

Dampak Penggunaan *Augmented Reality* dalam Pembelajaran Biologi: *Systematic Literature Review*

Fatimah Az Zahra^{1*}, Suhendi²

^{1,2}Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri, Indonesia

*fati22048si@student.nurulfikri.ac.id

Submit
13 Maret 2026

Review
18 Maret 2026

Publish
21 Maret 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan dampak penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran Biologi pada tingkat sekolah menengah (SMA) serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi variasi hasil penelitian. Penelitian menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Data penelitian dikumpulkan dari basis data Google Scholar dan Scopus dengan rentang publikasi tahun 2020–2025 melalui tahapan identifikasi, penghapusan duplikasi, screening, serta telaah teks lengkap menggunakan perangkat lunak Covidence. Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif dan sintesis tematik terhadap artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 18 studi yang dianalisis, 15 studi melaporkan dampak positif penggunaan *Augmented Reality* terhadap pemahaman konsep siswa, sedangkan 3 studi menunjukkan dampak yang terbatas. Selain itu, efektivitas penggunaan *Augmented Reality* dipengaruhi oleh faktor visualisasi tiga dimensi, motivasi dan keterlibatan siswa, peran guru, kemudahan penggunaan, serta dukungan infrastruktur. Dengan demikian, *Augmented Reality* berpotensi sebagai media pembelajaran inovatif yang dapat meningkatkan pemahaman konsep dalam pembelajaran Biologi di tingkat sekolah menengah.

Kata Kunci: *augmented reality*, pembelajaran biologi, sekolah menengah, pemahaman konsep, *systematic literature review*.

Abstract

This study aims to map the impact of Augmented Reality in biology learning at the secondary school level and to identify factors influencing variations in research findings. The study employed a Systematic Literature Review (SLR) method following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. Research data were collected from Google Scholar and Scopus databases within the 2020–2025 publication range through identification, duplicate removal, screening, and full-text review using Covidence software. Data were analyzed using descriptive analysis and thematic synthesis of studies that met the inclusion criteria. The results show that among the 18 analyzed studies, 15 reported positive effects of Augmented Reality on students' conceptual understanding, while 3 showed limited effects. The findings also indicate that the effectiveness of Augmented Reality is influenced by factors such as three-dimensional visualization, students' motivation and engagement, teachers' roles, ease of use, and technological infrastructure support. Therefore, Augmented Reality has strong potential as an innovative learning medium to enhance conceptual understanding in biology learning at the secondary school level.

Keywords: *augmented reality, biology learning, secondary school, conceptual understanding, systematic literature review.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dalam beberapa dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk dalam bidang pendidikan (Wang et al., 2024). Integrasi teknologi dalam proses pembelajaran menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan serta menyesuaikan metode pembelajaran dengan karakteristik generasi digital saat ini. Pemanfaatan teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat

bantu penyampaian materi, tetapi juga dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa (Mahdi & Dewi, 2025). Dalam konteks pembelajaran sains, penggunaan teknologi digital dinilai mampu membantu siswa memahami konsep-konsep ilmiah yang kompleks melalui berbagai bentuk visualisasi dan simulasi yang lebih menarik (Manligoy et al., 2025).

Perkembangan teknologi digital mendorong integrasi berbagai media interaktif dalam proses pembelajaran, termasuk pada pembelajaran sains seperti Biologi. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran tidak hanya bertujuan meningkatkan efisiensi penyampaian materi, tetapi juga untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna bagi peserta didik. Salah satu teknologi yang berkembang dalam bidang pendidikan adalah *Augmented Reality* (AR), yaitu teknologi yang memungkinkan penggabungan objek virtual dengan lingkungan nyata secara *real-time* sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan objek digital secara langsung (Czok et al., 2023). Teknologi ini dinilai mampu mendukung proses pembelajaran dengan menyediakan visualisasi konsep yang lebih konkret dibandingkan media konvensional (Garzón & Acevedo, 2019; Stanič & Špernjak, 2025).

Dalam pembelajaran Biologi, pemahaman konsep sering menjadi tantangan karena banyak materi yang bersifat abstrak dan sulit diamati secara langsung, seperti struktur sel maupun sistem organ manusia. Permasalahan ini sering ditemukan pada tingkat sekolah menengah (SMA), di mana siswa mulai mempelajari konsep-konsep Biologi yang lebih kompleks dan abstrak sehingga membutuhkan dukungan media pembelajaran yang lebih interaktif. Penyampaian materi yang hanya menggunakan teks atau gambar dua dimensi sering kali kurang mampu menggambarkan kompleksitas konsep biologis tersebut. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu membantu siswa memvisualisasikan konsep secara lebih jelas dan interaktif. AR memungkinkan penyajian objek pembelajaran dalam bentuk visualisasi tiga dimensi sehingga dapat membantu siswa memahami konsep yang sulit diamati secara langsung (Alzahrani, 2020; Tamam & Qomaria, 2023).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan AR pembelajaran sains dapat memberikan dampak positif terhadap proses belajar siswa. Teknologi ini dilaporkan mampu meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran karena memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Dalam konteks pembelajaran Biologi, AR juga dilaporkan efektif membantu siswa memahami materi yang kompleks seperti struktur sel dan sistem organ manusia (Bedua Teves Et Al., 2023; Omurtak & Zeybek, 2022; Tamam et al., 2020).

Namun demikian, hasil penelitian mengenai penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi masih menunjukkan variasi temuan. Beberapa penelitian melaporkan peningkatan hasil belajar yang signifikan, sementara penelitian lain menunjukkan dampak yang lebih terbatas. Variasi tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti desain pembelajaran, karakteristik media AR yang digunakan, serta konteks penerapannya dalam pembelajaran (Alzahrani, 2020; Garzón & Acevedo, 2019). Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun teknologi AR memiliki potensi besar dalam pembelajaran, efektivitas penerapannya masih memerlukan kajian yang lebih komprehensif untuk memahami pola temuan penelitian yang telah dilakukan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian yang mampu mengintegrasikan berbagai temuan penelitian sebelumnya secara sistematis. Meskipun telah terdapat berbagai penelitian mengenai penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran Biologi, hasil yang diperoleh masih menunjukkan variasi dan belum banyak kajian yang secara komprehensif memetakan pola dampaknya terhadap pemahaman konsep siswa serta faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan hasil tersebut, khususnya pada konteks pendidikan menengah (SMA). Kebaruan penelitian ini terletak pada sintesis sistematis terhadap studi-studi terkini periode 2020–2025 dengan fokus pada pemetaan dampak penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi pada tingkat sekolah menengah serta identifikasi faktor-faktor yang berkaitan dengan efektivitasnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memetakan dampak penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi variasi hasil penelitian melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (Brignardello-Petersen et al., 2025).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil penelitian yang berkaitan dengan penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi (Brignardello-Petersen et al., 2025). *Systematic Literature Review* merupakan metode penelitian yang dilakukan secara sistematis dengan mengumpulkan, menilai, dan menganalisis penelitian yang telah dipublikasikan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai suatu topik penelitian (Kitchenham, 2007). Proses kajian literatur dalam penelitian ini mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) untuk memastikan transparansi dan konsistensi dalam proses identifikasi serta seleksi artikel (Page et al., 2021).

Sumber data penelitian berupa artikel ilmiah yang diperoleh dari basis data akademik Google Scholar dan Scopus. Pencarian artikel dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci ("*Augmented Reality*" OR "*AR*" AND "*Biology*" OR "*Science*" AND "*High School*" OR "*Senior High School*" OR "*Secondary School*" AND "*Conceptual*" OR "*Cognition*" OR "*understanding*" OR "*Learning Outcomes*"). Proses pencarian dibatasi pada artikel yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2020–2025 dan relevan dengan penggunaan AR pembelajaran Biologi pada tingkat sekolah menengah. Kriteria seleksi artikel ditentukan menggunakan pendekatan PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context*) untuk memastikan kesesuaian artikel dengan fokus penelitian (Kitchenham, 2007). Untuk memastikan artikel yang dianalisis sesuai dengan tujuan penelitian, kriteria inklusi dan eksklusi ditetapkan menggunakan pendekatan PICOC. Rincian kriteria tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

PICOC	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
<i>Population</i>	Siswa sekolah menengah dalam pembelajaran Biologi	Penelitian di luar konteks pendidikan Biologi
<i>Intervention</i>	Penggunaan <i>Augmented Reality</i> sebagai media atau teknologi pembelajaran	Penelitian yang tidak menggunakan <i>Augmented Reality</i>
<i>Comparison</i>	Pembelajaran dengan atau tanpa penggunaan AR	Penelitian tanpa perbandingan atau evaluasi pembelajaran
<i>Outcome</i>	Dampak terhadap pemahaman konsep, hasil belajar, atau motivasi siswa	Penelitian yang tidak melaporkan hasil pembelajaran
<i>Context</i>	Penelitian pada konteks pembelajaran Biologi di sekolah	Penelitian pada konteks non-pendidikan

Proses pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi artikel, penghapusan duplikasi, *screening* berdasarkan judul dan abstrak, serta telaah teks lengkap untuk menentukan artikel yang memenuhi kriteria inklusi penelitian. Proses seleksi artikel tersebut dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Covidence untuk mendukung manajemen referensi, penghapusan duplikasi, serta proses *screening* artikel secara sistematis. Artikel yang memenuhi kriteria kemudian dianalisis melalui proses ekstraksi data. Informasi yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi karakteristik penelitian, desain penelitian, materi Biologi yang dikaji, indikator hasil penelitian, serta faktor-faktor yang dilaporkan berkaitan dengan penggunaan AR dalam pembelajaran.

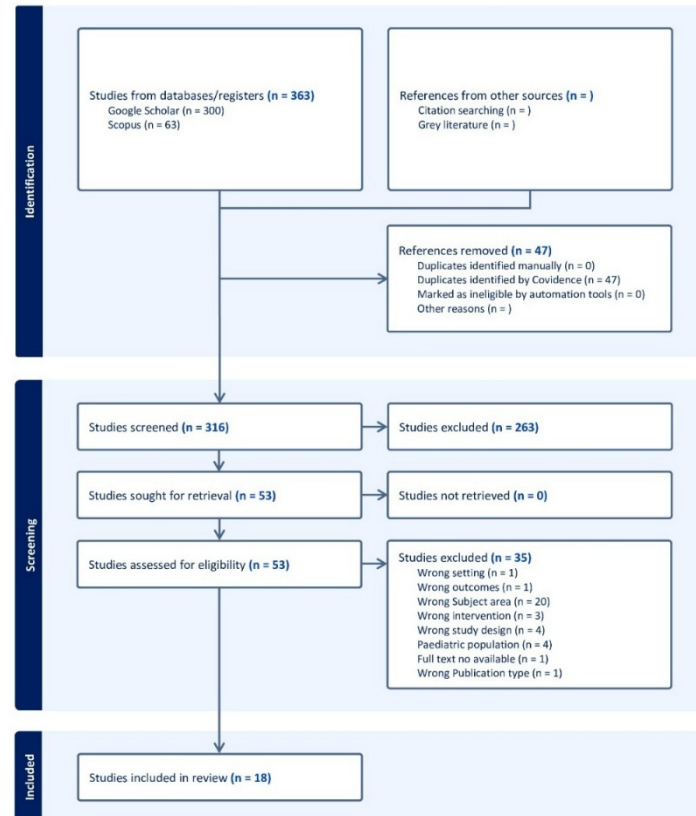
Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis deskriptif dan sintesis tematik terhadap artikel yang terpilih. Data yang telah diekstraksi kemudian dikelompokkan berdasarkan karakteristik penelitian, kategori dampak penggunaan AR terhadap pemahaman konsep Biologi, serta faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas penggunaan teknologi tersebut. Hasil analisis selanjutnya disajikan secara sistematis dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian deskriptif untuk menggambarkan pola temuan penelitian terkait penggunaan AR.

Untuk memastikan kualitas artikel yang dianalisis, setiap studi yang memenuhi kriteria inklusi ditelaah secara lebih mendalam pada tahap ekstraksi data. Proses ini dilakukan dengan mengidentifikasi informasi penting dari setiap artikel seperti tujuan penelitian, metode yang digunakan, materi pembelajaran Biologi yang dikaji, serta temuan utama terkait penggunaan AR. Selanjutnya, hasil ekstraksi data dibandingkan dan dianalisis untuk menemukan pola temuan yang konsisten maupun variasi hasil penelitian. Proses ini bertujuan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi berdasarkan studi-studi yang telah dipublikasikan.

HASIL

Proses Seleksi Artikel

Proses identifikasi dan seleksi artikel dilakukan dengan mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Page et al., 2021). Artikel diperoleh dari basis data Google Scholar dan Scopus menggunakan kombinasi kata kunci yang berkaitan dengan *Augmented Reality*, pembelajaran Biologi, dan pemahaman konsep. Proses seleksi artikel dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Covidence untuk mendukung manajemen referensi, penghapusan duplikasi, serta proses *screening* artikel secara sistematis. Alur seleksi artikel secara keseluruhan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Seleksi Artikel

Berdasarkan Gambar 1, pada tahap identifikasi diperoleh sebanyak 364 artikel dari basis data yang digunakan. Setelah proses penghapusan duplikasi, jumlah artikel berkurang menjadi 316 artikel yang kemudian dilanjutkan ke tahap screening berdasarkan judul dan abstrak sehingga diperoleh 53 artikel yang relevan untuk ditelaah lebih lanjut. Pada tahap telaah teks lengkap, sebanyak 35 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi penelitian, sehingga tersisa 18 artikel yang digunakan dalam tahap analisis.

Karakteristik Studi Terpilih

Sebanyak 18 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi karakteristik penelitian yang meliputi desain penelitian, materi Biologi yang dikaji, serta subjek penelitian. Studi-studi tersebut dipublikasikan pada rentang tahun 2020–2025. Materi Biologi yang dikaji dalam penelitian tersebut antara lain struktur sel, sistem organ manusia, genetika, virus, serta evolusi. Ringkasan karakteristik studi yang dianalisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Studi Terpilih

No	Penulis & Tahun	Desain Penelitian	Materi	Subjek
1.	(Annisa & Subiantoro, 2022)	<i>Quasi-experimental</i>	Sistem pernapasan	Siswa SMA kelas XI
2.	(Tamam et al., 2020)	<i>Quasi-experimental</i>	Sistem organ manusia	Siswa SMA kelas X

3.	(Bedua Teves et al., 2023)	<i>Quasi-experimental</i>	Biologi sel	Siswa SMA kelas XII
4.	(Mohadis et al., 2025)	R&D	Biologi sel	Siswa SMA kelas XI
5.	(Alif et al., 2023)	R&D	Sistem peredaran darah	Siswa SMA kelas XI
6.	(Firdaus et al., 2024)	R&D	Biologi sel	Siswa SMA kelas XI
7.	(Pujiningtyas & Nurcahyo, 2024)	R&D	Sistem imun	Siswa SMA kelas XI
8.	(Tamam & Qomaria, 2023)	<i>Quasi-experimental</i>	Sistem organ manusia	Siswa SMA kelas X
9.	(Rahmadani & Sunarmi, 2023)	R&D	Virus	Siswa SMA kelas X
10.	(Dehghani et al., 2023)	<i>Experimental</i>	Sistem jantung	Siswa SMA kelas X
11.	(Damopolii et al., 2022)	R&D	Sistem organ manusia	Siswa SMA kelas XI
12.	(OMURTAK & ZEYBEK, 2022a)	<i>Mixed methods</i>	Biologi sel	Siswa SMA kelas X
13.	(Ramadhan et al., 2024)	R&D	Biologi sel	Siswa SMA
14.	(Sattar et al., 2025)	<i>Quasi-experimental</i>	Sistem organ manusia	Siswa SMA kelas X
15.	(Rini et al., 2024)	<i>Quasi-experimental</i>	Sistem saraf	Siswa SMA kelas XI
16.	(Aman et al., 2025)	R&D + <i>Quasi-experimental</i>	Evolusi manusia	Siswa SMA kelas XI
17.	(Faria & Lobato Miranda, 2024)	<i>Quasi-experimental</i>	Meiosis	Siswa SMA kelas XI
18.	(Safitri et al., 2024)	<i>Mixed methods</i>	Genetika	Siswa SMA kelas XII

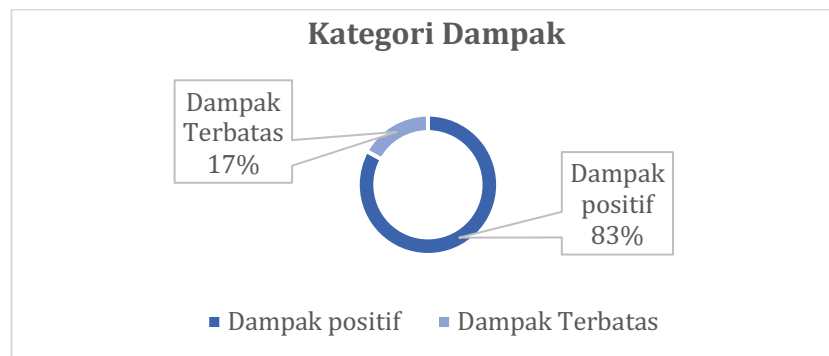
Berdasarkan Tabel 2, sebagian besar penelitian menggunakan desain *Quasi-experimental* dan penelitian pengembangan (R&D) untuk menguji efektivitas penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi. Materi yang paling sering diteliti adalah sistem organ manusia dan Biologi sel, yang merupakan konsep abstrak dalam pembelajaran Biologi. Subjek penelitian dalam studi-studi tersebut umumnya adalah siswa SMA kelas X hingga XII.

Dampak *Augmented Reality* terhadap Pembelajaran Biologi

Hasil sintesis dari 18 studi menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi umumnya memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep siswa. Sebagian besar penelitian melaporkan peningkatan hasil belajar kognitif setelah penggunaan AR dalam proses pembelajaran. Penelitian yang dilakukan oleh Tamam et al., (2020) menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran sistem organ manusia mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan dibandingkan pembelajaran konvensional. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Bedua Teves et al., (2023) yang menemukan bahwa visualisasi objek tiga dimensi melalui AR membantu siswa memahami struktur sel dengan lebih baik. Selain itu, penelitian oleh Annisa & Subiantoro (2022) menunjukkan bahwa integrasi AR dalam pembelajaran sistem pernapasan dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa melalui visualisasi yang lebih interaktif.

Beberapa penelitian lain juga menunjukkan peningkatan pemahaman konsep melalui penggunaan AR, seperti penelitian Mohadis et al., (2025) yang mengembangkan media AR untuk pembelajaran Biologi sel, serta penelitian Alif et al., (2023) yang menemukan bahwa penggunaan AR pada materi sistem peredaran darah dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian oleh Omurtak & Zeybek (2022) juga melaporkan bahwa penggunaan AR dapat membantu siswa memahami struktur sel secara lebih visual dan interaktif. Namun demikian, tidak semua

penelitian menunjukkan hasil yang sepenuhnya konsisten. Beberapa studi melaporkan bahwa dampak penggunaan AR masih bersifat terbatas dan dipengaruhi oleh faktor seperti desain pembelajaran, durasi penggunaan teknologi, serta kesiapan perangkat yang digunakan dalam pembelajaran. Misalnya, penelitian oleh Garzón & Acevedo (2019) serta Alzahrani (2020) menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan AR dalam pembelajaran sangat bergantung pada konteks implementasi dan strategi pembelajaran yang digunakan. Distribusi dampak penggunaan AR terhadap pemahaman konsep Biologi disajikan pada **Error! Reference source not found.** dan Tabel 3.



Gambar 2. Kategori Dampak

Distribusi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian melaporkan dampak positif penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran Biologi. Untuk memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai jumlah studi pada setiap kategori dampak, ringkasan data tersebut disajikan kembali secara numerik pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Dampak

Kategori Dampak	Jumlah Studi
Dampak Positif	15
Dampak Terbatas	3

Berdasarkan distribusi pada Tabel 3, sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AR memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep dalam pembelajaran Biologi. Dominasi temuan tersebut mengindikasikan bahwa teknologi AR memiliki potensi yang signifikan dalam mendukung proses pembelajaran, khususnya dalam membantu siswa memahami konsep-konsep biologis yang bersifat abstrak melalui visualisasi yang lebih konkret dan interaktif. Namun demikian, keberadaan beberapa studi yang melaporkan dampak terbatas menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan AR tidak sepenuhnya bersifat konsisten pada setiap konteks pembelajaran. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keberhasilan implementasi teknologi AR dalam pembelajaran Biologi dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti desain pembelajaran, karakteristik media yang digunakan, serta kesiapan lingkungan pembelajaran dalam mendukung pemanfaatan teknologi tersebut.

Faktor yang berkaitan dengan Dampak Penggunaan AR

Selain dampak terhadap pemahaman konsep, hasil analisis juga menunjukkan beberapa faktor yang berkaitan dengan efektivitas penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi. Faktor-faktor tersebut meliputi visualisasi objek tiga dimensi, peningkatan motivasi belajar siswa, keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, peran guru dalam memfasilitasi penggunaan teknologi, serta ketersediaan perangkat dan infrastruktur teknologi. Rekapitulasi faktor yang dilaporkan dalam studi-studi tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Faktor Dampak

No	Faktor	Jumlah Studi
1	Visualisasi objek 3D	18
2	Motivasi siswa	15
3	Keterlibatan siswa	16
4	Peran guru	13
5	Kemudahan penggunaan	11
6	Infrastruktur teknologi	7

Berdasarkan Tabel 4, visualisasi objek tiga dimensi merupakan faktor yang paling dominan dilaporkan dalam studi-studi yang dianalisis, diikuti oleh keterlibatan siswa dan motivasi belajar. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan AR dalam menghadirkan representasi visual yang lebih konkret berperan penting dalam membantu siswa memahami konsep Biologi yang bersifat abstrak. Selain itu, keterlibatan siswa dan motivasi belajar yang tinggi juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik. Meskipun demikian, faktor seperti kemudahan penggunaan dan ketersediaan infrastruktur teknologi juga turut memengaruhi keberhasilan implementasi AR dalam pembelajaran Biologi.

Hasil sintesis terhadap studi-studi yang dianalisis juga menunjukkan adanya pola temuan yang relatif konsisten terkait penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi. Sebagian besar penelitian melaporkan bahwa AR memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep siswa, terutama pada materi yang bersifat abstrak seperti struktur sel dan sistem organ manusia. Selain itu, beberapa studi juga melaporkan bahwa visualisasi objek tiga dimensi merupakan faktor yang paling sering dikaitkan dengan peningkatan pemahaman konsep dalam pembelajaran. Pola temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi umumnya dikaitkan dengan peningkatan pemahaman konsep siswa pada berbagai konteks penelitian.

PEMBAHASAN

Hasil sintesis terhadap 18 studi yang dianalisis menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi pada tingkat sekolah menengah atas secara umum memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep siswa. Temuan ini mengindikasikan bahwa AR memiliki potensi yang signifikan sebagai media pembelajaran, terutama dalam membantu siswa memahami konsep yang bersifat abstrak. Kemampuan AR dalam menyajikan objek pembelajaran dalam bentuk visualisasi tiga dimensi memungkinkan siswa mengamati struktur dan proses biologis secara lebih konkret, sehingga mempermudah pembentukan pemahaman konsep.

Temuan tersebut konsisten dengan sebagian besar studi dalam kajian ini yang menunjukkan bahwa visualisasi tiga dimensi melalui AR berperan penting dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Beberapa penelitian, seperti (Bedua Teves et al., 2023; OMURTAK & ZEYBEK, 2022b; Tamam et al., 2020) menunjukkan bahwa penggunaan AR pada materi seperti sistem organ manusia dan biologi sel mampu membantu siswa memahami konsep secara lebih jelas dan interaktif. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas AR sangat berkaitan dengan kemampuannya dalam merepresentasikan konsep abstrak secara lebih konkret melalui visualisasi yang interaktif.

Selain itu, hasil kajian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan AR tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga pada peningkatan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Sebagian besar studi melaporkan bahwa pembelajaran dengan AR menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif, sehingga siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep tidak hanya dipengaruhi oleh visualisasi, tetapi juga oleh meningkatnya partisipasi dan keterlibatan siswa selama pembelajaran.

Dalam berbagai konteks materi Biologi, seperti sistem pernapasan, sistem saraf, genetika, dan meiosis, AR juga menunjukkan efektivitas yang relatif konsisten dalam membantu pemahaman konsep siswa. Beberapa studi dalam kajian ini, seperti Annisa & Subiantoro (2022), Rahmadani & Sunarmi (2023), serta Faria & Lobato Miranda (2024), menunjukkan bahwa visualisasi melalui AR mampu membantu siswa memahami proses biologis yang kompleks. Hal ini mengindikasikan bahwa AR memiliki fleksibilitas dalam penerapannya pada berbagai topik Biologi, terutama yang menuntut pemahaman konseptual yang tinggi.

Namun demikian, tidak semua penelitian menunjukkan dampak yang sepenuhnya konsisten. Sebagian kecil studi dalam kajian ini melaporkan bahwa penggunaan AR memberikan dampak yang terbatas terhadap hasil belajar siswa. Perbedaan temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas AR tidak hanya ditentukan oleh teknologi itu sendiri, tetapi juga oleh faktor lain, seperti desain pembelajaran, durasi penggunaan, kemudahan penggunaan aplikasi, serta kesiapan perangkat dan infrastruktur. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menekankan bahwa keberhasilan penggunaan teknologi dalam pembelajaran sangat bergantung pada konteks

implementasi dan strategi pembelajaran yang digunakan Garzón & Acevedo (2019) dan Alzahrani (2020).

Temuan penelitian ini juga menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi bersifat kontekstual dan tidak selalu menghasilkan dampak yang sama pada setiap kondisi pembelajaran. Perbedaan hasil yang ditemukan dalam beberapa studi mengindikasikan bahwa keberhasilan penggunaan AR sangat dipengaruhi oleh bagaimana teknologi tersebut diintegrasikan dalam proses pembelajaran. Penggunaan AR yang tidak disertai dengan desain pembelajaran yang tepat atau keterbatasan fasilitas teknologi dapat mengurangi efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Oleh karena itu, implementasi AR dalam pembelajaran Biologi perlu disertai dengan perencanaan pedagogis yang matang agar manfaatnya dapat diperoleh secara optimal.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa AR memiliki potensi yang besar dalam mendukung pembelajaran Biologi, khususnya dalam membantu siswa memahami konsep yang bersifat abstrak melalui visualisasi yang lebih konkret dan interaktif. Namun demikian, efektivitas penggunaannya sangat bergantung pada integrasi pedagogis yang tepat, kesiapan infrastruktur, serta peran guru dalam memfasilitasi penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil *Systematic Literature Review* terhadap 18 studi terpilih, penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi pada tingkat sekolah menengah (SMA) menunjukkan kecenderungan memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep siswa. Sebanyak 15 studi melaporkan dampak positif, sedangkan 3 studi menunjukkan dampak yang terbatas atau tidak konsisten. Temuan ini mengindikasikan bahwa AR memiliki potensi sebagai media pembelajaran inovatif yang mampu membantu siswa memahami konsep Biologi yang abstrak dan kompleks.

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan AR tidak hanya ditentukan oleh teknologi itu sendiri, tetapi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor pendukung. Faktor-faktor tersebut meliputi visualisasi tiga dimensi, motivasi dan keterlibatan siswa, peran guru, kemudahan penggunaan, serta ketersediaan perangkat dan infrastruktur. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi AR sangat bergantung pada integrasi pedagogis yang tepat serta kesiapan lingkungan pembelajaran.

Selain itu, penggunaan AR tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga berkontribusi terhadap pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik. AR memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan objek pembelajaran sehingga meningkatkan keterlibatan dalam proses belajar. Dengan demikian, AR dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang efektif dalam mendukung pembelajaran Biologi di tingkat sekolah menengah.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Sumber data penelitian hanya terbatas pada database Google Scholar dan Scopus serta rentang publikasi tahun 2020–2025. Selain itu, variasi desain penelitian dan konteks implementasi dalam studi yang dianalisis dapat memengaruhi konsistensi hasil sintesis.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas sumber database dan cakupan tahun publikasi. Penelitian mendatang juga dapat mengkaji efektivitas penggunaan AR pada berbagai materi Biologi dan konteks pembelajaran yang berbeda. Selain itu, pendekatan analisis yang lebih mendalam seperti meta-analisis serta kajian terhadap retensi konsep jangka panjang perlu dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

SARAN

Berdasarkan temuan penelitian, penggunaan AR dalam pembelajaran Biologi perlu diintegrasikan dengan desain pembelajaran yang terstruktur agar manfaatnya lebih optimal terhadap pemahaman konsep siswa. Guru dan pengembang media pembelajaran dapat memanfaatkan AR terutama pada materi Biologi yang abstrak, seperti struktur sel, sistem organ, genetika, dan evolusi, dengan tetap mempertimbangkan kesiapan perangkat serta keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Bagi peneliti selanjutnya, kajian dapat dikembangkan dengan memperluas sumber database, menelaah dampak AR pada materi Biologi yang lebih

beragam, serta mengkaji pengaruh penggunaan AR terhadap retensi konsep dan hasil belajar jangka panjang agar diperoleh gambaran efektivitas yang lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Dr. Suhendi, S.T., S.Kom., M.M.S.I. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, dan berbagai masukan berharga selama proses penyusunan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dr. Amalia Rahmah, S.T, M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan konstruktif dalam penyempurnaan penelitian ini. Selain itu, penulis menyampaikan apresiasi kepada Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri atas dukungan akademik dan lingkungan belajar yang mendukung sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alif, A. A., Fajar, N., & Safmita, B. (2023). *Development of an Integrated Islamic Science Biology Module with the Support of Augmented Reality (AR) Media on Circulatory System Material in Senior High School* (Vol. 1, Issue ICoeSSE). Atlantis Press SARL. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-142-5_33
- Alzahrani, N. M. (2020). Augmented reality: A systematic review of its benefits and challenges in e-learning contexts. In *Applied sciences*. mdpi.com. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/16/5660>
- Aman, A., Prasajo, L. D., & Agustinova, D. E. (2025). Enhancing Human Evolution Literacy through PraksaraVerse: A Gamified Science Learning Innovation Supporting Sustainable Development Goals (SDGs). *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 5(3), 579–602. <https://doi.org/10.17509/ajse.v5i3.89109>
- Annisa, D. N., & Subiantoro, A. W. (2022). Mobile Augmented Reality in Socioscientific Issues-Based Learning: the Effectiveness on Students' Conceptual Knowledge and Socioscientific Reasoning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(4), 611–625. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i4.38993>
- Bedua Teves, F. A., Jesena Toribio, A. M., Castillo Torres, A. N., Hilario Uy, K., & Carreon Valmores, R. J. (2023). LEARNM: Augmented Reality Mobile Application in Learning the Concepts of Basic Biological Structures. *International Multidisciplinary Research Journal*, 5(3), 157–166. <https://doi.org/10.54476/ioer-imrj/532277>
- Brignardello-Petersen, R., Santesso, N., & Guyatt, G. H. (2025). Systematic reviews of the literature: an introduction to current methods. *American Journal of Epidemiology*, 194(2), 536–542. <https://doi.org/10.1093/aje/kwae232>
- Czok, V., Krug, M., Müller, S., Huwer, J., & Weitzel, H. (2023). Learning Effects of Augmented Reality and Game-Based Learning for Science Teaching in Higher Education in the Context of Education for Sustainable Development. *Sustainability (Switzerland)*, 15(21). <https://doi.org/10.3390/su152115313>
- Damopolii, I., Paiki, F. F., & Nunaki, J. H. (2022). The Development of Comic Book as Marker of Augmented Reality to Raise Students' Critical Thinking. *TEM Journal*, 11(1), 348–355. <https://doi.org/10.18421/TEM111-44>
- Dehghani, M., Mohammadhasani, N., Hoseinzade Ghalevandi, M., & Azimi, E. (2023). Applying AR-based infographics to enhance learning of the heart and cardiac cycle in biology class. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 185–200. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1765394>
- Faria, A., & Lobato Miranda, G. (2024). The Effect of Augmented Reality on Learning Meiosis via Guided Inquiry and Pecha Kucha: A Quasi-Experimental Design. *Information (Switzerland)*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/info15090566>
- Firdaus, Z., Setiawan, D., Sunarmi, S., & Setiani, P. P. (2024). The development of e-flipbook multirepresentative augmented reality in biology cells to enhance technology literacy and student learning outcomes. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3106, Issue 1). <https://doi.org/10.1063/5.0215155>
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27(April 2018), 244–260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>

- Kitchenham. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*.
- Mahdi, M. A., & Dewi, D. S. (2025). Students' Experiences, Engagement, and Attitudes in the English Education Revolution: The Role of Interactive Technology. *International Journal of Educational Qualitative Quantitative Research*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.58418/ijeqqr.v4i1.134>
- Manligoy, J. M. A., Aguiadan, B. A., & Mendez, M. L. S. P. (2025). Effectiveness of Digital Simulation-Based Learning in Improving Science Conceptual Understanding among Grade 5 students. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 51(9), 419–433. <https://doi.org/10.9734/ajess/2025/v51i92378>
- Mohadis, H. M., Kamal-ludin, A. S., & Nordin, M. N. (2025). *BiologAR: An Interactive Augmented Reality Application for Learning Biology in Secondary Schools in Malaysia*. 11(1), 9–15.
- OMURTAK, E., & ZEYBEK, G. (2022a). The Effect of Augmented Reality Applications in Biology Lesson on Academic Achievement and Motivation. *Journal of Education in Science, Environment and Health*. <https://doi.org/10.21891/jeseh.1059283>
- OMURTAK, E., & ZEYBEK, G. (2022b). The Effect of Augmented Reality Applications in Biology Lesson on Academic Achievement and Motivation. *Journal of Education in Science, Environment and Health*. <https://doi.org/10.21891/jeseh.1059283>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pujiningtyas, M. R., & Nurcahyo, H. (2024). Developing an augmented reality-based immune system module to improve the eleven grade students' learning performance. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2622, Issue 1). <https://doi.org/10.1063/5.0133785>
- Rahmadani, D. F., & Sunarmi, S. (2023). Validity and Practicality of the Problem Based Learning E-Module Assisted by Augmented Reality on Virus to Improve Student Learning Outcomes, Retention, and Science Literacy. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2569). <https://doi.org/10.1063/12.0015280>
- Ramadhan, M. R., Fahmi, M. I. N., & Hasanah, S. M. (2024). Improving the understanding of high school students in biology based on qur'anic through augmented reality visualization. *AIP Conference Proceedings*, 3106(1). <https://doi.org/10.1063/5.0215416>
- Rini, D. S., Azrai, E. P., Khansa, A. A., & Wulandari, Y. (2024). Enhance Biology Learning Outcomes with Applying Augmented Reality (AR Sinaps) as Learning Media. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2982, Issue 1). <https://doi.org/10.1063/5.0184458>
- Safitri, D., Zubaidah, S., Gofur, A., & Lestari, S. R. (2024). Mobile Augmented Reality Genetics to Improve Students' Mastery of Genetic Concepts. *TEM Journal*, 13(2), 1399–1412. <https://doi.org/10.18421/TEM132-54>
- Sattar, M. A., Maqbool, M. U., Zakir, F., & Billah, M. (2025). Enhancing student engagement through augmented reality in secondary biology education. *Frontiers in Education*, 10(September), 1–11. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1628004>
- Stanič, K., & Špernjak, A. (2025). Augmented Reality in Biology Education: A Literature Review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(12), 117. <https://doi.org/10.3390/mti9120117>
- Tamam, B., Corebima, A. D., Zubaidah, S., & Suarsini, E. (2020). the Contribution of Motivation Components Towards Students' Critical Thinking Skills in Biology Learning Using Augmented Reality. In *Humanities & Social Sciences Reviews* (Vol. 8, Issue 3, pp. 1433–1442). researchgate.net. <https://doi.org/10.18510/hssr.2020.83144>
- Tamam, B., & Qomaria, N. (2023). Implementation of Augmented Reality In Biology Learning: Its Effect on Learning Motivation and Retention. *Journal of Education Research and Evaluation*, 7(1), 17–22. <https://doi.org/10.23887/jere.v7i1.59038>
- Wang, C., Chen, X., Yu, T., Liu, Y., & Jing, Y. (2024). Education reform and change driven by digital technology: a bibliometric study from a global perspective. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02717-y>

