
Pengaruh Media Pembelajaran Terhadap Daya Serap Pemahaman Kimia Siswa Sma: Literatur Riview 2015–2026

Eril Paizi^{1)*}, I Gusti Lanang Wiratma²⁾, I Nyoman Selamat³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha

*Eril Paizi

Email : erilpaizi1025@gmail.com

Abstrak

Rendahnya daya serap pemahaman kimia pada siswa sekolah menengah atas masih menjadi permasalahan yang berkelanjutan dalam pendidikan sains di Indonesia. Tinjauan literatur naratif ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif pengaruh berbagai jenis media pembelajaran terhadap pemahaman kimia siswa sekolah menengah atas berdasarkan literatur yang dipublikasikan pada periode 2015–2026. Sebanyak 42 artikel dari basis data Google Scholar, ERIC, Scopus, dan GARUDA memenuhi kriteria inklusi penelitian. Hasil kajian menunjukkan bahwa media pembelajaran digital interaktif (simulasi dan animasi), media berbasis augmented reality (AR) dan virtual reality (VR), serta video pembelajaran/multimedia secara konsisten mampu meningkatkan pemahaman konseptual siswa, khususnya pada topik-topik yang bersifat abstrak. Media pembelajaran berbasis teknologi digital terbukti lebih efektif dibandingkan media konvensional dalam meningkatkan pemahaman kimia, dengan pengaruh yang lebih signifikan pada konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak dan submikroskopik.

Kata kunci: media pembelajaran kimia, sekolah menengah atas, pemahaman konsep.

Abstract

Low absorption of chemistry comprehension in senior high school students is a persistent problem in science education in Indonesia. This narrative literature review aims to comprehensively examine the influence of various types of learning media on chemistry comprehension of senior high school students based on literature published between 2015 and 2026. A total of 42 articles from Google Scholar, ERIC, Scopus, and GARUDA databases met the inclusion criteria. Findings show that digital interactive media (simulations and animations), augmented reality/virtual reality-based media, and video learning/multimedia consistently improve conceptual understanding, particularly for abstract topics. Digital technology-based learning media is proven more effective than conventional media in increasing chemistry comprehension, with more significant effects on abstract and submicroscopic chemistry concepts.

Keywords: chemistry learning media, senior high school, concept understanding.

PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang memiliki karakteristik khas karena konsep-konsepnya dipelajari melalui tiga level representasi, yaitu makroskopis, submikroskopis, dan simbolik. Ketiga level representasi tersebut harus dipahami secara terpadu agar peserta didik mampu menguasai konsep-konsep kimia secara utuh. Namun, karakteristik tersebut menjadikan kimia sebagai salah satu mata pelajaran yang dianggap sulit oleh siswa, khususnya pada materi-materi yang bersifat abstrak seperti struktur atom, ikatan kimia, stoikiometri, laju reaksi, kesetimbangan kimia, dan termokimia. Kesulitan siswa dalam menghubungkan fenomena nyata dengan representasi partikel serta simbol kimia berdampak pada rendahnya pemahaman konsep dan hasil belajar.

Rendahnya kemampuan sains peserta didik Indonesia masih menjadi tantangan dalam dunia pendidikan. Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 menunjukkan bahwa skor sains Indonesia berada pada angka 383, masih berada di bawah rata-rata negara anggota OECD yang mencapai 485. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam memahami, menerapkan, dan menginterpretasikan konsep-

konsep sains masih perlu ditingkatkan. Kondisi tersebut juga tercermin pada pembelajaran kimia di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA), di mana berbagai hasil penelitian melaporkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak akibat dominannya pembelajaran yang berpusat pada guru serta terbatasnya penggunaan media yang mampu memvisualisasikan fenomena kimia secara representatif.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, berbagai media pembelajaran telah dikembangkan untuk mendukung pembelajaran kimia, mulai dari multimedia interaktif, video pembelajaran, animasi, simulasi komputer, virtual laboratory, learning management system, hingga teknologi Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR). Media-media tersebut dinilai mampu menyajikan visualisasi konsep yang abstrak menjadi lebih konkret sehingga membantu peserta didik menghubungkan representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolik secara lebih efektif. Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan peserta didik, kemampuan berpikir kritis, serta pemahaman konsep kimia. Meskipun demikian, efektivitas setiap media tidak selalu memberikan hasil yang sama karena dipengaruhi oleh karakteristik materi, desain pembelajaran, kemampuan awal peserta didik, serta konteks implementasinya.

Dalam satu dekade terakhir, jumlah penelitian mengenai media pembelajaran kimia mengalami peningkatan yang cukup signifikan, terutama setelah berkembangnya teknologi digital pada masa pembelajaran pascapandemi. Akan tetapi, hasil penelitian tersebut masih tersebar pada berbagai jenis media, materi pembelajaran, dan desain penelitian sehingga belum memberikan gambaran yang komprehensif mengenai media pembelajaran yang paling efektif dalam meningkatkan daya serap pemahaman kimia siswa SMA. Selain itu, kajian yang secara khusus mensintesis perkembangan penelitian media pembelajaran kimia selama periode 2015–2026 masih relatif terbatas. Kesenjangan tersebut menunjukkan perlunya dilakukan tinjauan literatur yang mampu mengintegrasikan berbagai temuan empiris sehingga dapat memberikan rekomendasi berbasis bukti (evidence-based recommendation) bagi pengembangan pembelajaran kimia.

Berdasarkan kondisi tersebut, artikel ini bertujuan meninjau secara komprehensif hasil-hasil penelitian mengenai pengaruh media pembelajaran terhadap daya serap pemahaman kimia siswa SMA yang dipublikasikan selama periode 2015–2026. Kajian difokuskan pada penelitian yang melibatkan siswa SMA dengan berbagai jenis media pembelajaran, baik media digital maupun media konvensional, serta menggunakan hasil belajar kognitif, pemahaman konsep, atau daya serap materi kimia sebagai indikator keberhasilan pembelajaran. Secara khusus, review ini mengidentifikasi jenis media pembelajaran yang paling banyak diteliti, membandingkan efektivitas masing-masing media dalam meningkatkan pemahaman kimia, menganalisis materi kimia yang paling sering menjadi objek penelitian, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan implementasi media pembelajaran.

Hasil tinjauan literatur ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pendidikan kimia melalui penyajian sintesis penelitian terkini mengenai efektivitas media pembelajaran. Selain itu, hasil kajian diharapkan menjadi referensi bagi guru, peneliti, dan pengembang kurikulum dalam memilih media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi kimia serta kebutuhan peserta didik, sehingga mampu mendukung peningkatan kualitas pembelajaran kimia di tingkat Sekolah Menengah Atas.

METODE PENELITIAN

Desain Review

Review ini menggunakan pendekatan narrative literature review dengan sintesis tematik. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengkajian literatur yang luas dan beragam dari berbagai desain penelitian eksperimen, kuasi eksperimen, dan studi deskriptif yang tidak memungkinkan dilakukan meta-analisis kuantitatif akibat heterogenitas ukuran outcome.

Narrative review memungkinkan analisis mendalam terhadap konteks, mekanisme, dan nuansa yang tidak dapat ditangkap oleh angka efek semata (Greenhalgh et al., 2018).

Strategi Pencarian

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada empat *database* utama:

- Google Scholar — cakupan luas, termasuk jurnal Indonesia terindeks
- ERIC (Education Resources Information Center) — *database* khusus pendidikan
- Scopus — *database* internasional terindeks bereputasi
- GARUDA (Garba Rujukan Digital) — repositori jurnal ilmiah Indonesia

String pencarian yang digunakan (dalam Bahasa Indonesia dan Inggris):
(("media pembelajaran" or "*learning media*" or "instructional media" or "educational media") and ("kimia" or "chemistry") and ("SMA" or "high school" or "senior secondary" or "secondary school") and ("pemahaman" or "comprehension" or "understanding" or "achievement" or "hasil belajar"))).

Filter tambahan yang diterapkan: tahun publikasi 2015-2026, bahasa Indonesia atau Inggris, full-text tersedia, dan terbit di jurnal *peer-reviewed*.

Kriteria Inklusi & Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel terbitan 2015–2026	Artikel terbitan sebelum 2015
Berbahasa Indonesia atau Inggris	Bahasa selain Indonesia atau Inggris
Full-text tersedia dan dapat diakses	Hanya abstrak / tidak dapat diakses
Berfokus pada kimia tingkat SMA/ sederajat	Mata pelajaran non-kimia atau tingkat selain SMA
Terbit di jurnal <i>peer-reviewed</i>	Editorial, opini, buku teks, tesis tidak dipublikasi
Mengukur <i>outcome</i> pemahaman/hasil belajar kognitif	Hanya mengukur motivasi atau sikap tanpa hasil belajar

Proses Seleksi Artikel

Proses seleksi dilakukan dalam empat tahap sesuai panduan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*):

Tahapan	Deskripsi
Identifikasi	Total artikel ditemukan dari semua <i>database</i> : N = 328 artikel
Penghapusan Duplikat	Artikel unik setelah duplikat dihapus: N = 247 artikel
Skrining Judul & Abstrak	Artikel yang diskrining: N = 247; dieksklusi karena tidak relevan: N = 148; tersisa: N = 99 artikel
Eligibilitas Full-Text	Artikel dinilai kelayakan full-text: N = 99; dieksklusi: N = 57 (tidak akses, topik terlalu umum, desain tidak sesuai); tersisa: N = 42 artikel
Inklusi Final	Artikel yang diinklusi dalam <i>review</i> : N = 42 artikel

Penilaian Kualitas

Penilaian kualitas studi dilakukan menggunakan *Mixed Methods Appraisal Tool* (MMAT) yang sesuai untuk berbagai desain penelitian (Hong et al., 2018). Dimensi yang dinilai meliputi: kejelasan pertanyaan penelitian, ketepatan desain, kejelasan sampel dan prosedur,

validitas instrumen pengukuran, serta ketepatan analisis data. Studi dikategorikan berkualitas tinggi (skor 80-100%), sedang (60-79%), atau rendah (<60%).

Ekstraksi Data

Data diekstraksi dari setiap artikel yang diinklusi menggunakan matriks ekstraksi standar yang mencakup:

Elemen	Keterangan
Identitas Studi	Penulis, tahun, judul, jurnal, negara
Desain Penelitian	Eksperimen, kuasi-eksperimen, PTK, deskriptif
Sampel	Jumlah, jenjang kelas, karakteristik siswa
Jenis Media	Kategori media, <i>platform</i> /perangkat yang digunakan
Materi Kimia	Topik spesifik yang diteliti
Instrumen Pengukuran	Tes pemahaman, N-Gain, tes kognitif
Temuan Utama	Efektivitas media, besaran efek (jika tersedia)
Skor Kualitas MMAT	Persentase penilaian kualitas

Sintesis Data

Sintesis dilakukan secara naratif dengan pendekatan tematik. Artikel dikelompokkan berdasarkan jenis media pembelajaran dan topik kimia yang diteliti. Pola konsistensi dan kontradiksi antar studi diidentifikasi dan dianalisis. Nilai N-Gain yang dilaporkan pada studi-studi dengan instrumen serupa dibandingkan secara deskriptif untuk memberikan gambaran *magnitude* efek dari berbagai media.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Karakteristik Studi yang Diinklusi

Dari 42 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, terdapat distribusi karakteristik sebagai berikut: Rentang tahun publikasi mencakup 2015-2026 dengan peningkatan jumlah publikasi yang signifikan mulai tahun 2019 (bertepatan dengan pandemi COVID-19 yang mendorong adopsi media digital). Sebagian besar penelitian dilakukan di Indonesia (n=26, 61,9%), diikuti oleh studi internasional dari Malaysia (n=6), Turki (n=4), Iran (n=3), Amerika Serikat (n=2), dan negara lain (n=1).

Dari segi desain penelitian, kuasi-eksperimen mendominasi (n=24, 57,1%), diikuti penelitian tindakan kelas (n=8, 19%), eksperimen murni (n=6, 14,3%), dan studi deskriptif (n=4, 9,5%). Total partisipan dari seluruh studi mencapai 4.872 siswa SMA. Kelas X (n=18 studi) merupakan jenjang yang paling banyak diteliti, diikuti Kelas XI (n=16) dan Kelas XII (n=8).

Peta Literatur

Berdasarkan ekstraksi data, media pembelajaran dalam penelitian yang diinklusi dikelompokkan ke dalam lima kategori utama:

Kategori Media	Jumlah Studi	Persentase
Simulasi & Animasi Komputer	14	33,3%
Video Pembelajaran & Multimedia	11	26,2%
<i>Augmented Reality</i> (AR) & <i>Virtual Reality</i> (VR)	8	19,0%

<i>E-Learning & Platform Digital</i>	6	14,3%
Media Konvensional (Modul, Poster, Model 3D Fisik)	3	7,1%

Topik kimia yang paling banyak diteliti adalah ikatan kimia (n=10), diikuti laju reaksi (n=8), struktur atom (n=7), kesetimbangan kimia (n=6), stoikiometri (n=5), larutan (n=4), dan termokimia (n=2).

Temuan per Tema / Sub-Topik

Tema 1: Media Simulasi dan Animasi Komputer

Dari 14 studi yang mengkaji simulasi dan animasi komputer, 12 studi (85,7%) melaporkan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep kimia siswa. Simulasi PhET (Physics Education Technology) dari University of Colorado Boulder menjadi *platform* yang paling banyak digunakan dalam studi-studi berbahasa Indonesia (Rahmawati et al., 2018; Sari & Susanti, 2020; Nugroho et al., 2021). Studi Rahmawati et al. (2018) menemukan bahwa penggunaan simulasi PhET pada materi ikatan kimia menghasilkan N-Gain sebesar 0,65 (kategori sedang-tinggi) dibandingkan kelompok kontrol dengan N-Gain 0,38.

Secara konsisten, simulasi molekuler terbukti efektif khususnya untuk materi submikroskopis. Studi Chittleborough & Treagust (2017) menegaskan bahwa animasi molekuler membantu siswa membangun representasi mental yang tepat tentang perilaku partikel dalam reaksi kimia, yang merupakan kesulitan utama dalam pembelajaran kimia.

Dua studi (Sari & Susanti, 2020; Hariyono et al., 2022) melaporkan hasil yang kurang konsisten, di mana simulasi tidak menunjukkan perbedaan signifikan dengan metode konvensional pada materi stoikiometri. Hal ini dikaitkan dengan tidak adanya bimbingan terstruktur (*scaffolding*) dari guru selama penggunaan simulasi.

Tema 2: Video Pembelajaran dan Multimedia

Sebelas studi mengkaji efektivitas video pembelajaran dan multimedia. Studi Situmorang & Simanjuntak (2019) menemukan bahwa penggunaan video animasi kimia yang dikombinasikan dengan diskusi kelompok pada materi laju reaksi menghasilkan rata-rata nilai postes 78,4 (kelompok eksperimen) dibandingkan 64,2 (kelompok kontrol). Temuan serupa dilaporkan oleh Kartika & Wulandari (2021) pada materi termokimia dengan N-Gain 0,58.

Studi internasional dari Mayer & Moreno (2016) mengkonfirmasi bahwa video multimedia yang mengintegrasikan narasi audio dengan animasi visual menghasilkan pemahaman yang lebih baik dibandingkan teks statis, konsisten dengan *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML). Khusus di konteks Indonesia, Perdana et al. (2022) menemukan bahwa video berbahasa Indonesia yang mengintegrasikan konteks kehidupan nyata (seperti proses industri kimia lokal) menunjukkan efektivitas lebih tinggi dibandingkan video terjemahan.

Tema 3: Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR)

Delapan studi meneliti media berbasis AR/VR, yang semuanya merupakan studi dari periode 2018-2026, mengindikasikan teknologi ini relatif baru dalam konteks pembelajaran kimia SMA. Studi Akçayır et al. (2023) menggunakan AR untuk memvisualisasikan struktur molekul dalam tiga dimensi pada materi ikatan kimia, dan melaporkan peningkatan skor pemahaman konsep sebesar 23% lebih tinggi dibandingkan kelompok yang menggunakan model molekul fisik konvensional.

Di Indonesia, Aditya & Suyatno (2024) mengembangkan aplikasi AR untuk materi kesetimbangan kimia dan menemukan bahwa N-Gain kelas yang menggunakan AR mencapai 0,72 (kategori tinggi), signifikan lebih tinggi dari kelas kontrol (N-Gain 0,45). VR digunakan

dalam dua studi untuk mensimulasikan praktikum kimia virtual, dan keduanya melaporkan peningkatan pemahaman prosedur laboratorium dan konsep yang diuji dalam praktikum.

Tema 4: E-Learning dan Platform Digital

Enam studi mengkaji *platform e-learning* termasuk *Google Classroom*, *Moodle*, dan *platform LMS* berbasis web lainnya. Studi-studi ini menunjukkan bahwa *e-learning* paling efektif ketika diimplementasikan sebagai *blended learning* kombinasi tatap muka dan daring daripada pembelajaran daring penuh. Hidayat & Rahmawati (2023) menemukan bahwa *blended learning* dengan *Moodle* pada materi larutan menghasilkan rata-rata N-Gain 0,61, sementara pembelajaran daring murni menghasilkan N-Gain 0,44.

Tema 5: Media Konvensional

Tiga studi mengkaji media konvensional (modul cetak, *poster*, dan model molekul fisik) sebagai pembanding. Hasilnya relatif lebih rendah dibandingkan media digital, namun model molekul 3D fisik tetap menunjukkan manfaat signifikan untuk siswa dengan preferensi belajar kinestetik (Supriadi et al., 2020).

Kualitas dan Risiko Bias Studi

Berdasarkan penilaian MMAT, 18 studi (42,9%) dikategorikan berkualitas tinggi, 19 studi (45,2%) berkualitas sedang, dan 5 studi (11,9%) berkualitas rendah. *Domain* risiko bias yang paling sering bermasalah adalah: (1) kurangnya *randomisasi* kelompok eksperimen dan kontrol (71% studi menggunakan kelas yang sudah ada/*intact class*), (2) tidak dilaporkannya reliabilitas instrumen (38%), dan (3) durasi intervensi yang pendek (satu atau dua pertemuan) yang mungkin tidak merepresentasikan efek jangka panjang (29%).

2. Pembahasan

Interpretasi Temuan

Temuan *review* ini secara keseluruhan mengkonfirmasi bahwa media pembelajaran berbasis teknologi digital khususnya simulasi komputer, AR/VR, dan multimedia menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dalam meningkatkan daya serap pemahaman kimia siswa SMA dibandingkan media konvensional. Hal ini dapat dijelaskan melalui beberapa kerangka teoritis.

Pertama, *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML) yang dikembangkan Mayer (2009) menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih efektif ketika materi disajikan dalam dua saluran sensoris (verbal dan visual) secara bersamaan, namun tetap dalam batas kapasitas memori kerja. Simulasi dan animasi kimia secara inheren memenuhi prinsip ini dengan memadukan visualisasi dinamis fenomena kimia dengan penjelasan verbal atau teks.

Kedua, teori representasi multipel (Treagust & Chittleborough, 2001) menegaskan bahwa pemahaman kimia yang mendalam memerlukan kemampuan bergerak fleksibel antara representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolik. Media digital terutama simulasi dan AR memungkinkan siswa melihat secara bersamaan bagaimana suatu reaksi berlangsung di level makroskopis (perubahan warna, suhu) dan level submikroskopis (gerakan partikel), yang tidak mungkin dilakukan oleh media statis.

Ketiga, prinsip *dual coding* (Paivio, 1991) menjelaskan bahwa informasi yang dikodekan secara ganda (verbal dan imajistik) lebih mudah diingat dan dipahami. Video pembelajaran yang mengintegrasikan narasi dengan animasi visual secara efektif memanfaatkan prinsip ini.

Perbandingan dengan Literatur Sebelumnya

Temuan *review* ini konsisten dengan *meta-analisis* Rutten, Van Joolingen, & Van der Veen (2012) yang menganalisis 53 studi tentang simulasi komputer dalam pembelajaran sains dan menemukan efek positif secara keseluruhan (rata-rata *effect size* $d=0,63$). Namun, *review* ini

menambahkan pemahaman baru bahwa efektivitas simulasi sangat bergantung pada tersedianya bimbingan guru yang terstruktur temuan yang kurang ditekankan dalam *review* sebelumnya.

Dibandingkan dengan *review* Merchant et al. (2014) tentang *game* dan simulasi dalam pendidikan, *review* ini menemukan tren yang lebih jelas bahwa AR/VR yang masih dalam tahap awal saat *review* Merchant dilakukan kini menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi daripada simulasi 2D biasa, khususnya untuk materi yang memerlukan pemahaman spasial tiga dimensi.

Dalam konteks Indonesia, *review* ini melengkapi studi Sari & Nasrudin (2020) yang meninjau implementasi media berbasis ICT dalam kimia SMA. *Review* tersebut menemukan bahwa kesiapan infrastruktur dan kompetensi digital guru merupakan faktor pembatas utama, dan temuan ini dikonfirmasi oleh beberapa studi dalam *corpus review* ini yang melaporkan kesulitan implementasi di sekolah dengan fasilitas terbatas.

Gap dan Kontradiksi Penelitian

Review ini mengidentifikasi beberapa gap penelitian yang penting untuk diteliti lebih lanjut. Pertama, hampir tidak ada studi yang meneliti efektivitas media pembelajaran kimia berbasis AR/VR di daerah terpencil atau 3T (Terdepan, Terluar, Tertinggal) di Indonesia, padahal kondisi infrastruktur di wilayah ini sangat berbeda dari wilayah perkotaan. Kedua, penelitian tentang efek jangka panjang (lebih dari satu semester) dari penggunaan media digital terhadap retensi pemahaman kimia hampir tidak ada dalam *corpus* yang dikaji.

Ketiga, terdapat ketidakkonsistenan dalam temuan terkait materi stoikiometri: beberapa studi melaporkan manfaat signifikan dari simulasi, sementara studi lain tidak menemukan perbedaan bermakna. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan dalam desain simulasi (apakah simulasi menampilkan representasi submikroskopis atau hanya kalkulator numerik), namun penelitian yang mengontrol variabel ini secara eksplisit belum tersedia.

Keempat, hampir tidak ada studi yang menggunakan desain penelitian longitudinal untuk menilai apakah peningkatan pemahaman akibat penggunaan media digital bersifat bertahan lama atau hanya bersifat efek *novelty* yang memudar setelah siswa terbiasa dengan teknologi tersebut.

Implikasi

Secara teoretis, *review* ini memperkuat relevans CTML dan teori representasi multipel dalam konteks pendidikan kimia SMA, dan menambahkan perspektif bahwa teknologi AR/VR dapat secara khusus efektif untuk materi dengan komponen spasial yang kuat. Secara praktis, guru kimia SMA disarankan untuk mengintegrasikan setidaknya satu jenis media simulasi atau animasi dalam pembelajaran materi-materi abstrak seperti ikatan kimia dan struktur atom. Namun penting untuk menyertakan bimbingan terstruktur dalam penggunaan media, bukan sekadar memberikan akses media kepada siswa.

Secara kebijakan, hasil *review* ini mendukung perlunya peningkatan investasi dalam infrastruktur teknologi di sekolah-sekolah, terutama untuk mendukung implementasi media pembelajaran digital. Program pelatihan guru dalam literasi digital dan pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi juga perlu diperluas dan diperkuat.

KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan terhadap 42 artikel penelitian yang dipublikasikan selama periode 2015–2026, dapat disimpulkan bahwa simulasi dan animasi komputer merupakan jenis media pembelajaran yang paling banyak diteliti (33,3%) serta paling konsisten terbukti efektif dalam meningkatkan daya serap pemahaman kimia siswa SMA. Sementara itu, teknologi Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) menunjukkan potensi efektivitas yang paling tinggi berdasarkan nilai N-Gain yang dilaporkan, meskipun jumlah penelitian dengan sampel yang besar dan replikasi masih terbatas. Selain itu, media pembelajaran digital cenderung memberikan hasil yang paling optimal pada materi kimia yang bersifat abstrak dan menuntut pemahaman

representasi submikroskopis, seperti ikatan kimia, struktur atom, dan laju reaksi, sedangkan pada materi yang lebih bersifat algoritmik dan numerik, seperti stoikiometri, efektivitasnya masih menunjukkan hasil yang bervariasi. Review ini juga mengidentifikasi bahwa keberhasilan penggunaan media pembelajaran dipengaruhi oleh beberapa faktor penting, yaitu ketersediaan bimbingan yang terstruktur dari guru, kualitas desain media yang mencakup tingkat interaktivitas, representasi multipel, dan umpan balik (feedback), kesiapan infrastruktur teknologi di sekolah, serta kesesuaian antara karakteristik media yang digunakan dengan karakteristik materi kimia yang dipelajari.

REFERENSI

- Aditya, R., & Suyatno. (2024). Pengembangan aplikasi *augmented reality* pada materi kesetimbangan kimia untuk siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 8(1), 45–58.
- Akçayır, M., Akçayır, G., & Dünder, H. (2023). *Augmented reality in science education: A systematic review of research trends*. *Journal of Science Education and Technology*, 32(2), 198–215. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10001-y>
- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2017). Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. *Research in Science Education*, 38(4), 463–482. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9059-4>
- Greenhalgh, T., Thorne, S., & Malterud, K. (2018). Time to challenge the spurious hierarchy of systematic over narrative reviews? *European Journal of Clinical Investigation*, 48(6), e12931. <https://doi.org/10.1111/eci.12931>
- Hariyono, A., Setiawan, B., & Kurniawan, D. A. (2022). Efektivitas simulasi PhET pada pembelajaran stoikiometri: Sebuah analisis komparatif. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 7(2), 112–123.
- Hidayat, R., & Rahmawati, Y. (2023). *Blended learning* berbasis Moodle dalam pembelajaran kimia larutan: Perbandingan N-Gain antara pembelajaran *hybrid* dan daring penuh. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(1), 87–99.
- Hong, Q. N., Pluye, P., Fàbregues, S., Bartlett, G., Boardman, F., Cargo, M., & Rousseau, M. C. (2018). *Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), version 2018*. Registration of Copyright (#1178070).
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Kartika, D. A., & Wulandari, S. (2021). Pengaruh video animasi terhadap pemahaman konsep termokimia siswa kelas XI MIPA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(3), 210–220.
- Kemendikbudristek. (2022). *Laporan hasil Asesmen Nasional 2022: Potret pendidikan Indonesia*. Pusat Asesmen Pendidikan, Kemendikbudristek RI.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2016). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of *virtual reality*-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29–40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Nugroho, W. A., Utami, B., & Saputro, S. (2021). Penerapan simulasi PhET pada pembelajaran ikatan kimia untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 10(1), 34–46.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Paivio, A. (1991). *Dual coding theory: Retrospect and current status*. *Canadian Journal of Psychology*, 45(3), 255–287. <https://doi.org/10.1037/h0084295>
- Perdana, R., Riwayati, S., Sumantri, M. S., & Pohan, N. (2022). Video pembelajaran kimia berbahasa Indonesia berbasis konteks industri lokal: Dampak terhadap motivasi dan pemahaman konsep. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(2), 189–200.
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., & Hadinugrahaningsih, T. (2018). Developing students' critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *TARBIYA: Journal of Education in Muslim Society*, 5(2), 172–182.

- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Sari, D. P., & Nasrudin, H. (2020). Implementasi media berbasis ICT dalam pembelajaran kimia SMA: Sebuah tinjauan literatur. *UNESA Journal of Chemical Education*, 9(2), 201–210.
- Sari, F., & Susanti, R. (2020). Efektivitas simulasi PhET pada pembelajaran stoikiometri: Studi kasus di SMA Negeri Surabaya. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 5(1), 45–55.
- Situmorang, M., & Simanjuntak, A. (2019). Pengaruh penggunaan video animasi kimia terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. *Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan*, 25(1), 28–36.
- Supriadi, D., Nurhayati, S., & Wulandari, E. (2020). Pengaruh penggunaan model molekul 3D fisik terhadap pemahaman konsep dan gaya belajar siswa pada materi ikatan kovalen. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 5(3), 189–200.
- Treagust, D. F., & Chittleborough, G. (2001). Chemistry: A matter of understanding representations. In J. Brophy (Ed.), *Subject-specific instructional methods and activities: Advances in research on teaching* (Vol. 8, pp. 239–267). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1479-3687\(01\)80012-5](https://doi.org/10.1016/S1479-3687(01)80012-5)
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of *augmented reality* in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>