetensi digital guru, bukan semata pada kecanggihan aplikasinya
Zamahsari, dkk.	2024	<i>A Systematic Review in Educational Settings: Numerous Challenges to the Adoption of AR</i>	Mengidentifikasi tingginya biaya produksi dan pengembangan konten <i>Augmented Reality (AR)</i> yang berkualitas sebagai salah satu rintangan finansial utama bagi sekolah

Rosita, dkk.	2025	<i>The Impact of Augmented Reality-based Learning Media on Students' Retention</i>	Pembelajaran berbasis visual interaktif mampu meningkatkan retensi ingatan memori jangka panjang pada materi yang berorientasi biologi
Rustiyana, R.	2025	<i>Analysis of the Utilization of Augmented Reality (AR) Technology in Interactive Science Learning</i>	<i>Augmented Reality (AR)</i> dapat berfungsi sebagai alternatif laboratorium virtual yang memberikan pengalaman observasi aman pada sekolah dengan keterbatasan fasilitas fisik

Potensi *Augmented Reality (AR)* dalam Transformasi Pembelajaran

Berdasarkan hasil analisis literatur, *Augmented Reality (AR)* memiliki dampak positif yang signifikan dalam beberapa aspek:

- Konkritasi Materi Mikroskopis:** Penelitian Rahmawati, dkk (2022) menemukan bahwa *Augmented Reality (AR)* sangat efektif pada materi struktur sel yang di mana siswa dapat melihat organel sel secara 3D yang mustahil dilakukan tanpa mikroskop canggih. Dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality (AR)* siswa tidak hanya memahami struktur sel, tetapi juga meningkatkan minat dan motivasi belajar mereka dalam pembelajaran Biologi. Menurut Andini, dkk (2026) dengan cara yang lebih interaktif dan menyenangkan, hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality (AR)* dapat meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa.
- Efisiensi Laboratorium:** Rustiyana (2025) menjelaskan bahwa *Augmented Reality (AR)* dapat menjadi solusi bagi sekolah yang memiliki keterbatasan laboratorium fisik, sehingga eksperimen berbahaya atau pengamatan organ dalam dapat dilakukan secara *virtual* namun tetap terasa seperti nyata. Penggunaan *Augmented Reality (AR)* dalam pendidikan tidak hanya meningkatkan aksesibilitas, tetapi juga menawarkan pengalaman belajar yang lebih aman dan interaktif bagi siswa terutama dalam konteks laboratorium.
- Daya Ingatan yang Lebih Baik:** Pengalaman visual yang interaktif membantu informasi berpindah dari daya ingat jangka pendek ke daya ingat jangka panjang. Hal ini ditegaskan dalam studi Rosita, dkk (2025) yang mencatat kenaikan hasil belajar pada materi genetika setelah menggunakan aplikasi *Augmented Reality (AR)*. Menurut Safitri, dkk (2024) penerapan *Augmented Reality (AR)* dalam pembelajaran tidak hanya meningkatkan daya ingat informasi, tetapi juga memperdalam pemahaman konsep yang kompleks seperti genetika.
- Meningkatkan Kemandirian Siswa:** Dengan adanya teknologi *Augmented Reality (AR)* siswa dapat belajar secara mandiri. Fitriannor (2024) menyebutkan bahwa media ini memfasilitasi gaya belajar mandiri karena siswa dapat mengeksplorasi materi kapan saja melalui *smartphone* mereka. Penggunaan *Augmented Reality (AR)* dalam pembelajaran juga memungkinkan siswa untuk terlibat lebih aktif dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep yang kompleks sesuai dengan prinsip pembelajaran mandiri.

Tantangan dan Hambatan di Lapangan

Meskipun secara konseptual teknologi ini menawarkan banyak kemudahan dalam realitas di ruang kelas menunjukkan bahwa penerapan *Augmented Reality (AR)* dalam ekosistem pendidikan tidak berjalan tanpa adanya hambatan. Berbagai studi menggaris bawahi adanya jarak yang cukup besar antara kesiapan

teknologi dan kapasitas untuk menerapkan teknologi *Augmented Reality (AR)* ini di sekolah. Hambatan-hambatan tersebut dapat dipetakan secara lebih mendalam sebagai berikut:

- a) **Masalah Perangkat:** Ketersediaan aplikasi *Augmented Reality (AR)* yang canggih pada *platform* digital sering kali berbenturan dengan kenyataan pahit mengenai spesifikasi perangkat yang dimiliki oleh siswa. Akhyar dan Efendi (2023) menyoroti bahwa banyak ponsel milik siswa yang belum dibekali dengan fitur penunjang utama, seperti ketiadaan *sensor gyroscope* sehingga ini dapat memicu ketimpangan akses media pembelajaran yang sangat nyata di dalam satu ruang kelas yang sama. Keterbatasan infrastruktur fisik serta ketidaksiapan perangkat teknologi di tingkat personal siswa ini menjadi hambatan utama yang mengembangkan potensi ideal pada *Augmented Reality (AR)* di sekolah-sekolah. Menurut Zilaturrohman dan Fathi (2025), fenomena ini menuntut perhatian yang lebih serius dari pemangku kebijakan dalam memilih jenis teknologi yang sesuai sekaligus menekankan urgensi pelatihan berkala bagi para pendidik agar mampu memitigasi kendala teknis tersebut di kelas. Hambatan pemenuhan infrastruktur digital ini juga sangat bervariasi kekuatannya di antara satu lembaga pendidikan dengan lembaga lainnya, sehingga memperlebar kesenjangan kualitas pembelajaran.
- b) **Kesiapan Guru:** Faktor manusia di balik layar dalam hal ini tenaga pendidik memegang kendali penuh atas keberhasilan integrasi media digital apa pun. Wahyunto, dkk (2024) secara tegas mengungkapkan bahwa tantangan terbesar dari digitalisasi ini sebenarnya bukan terletak pada kecanggihan teknologinya sendiri, melainkan pada aspek kesiapan penggunaannya. Di lapangan banyak guru mata pelajaran Biologi yang mengalami kecemasan pada teknologi ketika dituntut untuk mengintegrasikan aplikasi berbasis *Augmented Reality (AR)* ke dalam sintaks atau langkah-langkah model pembelajaran aktif di kelas. Tanpa adanya pelatihan pada guru yang memadai dan terstruktur mengenai cara mengolah teknologi ini ke dalam skenario pedagogis, *Augmented Reality (AR)* hanya akan berakhir sebagai hiburan visual sesaat tanpa memberikan dampak kognitif yang substantif bagi siswa. Oleh karena itu pengoptimalan *Augmented Reality (AR)* memerlukan dukungan berkelanjutan yang tidak hanya berfokus pada pengadaan alat, melainkan pada peningkatan literasi digital guru.
- c) **Kualitas Konten yang Terbatas:** Hambatan lainnya yang sering dikeluhkan oleh tenaga kependidikan di lapangan adalah sulitnya menemukan produk teknologi yang adaptif terhadap perubahan kebijakan kurikulum nasional. Putri dan Pranata (2024) mencatat bahwa di tengah menjamurnya aplikasi *Augmented Reality (AR)* yang tersedia di penyedia layanan unduhan hanya sedikit sekali konten yang benar-benar dirancang selaras dengan arah capaian pembelajaran pada Kurikulum Merdeka. Sebagian besar konten yang beredar saat ini cenderung bersifat terlalu umum dan dangkal secara materi serta kurang mengeksplorasi kedalaman esensi keilmuan pada mata pelajaran Biologi yang dibutuhkan siswa sekolah menengah. Kondisi ini memaksa guru untuk bekerja ekstra keras memodifikasi materi atau bahkan mengurungkan niat menggunakan aplikasi tersebut karena ketidakcocokan target kompetensi.
- d) **Beban Kognitif (*Cognitive Load*):** Tantangan dari sisi psikologi belajar siswa juga menjadi perhatian penting yang tidak boleh diabaikan. Teori beban kognitif menggarisbawahi bahwa kapasitas daya ingat kerja manusia memiliki keterbatasan bawaan sehingga apabila peserta didik diberikan informasi visual yang berlebihan atau antarmuka aplikasi yang terlalu rumit, kemampuan otak mereka untuk memproses dan memahami konsep keilmuan yang baru justru akan menurun secara drastis. Dalam konteks aplikasi pendidikan khususnya untuk materi abstrak seperti konsep yang ada pada mata pelajaran biologi. Desain arsitektur dan tingkat kegunaan (*usability*) antarmuka memegang peran yang sangat krusial dalam menentukan apakah media tersebut akan mempermudah atau justru menghambat transfer

pengetahuan. Reski dan Fadilah (2024) menyoroti kendala ini dengan memaparkan bahwa jika antarmuka suatu aplikasi *Augmented Reality (AR)* terlalu rumit dan membingungkan, siswa justru akan menghabiskan waktu dan energi mereka untuk menavigasi fitur-fitur teknis ketimbang fokus memahami konten biologis yang esensial. Oleh karena itu, mendesain media *Augmented Reality (AR)* dengan tampilan yang intuitif serta ramah pengguna menjadi sebuah keharusan mutlak guna meminimalkan beban kognitif berlebih sehingga siswa dapat mengerahkan perhatian penuh mereka pada substansi materi pelajaran secara efektif.

- e) Biaya Pengembangan: Menghadirkan inovasi dan teknologi yang mutakhir dalam dunia pendidikan selalu membutuhkan konsekuensi anggaran yang tidak sedikit. Menghadirkan teknologi *Augmented Reality (AR)* yang sarat fitur dan berkualitas tinggi ke ruang kelas memang menjanjikan lompatan akademis yang luar biasa. Sayangnya, realisasi gagasan ini membutuhkan suntikan modal yang tidak sedikit. Temuan Zamahsari dkk. (2024) mempertegas bahwa tingginya ongkos produksi aplikasi *AR* masih menjadi batu sandungan finansial terberat bagi banyak institusi pendidikan menengah. Hasilnya pihak sekolah sering kali terjebak dalam dilema yang sulit. Pada satu sisi mereka memikul tanggung jawab moral untuk terus menerapkan perangkat modern ke dalam kurikulum agar kualitas pendidikan tidak tertinggal zaman namun di sisi lain, mereka terbentur oleh kenyataan minimnya anggaran. Agar proyek digitalisasi seperti ini tidak lemah sebelum berkembang atau mangkrak di tengah jalan, sekolah diuntut untuk melakukan perhitungan yang cermat. Mereka diwajibkan mengkaji ulang perbandingan antara biaya operasional dan manfaat yang diperoleh sekaligus memadukan strategi implementasi yang paling rasional dengan kondisi keuangan yang ada.

KESIMPULAN

Dari berbagai ragam literatur yang sudah di bedah terbukti jelas bahwa *augmented reality (AR)* mampu menjadi gebrakan baru yang menjanjikan untuk kelas mata pelajaran biologi. Konsep-konsep pembelajaran konvensional yang kaku kini bisa dirombak secara efektif melalui tampilan visual tiga dimensi yang jauh lebih hidup. Keuntungannya pun sangat nyata, selain sukses membantu siswa menganalisis kerumitan materi abstrak yang tak kasat mata *AR* juga tampil sebagai pilihan laboratorium virtual yang bebas risiko sekaligus menjadi sarana untuk memperkuat daya ingat belajar siswa-siswi di sekolah menengah dalam jangka waktu yang lebih lama.

Hanya saja keunggulan di atas kertas tersebut nyatanya masih sering terhambat ketika di aplikasikan ke dunia nyata. Ambisi untuk menyatukan *AR* ke dalam kegiatan belajar mengajar sering kali berhadapan dengan kenyataan. Beberapa kendala utamanya meliputi ketimpangan spesifikasi ponsel pintar yang dimiliki siswa-siswi. Besarnya modal untuk menciptakan aplikasi itu sendiri hingga persoalan krusial mengenai kebingungan pedagogis para tenaga pendidik. Sederet kendala ini seolah menjadi pengingat keras bahwa secanggih apa pun sebuah inovasi teknologi fungsinya akan lumpuh jika ekosistem disekitarnya belum benar-benar siap.

Menanggapi hal tersebut pendekatan yang lebih sederhana dan realistis sangat dibutuhkan untuk menerapkan *AR* di masa mendatang. Para pengembang aplikasi mempunyai tugas besar untuk merancang perangkat lunak yang ringan ketika diunduh (*low-spec device friendly*) serta memiliki tampilan antarmuka yang ramah bagi pengguna sehingga tidak berbalik menguras kapasitas daya ingat dan kognitif siswa. Bersamaan dengan itu institusi sekolah wajib turun tangan secara langsung melalui pemberian pendampingan dan pelatihan literasi digital yang berkelanjutan bagi para guru. Melalui kolaborasi antara

teknologi yang adaptif terhadap keterbatasan alat dan sumber daya manusia yang pandai transformasi pendidikan sains di Indonesia tidak hanya sekadar gaya sesaat tetapi mampu membawa kemajuan yang merata dan berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauziah, S., Irwansyah, F. S., Agustina, T. W., & Supriyatna, A. (2024). Teknologi Sebagai Alat Koreksi Miskonsepsi dalam Pembelajaran IPA Materi Sel: A Systematic Literature Review (SLR). *MUNAQASYAH: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(2), 109–123. <https://doi.org/10.58472/munaqosyah.v6i2.188>
- Sholikha, A. M., Bachrib, B. S., & Dewi, U. F. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Berbasis Problem Based Learning dalam Materi Virus Biologi. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i3.3549>
- Andini, L. P., Divayana, D. G. H., & Subawa, I. G. B. (2026). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Materi Pengenalan Sel di Sekolah Menengah Pertama. *Karmapati (Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika)*, 15(1). <https://doi.org/10.23887/karmapati.v15i1.111106>
- Rahmawati, A. J., Gunahardi, G., & Muchtaron, M. (2022). Augmented Reality for Teaching Cell Materials in Biology for Undergraduate Students. *Dwija Cendekia*, 6(3), 475–475. <https://doi.org/10.20961/jdc.v6i3.68116>
- Rustiyan, R. (2025). *Analysis of the Utilization of Augmented Reality (AR) Technology in Interactive Science Learning in Schools*. <https://doi.org/10.62872/vwq2jc74>
- Rosita, D., Dewanti, S. S., & Ibrahim, I. (2025). The Impact of Augmented Reality-based Learning Media on Primary Students' Retention of Human Sensory System Concepts. *Journal of Integrated Elementary Education*, 5(2), 407–420. <https://doi.org/10.21580/jieed.v5i2.25276>
- Safitri, D., Zubaidah, S., Gofur, A., & Lestari, S. R. (2024). Mobile Augmented Reality Genetics to Improve Students' Mastery of Genetic Concepts. *TEM Journal*, 1399–1412. <https://doi.org/10.18421/tem132-54>
- Fitriannor, F., Salim, A., & Utama, A. H. (2024). Pemanfaatan Assemblr Edu Sebagai Media Augmented Reality Untuk Mendukung Pembelajaran Mandiri. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i8.5161>
- Akhyar, M., & Efendi, A. (2023). Augmented Reality Development Opportunities in Geometry Learning for Elementary Students. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 56(1), 114–125. <https://doi.org/10.23887/jpp.v56i1.51238>
- Zilaturrohman, & Fathi, N. M. (2025). Penggunaan Augmented Reality dalam Pembelajaran Tematik Sekolah Dasar: Analisis Literatur tentang Efektivitas dan Tantangannya. *Deleted Journal*, 2(2), 59–65. <https://doi.org/10.62238/chatra.v2i2.154>
- Wahyunto, E., Heriyanto, H., & Hastuti, S. (2024). Study of the Use of Augmented Reality Technology in Improving the Learning Experience in the Classroom. *West Science Social and Humanities Studies/West Science Social And Humanities Studies*, 2(05), 700–705. <https://doi.org/10.58812/wsshs.v2i05.871>
- Putri, M. T., & Pranata, O. D. (2024). Merdeka Curriculum Implementation at Secondary Schools: Science Teachers' Perspective. *IJECA (International Journal of Education and Curriculum Application)*, 7(3),

- 331–331. <https://doi.org/10.31764/ijeca.v7i3.26282>
- Reski, S. H., & Fadilah, M. (2024). Analisis Media Pembelajaran terhadap Beban Kognitif Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Bioshell*, 13(1), 11–16. <https://doi.org/10.56013/bio.v13i1.2773>
- Zamahsari, G. K., Amalia, M. N., Rifah, L. R., Permana, F., Romadhon, S., & Prihatini, A. (2024). A Systematic Review in Educational Settings: Numerous Challenges to the Adoption of Augmented Reality. 1–6. <https://doi.org/10.1109/imcom60618.2024.10418449>