

ANALISIS PENGARUH MEDIA VISUAL DAN SIMULASI DIGITAL TERHADAP PEMAHAMAN IKATAN KIMIA: *SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

Ali Azhar Herdiansyah¹, Ayu Rahayu Nurhajati², Fadilah Nurfalah³, R. Aida Ekaputri Soviyana⁴, Afridha Laily Alindra⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Pendidikan Indonesia

Alamat E-mail : ¹ali.azhar393@upi.edu, ²ayurahayunurhajati.21@upi.edu, ³fadilahnurfalah12@upi.edu, ⁴raidaekaputris@upi.edu, ⁵afridhalaily@upi.edu

ABSTRACT

Chemical bonding is widely recognized as a challenging topic due to its abstract nature and reliance on submicroscopic representations, which often hinder students' conceptual understanding. This study aims to systematically examine the effects of visual media and digital simulations on students' understanding of chemical bonding using a Systematic Literature Review approach. Relevant studies were identified from major academic databases based on predefined inclusion criteria, including publications between 2021 and 2026 and a clear focus on the use of visual or simulation-based learning in chemistry education. The synthesis of the selected studies reveals that visual media, such as diagrams and animations, play a significant role in facilitating the representation of abstract concepts, while digital simulations enhance interactivity and promote deeper conceptual engagement. Furthermore, the integration of both instructional approaches consistently demonstrates greater effectiveness compared to conventional teaching methods. These findings highlight the potential of combining visual and simulation-based media to support meaningful learning in chemical bonding.

Keywords: visual media, digital simulation, chemical bonding, conceptual understanding

ABSTRAK

Materi ikatan kimia merupakan salah satu topik yang sulit dipahami karena bersifat abstrak dan melibatkan representasi mikroskopik. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang dapat membantu peserta didik memvisualisasikan konsep secara lebih konkret. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan media visual dan simulasi digital terhadap pemahaman ikatan kimia melalui pendekatan *Systematic Literature Review*. Artikel yang dikaji diperoleh dari berbagai database ilmiah dengan kriteria inklusi berupa publikasi pada rentang tahun 2021–2026 serta relevan dengan topik penelitian. Hasil kajian menunjukkan bahwa media visual, seperti gambar dan animasi, mampu memperjelas konsep abstrak, sementara simulasi digital memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mendukung pemahaman konseptual. Selain itu, kombinasi keduanya cenderung menghasilkan peningkatan pemahaman yang lebih optimal

dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Secara keseluruhan, integrasi media visual dan simulasi digital memberikan kontribusi positif terhadap pemahaman ikatan kimia.

Kata Kunci: media visual, simulasi digital, ikatan kimia, pemahaman konsep

A. PENDAHULUAN

Ikatan kimia merupakan salah satu konsep fundamental dalam pembelajaran kimia yang berperan sebagai prasyarat untuk memahami berbagai materi lanjutan, seperti reaksi kimia, kesetimbangan, dan elektrokimia (Sirhan, 2007, dalam Ilyasa & Dwiningsih, 2020). Penguasaan konsep ini menjadi penting karena berkaitan langsung dengan kemampuan peserta didik dalam menjelaskan fenomena kimia secara menyeluruh. Namun demikian, karakteristik materi ikatan kimia yang bersifat abstrak dan berada pada level submikroskopis menyebabkan konsep ini sulit dipahami, karena tidak dapat diamati secara langsung oleh indera (Adytia & Dwiningsih, 2018, dalam Ilyasa & Dwiningsih, 2020). Oleh karena itu, peserta didik dituntut memiliki kemampuan representasional, yaitu kemampuan untuk memvisualisasikan fenomena yang tidak terlihat, guna memahami konsep ikatan kimia secara utuh.

Permasalahan dalam pembelajaran ikatan kimia tergolong kompleks dan telah banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian. Hasil pra-penelitian di SMAN 1 Krian menunjukkan bahwa 52% peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami submateri ikatan ion. Secara lebih rinci, sebanyak 84% peserta didik mengalami kesalahan dalam mendefinisikan ikatan ion, 76% kesulitan menjelaskan proses pembentukan senyawa ion, dan 88% tidak mampu mengelompokkan senyawa yang memiliki ikatan ion (Ilyasa & Dwiningsih, 2020). Temuan ini sejalan dengan penelitian Husain, A., Nurjanah, A. S., Azimaturaviah, Priyadi, D., Ghofur, M. A., & Mulyanti, S. (2023) yang menyatakan bahwa sifat abstrak dari materi ikatan kimia menjadi salah satu penyebab utama rendahnya pemahaman peserta didik. Kesulitan tersebut juga dipengaruhi oleh keterbatasan peserta didik dalam mengintegrasikan tiga level representasi kimia, yaitu makroskopik,

submikroskopik, dan simbolik, yang seharusnya dipahami secara terpadu (Chandrasegaran, dkk., 2007, dalam Akbar & Djakariah, 2025).

Urgensi penelitian ini didasarkan pada kebutuhan untuk menghadirkan inovasi pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman konsep ikatan kimia secara lebih efektif, terutama mengingat karakteristik materi yang abstrak dan sulit diamati secara langsung. Perkembangan teknologi informasi membuka peluang besar dalam pemanfaatan media pembelajaran digital sebagai solusi untuk mengatasi kesulitan tersebut, di mana Artika dan Widiani (2024) serta Novriandami, dkk., (2023) dalam Marbun, K. R. L., Siregar, M., Boangmanalu, M. M., Simamora, L., Silaban, R. G. P., & Saragih, J. R. (2025) menunjukkan bahwa integrasi teknologi dapat mendukung penyajian materi secara lebih menarik dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik. Media visual dan simulasi digital, seperti animasi, model tiga dimensi, dan multimedia interaktif, memungkinkan representasi konsep submikroskopis menjadi lebih konkret dan mudah dipahami, sehingga peserta didik dapat membangun pemahaman melalui proses

eksplorasi. Hal ini diperkuat oleh temuan Ilyasa dan Dwiningsih (2020) yang menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif berbasis *Unity* mampu meningkatkan hasil belajar ikatan ion dengan nilai N-gain berkategori tinggi (0,8–1,0), yang mengindikasikan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep. Selain itu, teknologi *augmented reality* juga terbukti efektif dalam membantu visualisasi struktur atom dan bentuk molekul secara lebih nyata serta mengurangi miskonsepsi (Putra & Yuhelman, 2025; Musyadi dkk., 2025, dalam Marbun dkk., 2025). Dengan demikian, pemanfaatan media visual dan simulasi digital tidak hanya menjadi alternatif, tetapi merupakan kebutuhan mendesak dalam pembelajaran kimia untuk menjembatani keterbatasan representasi peserta didik dan meningkatkan kualitas pemahaman konsep secara menyeluruh.

Meskipun demikian, kajian mengenai efektivitas media pembelajaran digital dalam pembelajaran kimia masih menunjukkan adanya kesenjangan penelitian. Sebagian besar studi terdahulu cenderung berfokus pada satu jenis media tertentu atau pada

materi kimia secara umum, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif terkait efektivitas komparatif antar berbagai jenis media, khususnya pada materi ikatan kimia. Husain dkk., (2023) dalam kajian literturnya telah mengklasifikasikan media pembelajaran menjadi berbasis teknologi dan non-teknologi, namun belum menganalisis secara mendalam efektivitas masing-masing jenis media terhadap pemahaman konsep ikatan kimia. Selain itu, Akbar dan Djakariah (2025) dalam tinjauan literatur sistematis mengenai media berbasis multiple representasi juga belum secara spesifik mengkaji pengaruhnya terhadap materi ikatan kimia. Purnomo, F. S., Kharisma, S., & Rahmawan, S. (2026) turut mengonfirmasi bahwa media digital seperti e-modul, animasi, dan augmented reality efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep kimia secara umum, tetapi kajian yang berfokus khusus pada materi ikatan kimia masih terbatas.

Berdasarkan permasalahan, urgensi, dan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis pengaruh media visual dan simulasi digital terhadap pemahaman konsep

ikatan kimia melalui pendekatan *systematic literature review*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai jenis media pembelajaran yang paling efektif serta rekomendasi implementasinya dalam pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep ikatan kimia pada peserta didik.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengkaji bagaimana media visual dan simulasi digital memengaruhi pemahaman ikatan kimia. Metode ini dipilih karena bersifat sistematis dan terstruktur, yang memungkinkan para peneliti memetakan pengetahuan terkini dan mengidentifikasi celah riset yang relevan (Snyder, 2019). Dampak media visual dan simulasi digital terhadap pemahaman ikatan kimia diidentifikasi, diteliti, dan dirangkum menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Menurut Moher et al. (2010), prosedur SLR ini mengikuti pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Diagram alur PRISMA

digunakan untuk memvisualisasikan tahapan seleksi dan penyaringan literatur, yang terdiri dari identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan inklusi akhir. Pencarian literatur dilakukan melalui perangkat lunak Publish or Perish (PoP) dengan basis data Google Scholar karena memiliki koleksi penelitian ilmiah yang cukup luas. Kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebelumnya digunakan untuk memilih artikel-artikel tersebut. Platform Covidence digunakan sepanjang proses seleksi dan ekstraksi data guna memastikan objektivitas, keseragaman, dan transparansi proses tinjauan.

Kriteria Inklusi

Para peneliti secara sistematis menyusun serangkaian kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan bahwa literatur yang dievaluasi dalam penelitian ini relevan dan sejalan dengan tujuan penelitian. Baik pada tahap abstrak maupun pada teks lengkap dalam proses penyaringan penelitian, kriteria-kriteria ini berfungsi sebagai panduan untuk menjamin kualitas dan kesesuaian data yang dievaluasi. Pendekatan PICOS (*Population, Intervention, Comparator, Outcome, Study Characteristic*) yang dikemukakan

oleh Kitchenham, B., & Charters, S. (dalam Keele, 2007) berfungsi sebagai landasan untuk pengembangan kerangka kerja kelayakan ini. Rincian lengkap kriteria kelayakan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kerangka Kelayakan
Berdasarkan PICOS

Criteria	Include	Exclude
<i>Population</i>	• Peserta didik yang mempelajari kimia (jenjang SD, SMP, SMA, dan mahasiswa) • Peserta didik usia 10-18 • Studi yang membahas <i>chemical bonding</i>	• Guru/dosen • Populasi umum (non-pendidikan) • Studi kimia tanpa fokus pembelajaran
<i>Intervention</i>	• Media visual (gambar, animasi, video pembelajaran) • Simulasi digital (PhET, virtual lab, AR/VR) • Kombinasi	• Pembelajaran konvensional tanpa media visual/digital • Media non-visual (power point, ceramah, atau teks) • Studi teknologi umum tanpa kaitan langsung dengan ikatan kimia
<i>Comparator</i>	• Dibandingkan dengan metode konvensional tanpa media visual/digital • Dibandingkan dengan media lain	• Studi tanpa konteks pembelajaran • Tidak jelas bagaimana

Criteria	Include	Exclude
Outcome	• Atau tanpa pembanding (<i>single group</i>) selama tetap relevan • Pemahaman konsep ikatan kimia • Hasil belajar (kognitif)	• intervensi diterapkan • Hanya mengukur motivasi/minat tanpa data pemahaman • <i>Outcome</i> tidak terkait dengan pembelajaran ikatan kimia
Study Characteristics	• Artikel jurnal <i>peer-reviewed</i> • Tahun publikasi 2021-2026 • Bahasa Inggris dan bahasa Indonesia • Metode: • Kuantitatif (ekperimen, quasi) • Kualitatif • <i>Mixed methods</i>	• Prosiding tanpa <i>peer-reviewed</i> • Skripsi, tesis, atau disertasi • Artikel sebelum 2021 • Editorial, opini, <i>book chapter</i>
Other criteria	• <i>Open access (full text accessible)</i> • Studi relevan langsung dengan kata kunci: • <i>Visual media</i> • <i>Digital simulation</i> • <i>Chemical bonding</i>	• <i>Close access</i> (tidak tersebut <i>full text</i>) • Duplikasi artikel • Artikel yang tidak relevan setelah <i>screening abstract/full text</i>

Strategi Pencarian

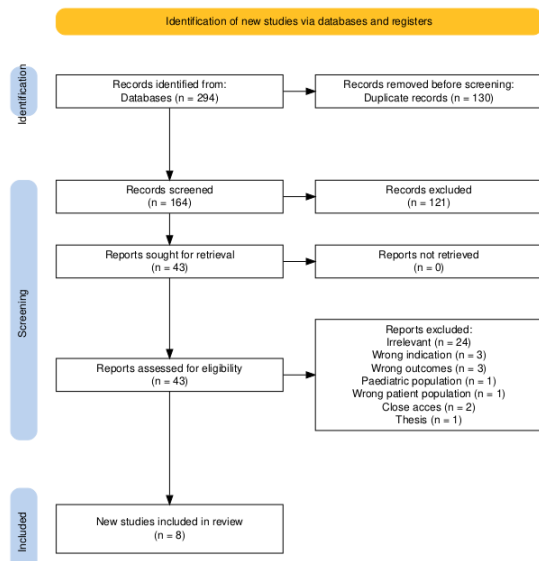
Basis data Google Scholar digunakan untuk tinjauan pustaka. Metode ini, yang memanfaatkan

perangkat lunak Covidence sebagai alat untuk menyaring dan mengevaluasi publikasi secara sistematis, dirancang untuk memastikan bahwa pemilihan studi dilakukan secara imparial dan objektif.

Pencarian literatur dilakukan melalui perangkat lunak Publish or Perish (PoP) dengan basis data Google Scholar karena memiliki repository besar untuk studi akademis. Sintaks pencarian tersebut disusun dengan mempertimbangkan komponen utama studi ini, yaitu sudut pandang guru dan dukungan *Self-Regulated Learning Support* (SLLS). Kombinasi istilah kunci, sinonim, dan konsep terkait digunakan untuk menyusun istilah pencarian atau kata kunci berdasarkan temuan dari tinjauan literatur sebelumnya.

Kombinasi kata kunci yang digunakan, antara lain ("*visual learning*" OR "*visual media*" OR "*digital simulation*") AND ("*chemical bonding*") AND ("*understanding*") AND ("*review*") AND (2021 OR 2022 OR 2023 OR 2024 OR 2025). Strategi pencarian ini diadaptasi sesuai dengan ciri khas setiap basis data.

Proses Penyaringan



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA Pencarian dan Penyaringan Literatur

Pada awal proses, basis data Google Scholar berisi 294 publikasi ilmiah. Selanjutnya, publikasi-publikasi tersebut diidentifikasi, diteliti, dan ditambahkan. Dari 294 makalah ilmiah tersebut, 130 di antaranya teridentifikasi sebagai duplikat pada tahap identifikasi, sehingga tersisa 164 publikasi ilmiah. Berdasarkan judul dan abstraknya, 43 artikel ilmiah dinyatakan tidak memenuhi syarat selama fase penyaringan. Setelah menerapkan filter konteks pada 43 makalah ilmiah ini, ditemukan bahwa 24 di antaranya tidak relevan, 3 memiliki indikasi yang tidak tepat, 3 memiliki hasil yang tidak akurat, 1 memiliki populasi pediatrik, 1 memiliki populasi yang salah, 2 tidak bersifat akses terbuka, dan 1 merupakan

tesis. Akibatnya, hasil akhir analisis menghasilkan delapan studi konferensi baru yang menjadi bagian dari penelitian ini.

Ekstraksi dan Analisis Data

Dalam proses analisis data, digunakan metode deduktif dan induktif. Setelah memilih delapan artikel dan memverifikasi kelayakannya sesuai dengan kriteria inklusi, setiap artikel dianalisis menggunakan pengkodean terbuka induktif. Peneliti menandai bagian-bagian penting yang relevan dengan penelitian ini.

Setelah itu, digunakan prosedur konseptual untuk mengelompokkan temuan pengkodean terbuka ke dalam kategori-kategori analitis. Dalam hal ini, peneliti menyusun kerangka kerja klasifikasi berdasarkan kode-kode yang berulang. Peneliti menyusun matriks data dengan komponen-komponen berikut untuk memperkuat kerangka kerja analitis tersebut: (1) *tittle*, (2) *author(s) and year*, (3) *design*, (4) *media type*, (5) *topic*, (6) *outcome*, dan (7) *results*.

Untuk meningkatkan keandalan, dilakukan analisis data. Untuk memastikan konsistensi dalam menafsirkan hasil pengkodean, dilakukan penyelarasan data. Apabila

terdapat perbedaan pendapat, hal tersebut dibahas hingga tercapai kesepakatan. Perangkat lunak spreadsheet digunakan untuk mengkode dan mengatur seluruh data guna menjamin transparansi dan keterlacakan proses analisis. Hasil akhir dari proses analisis dituangkan dalam bentuk tabel ringkasan temuan **Tabel 2**, yang kemudian digunakan sebagai dasar pembahasan terkait pengaruh media visual dan simulasi

digital terhadap pemahaman ikatan kimia.

C.HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan data utama dari delapan artikel yang sesuai dalam tinjauan literatur sistematis. Karakteristik umum dari masing-masing penelitian diringkas secara komprehensif pada **Tabel 2** untuk analisis lebih lanjut, sebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik Umum Penelitian

No	Judul	Penulis (Tahun)	Design Penelitian	Tipe Media Pembelajaran	Topik Pembelajaran	Hasil yang Diukur	Hasil Penelitian
1.	<i>Augmented Reality-Based Flashcards to Improve Senior High School Students' Visual Intelligence in Chemistry Learning</i>	Nadila, S. P. R., & Dwiningih, K. (2026)	<i>Research and Development (R&D)</i> dengan Model ADDIE	<i>Flashcard</i> berbasis <i>Augmented Reality (AR)</i>	Ikatan Kovalen	Kecerdasan Visual	Media dikategorikan sangat layak dan efektif meningkatkan kecerdasan visual siswa. Media memperoleh skor validasi median 4 (valid), kepraktisan sebesar 90,04%, serta nilai N-Gain 0,79 dengan kategori tinggi dan sig. 0,000 (<0,05), sehingga efektif meningkatkan kecerdasan visual siswa.
2.	<i>Chemical Bonding Successful Learning Using the "Chebo"</i>	Lutfi, A., dkk. (2021)	<i>Case Study</i> dengan pendekatan Kuasi-	Game Komputersasi ("Chebo Collect Game")	Ikatan Kimia	Aktivitas belajar, respon siswa, dan ketercapaian	Penelitian ini membuktikan keberhasilan game komputer "Chebo"

N o	Judul	Penulis (Tahun)	Design Penelitian	Tipe Media Pembelaj aran	Topik Pembelaj aran	Hasil yang Diukur	Hasil Penelitian
	<i>Collect Game": A Case Study</i>		Eksperimen			ian tujuan pembelaj aran	Collect" melalui lonjakan drastis pada pemahaman materi siswa kelompok eksperimen. Saat <i>pre-test</i> , tingkat ketuntasan mereka berada di angka 0% dengan nilai tertinggi 40, namun setelah belajar menggunaka n game, ketuntasan klasikal pada <i>post-test</i> melesat hingga 93,7% dinyatakan lulus dan nilai tertinggi mencapai 90. Keberhasilan ini jauh mengungguli kelompok kontrol dengan metode konvensional yang ketuntasan akhirnya hanya mandek di angka 20%. Bukti efektivitas ini diperkuat oleh kuesioner minat siswa, di mana 96,8% siswa setuju bahwa materi kimia menjadi jauh

N o	Judul	Penulis (Tahun)	Design Penelitian	Tipe Media Pembelaj aran	Topik Pembelaj aran	Hasil yang Diukur	Hasil Penelitian
							lebih mudah dipahami dan mereka tidak merasa bosan, sementara 93,7% siswa mengaku lebih senang belajar, serta 100% siswa merasa waktu belajar tidak lagi terasa lama atau menjenuhkan .
3.	<i>Systematic literature review: Application of scratch-based interactive learning media in supporting chemical bonding learning</i>	Utami, D. N. F., & Yunita, I. (2025)	<i>Systematic Literature Review (SLR)</i> dengan Protokol PRISMA	Media Pembelajaran Interaktif Berbasis <i>Scratch</i>	Ikatan Kimia	Pemahaman Konseptual dan Keterlibatan Siswa	Media berbasis <i>Scratch</i> efektif meningkatkan pemahaman konseptual dengan rata-rata kenaikan skor sebesar 23,4%.
4.	<i>Exploring the use of a scratch software game on the performance of Students on electronic configuration and hybridization</i>	Amayaw , F. (2024)	<i>Action Research (Penelitian Tindakan)</i>	<i>Scratch Software Game (SSG)</i>	Konfigurasi Elektron dan Hibridisasi	Performa akademik dan pemahaman kesulitan konseptual	Penggunaan <i>Scratch Software Game</i> membantu siswa memvisualisasikan orbital secara konkret dan meningkatkan performa akademik secara signifikan. Nilai rata-rata siswa meningkat dari 33,4% pada pre-test menjadi 72,1% pada post-test setelah penggunaan

N o	Judul	Penulis (Tahun)	Design Penelitian	Tipe Media Pembelaj aran	Topik Pembelaj aran	Hasil yang Diukur	Hasil Penelitian
5.	<i>Development of Animation Content on Chemical Bonding to Enhance Learning of Chemistry at Senior Secondary Schools in Bauchi, Nigeria</i>	Egiri, Y. O., Azi, J. I., & Muhamad, A. (2025)	<i>Quasi-Experimental (Pretest-Posttest)</i>	Konten Animasi Pembelajaran	Ikatan Kimia	Hasil Belajar (<i>Learning Outcome</i> s)	media pembelajaran berbasis game Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan media animasi 3D menggunakan perangkat lunak Blender 4.1 Alpha yang mencakup visualisasi terperinci untuk ikatan kovalen serta ikatan ionik terbukti efektif meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Berdasarkan uji kuantitatif terhadap 140 siswa di 7 sekolah menengah di Bauchi, Nigeria, kelompok eksperimen yang belajar dengan media animasi secara konsisten memperoleh nilai rata-rata (<i>mean</i>) yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang menggunakan metode konvensional (seperti peningkatan

N o	Judul	Penulis (Tahun)	Design Penelitian	Tipe Media Pembelaj aran	Topik Pembelaj aran	Hasil yang Diukur	Hasil Penelitian
							dari 5,5 menjadi 6,4 di GHKUC dan dari 4,2 menjadi 5,9 di GDSSGVB). Keberhasilan ini diperkuat oleh hasil analisis statistik independent sample <i>t-test</i> yang menunjukkan nilai <i>p-value</i> dari seluruh sekolah berada di kisaran 0,0208 hingga 0,0434; angka yang semuanya lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 ini menegaskan bahwa visualisasi animasi sukses mengikis sifat abstrak materi ikatan kimia dan secara nyata meningkatkan pemahaman akademik siswa.
6.	<i>Implementation of the SCCrT-Augmented Reality Model to Improve Students' Critical and Creative Thinking</i>	Saadi, P., dkk. (2025)	<i>Quasi-Experimental (Nonequivalent Control Group)</i>	Model SCCrT berbantuan <i>Augmented Reality</i> (AR)	Ikatan Kimia	Berpikir Kritis, Berpikir Kreatif, dan Literasi Sains	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dalam kelas eksperimen lebih baik dibandingkan

N o	Judul	Penulis (Tahun)	Design Penelitian	Tipe Media Pembelaj aran	Topik Pembelaj aran	Hasil yang Diukur	Hasil Penelitian
	<i>Skills and Science Literacy in Chemical Bonding Concepts</i>						dengan kelas kontrol, nilai <i>post-test</i> mereka mencapai 82.85 dan 83.56, sedangkan nilai kelas kontrol hanya 75.00 dan 74.00. Selain itu, hasil uji <i>t-test</i> independen menunjukkan bahwa nilai $p < 0,05$ dan nilai Cohen $> 0,78$, menunjukkan bahwa penggunaan SCCrT-AR memiliki dampak yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan AR membantu siswa memahami konsep abstrak secara lebih visual dan interaktif sehingga siswa menjadi lebih aktif menganalisis masalah, mengevaluasi informasi, serta menghubungkan

N o	Judul	Penulis (Tahun)	Design Penelitian	Tipe Media Pembelaj aran	Topik Pembelaj aran	Hasil yang Diukur	Hasil Penelitian
7.	<i>Chemical bonding in Swedish upper secondary school education: a force-based teaching model for enhanced understanding</i>	Arvidsson, C. K. (2025)	<i>Lesson Study</i> (Pre-test, Intervensi, Post-test)	<i>Force-Based Visual Models</i> (Diagram Energi & Model Coulombic)	Ikatan Kimia (Ionik & Kovalen)	Struktur Pengetahuan (Hierarkis vs Horizontal)	kan konsep dengan fenomena nyata. Penelitian melibatkan 75 siswa sekolah menengah atas, dengan 67 siswa menyelesaikan <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> . Hasil posttest menunjukkan 59,7% siswa mencapai struktur pengetahuan hierarkis setelah pembelajaran berbasis gaya. Persentase siswa dengan pemahaman horizontal menurun dari 74,6% menjadi 19,4%, sedangkan siswa tanpa struktur pengetahuan yang jelas menurun dari 23,9% menjadi 6,0%. Pendekatan berbasis gaya juga berkorelasi positif dengan nilai kimia yang lebih tinggi. Terdapat peningkatan hasil belajar yang signifikan dengan nilai
8.	<i>Macromedia Flash 8: Learning Media to Enhance Students'</i>	Nasution, H. A., Riswana, S. N., & Kurniawan, E. D.	<i>Quasi-Experimental</i> (Pretest-Posttest)	Multimedia Interaktif Macromedia Flash 8	Ikatan Kimia	Hasil Belajar dan Pemahaman	

N o	Judul	Penulis (Tahun)	Design Penelitian	Tipe Media Pembelajaran	Topik Pembelajaran	Hasil yang Diukur	Hasil Penelitian
	<i>Understanding of Chemical Bonding</i>	A. (2025)	<i>Control Group</i>			Konseptual	<i>N-Gain</i> 0,64, membantu menjembatani representasi mikroskopis kimia.

Berdasarkan data pada Tabel 2, pembahasan ini akan menganalisis peran media digital dalam memvisualisasikan konsep abstrak pada materi ikatan kimia.

Klasifikasi dan Karakteristik Media Digital dalam Pembelajaran Ikatan Kimia

Hasil telaah terhadap delapan publikasi pada **Tabel 2**, menunjukkan bahwa media digital yang digunakan dalam pembelajaran ikatan kimia dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama yang dirancang untuk memperkuat interaktivitas dan pemahaman konseptual siswa.

Kategori pertama adalah *Augmented Reality* (AR), sebagaimana tergambar pada studi ke-1 dan ke-6. Studi ke-1 mengilustrasikan bahwa *AR-based flashcards* yang dikembangkan melalui model ADDIE mampu meningkatkan kecerdasan visual siswa pada materi ikatan kovalen

secara signifikan. Selaras dengan temuan tersebut, studi ke-6 menerapkan model SCCrT berbantuan AR untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, serta literasi sains. Dalam konteks ini, peran guru bergeser dari penyampai informasi menjadi fasilitator digital yang memandu siswa mengamati dan berinteraksi secara langsung dengan representasi molekul dalam ruang nyata, sehingga konsep abstrak dapat divisualisasikan dengan lebih konkret dan bermakna.

Kategori kedua mencakup Gamifikasi dan *Game-Based Learning*, sebagaimana dibahas dalam studi ke-2, ke-3, dan ke-4. Pendekatan ini diawali dengan merancang pengalaman belajar yang memasukkan unsur tantangan dan kompetisi ke dalam topik ikatan kimia. Studi ke-2 melalui "*Chebo Collect Game*" menekankan bahwa elemen permainan dapat mempengaruhi

motivasi serta meningkatkan minat belajar siswa. Sementara itu, studi ke-3 dan ke-4 memanfaatkan platform *Scratch* sebagai media visual interaktif. Studi ke-3 melaporkan bahwa penggunaan *Scratch* berdampak pada peningkatan pemahaman konseptual dengan rata-rata peningkatan skor sebesar 23,4%, sedangkan studi ke-4 menggunakannya untuk memvisualisasikan konfigurasi elektron dan proses hibridisasi secara lebih dinamis. Integrasi elemen misi, simulasi, dan umpan balik langsung memfasilitasi pemahaman siswa terhadap aturan-aturan kimia yang kompleks.

Kategori ketiga adalah Multimedia Interaktif dan Visualisasi Model, yang ditunjukkan melalui studi ke-5, ke-7, dan ke-8. Studi ke-8 menampilkan pemanfaatan Macromedia Flash 8 yang dipadukan dengan model *Discovery Learning* untuk menjembatani berbagai level representasi kimia, menghasilkan peningkatan nilai *N-Gain* sebesar 0,64. Temuan ini sejalan dengan studi ke-5 yang mengembangkan animasi pembelajaran guna mengurangi hambatan abstraksi pada konsep ikatan kimia. Adapun studi ke-7

mengadopsi *force-based model* untuk merepresentasikan interaksi antar partikel sehingga siswa dapat mengamati fenomena mikroskopis secara lebih terstruktur. Media dalam kategori ini berfungsi sebagai sarana belajar mandiri yang memberikan kesempatan bagi siswa menyesuaikan tempo belajarnya masing-masing.

Secara keseluruhan, karakteristik media digital yang dikaji memperlihatkan adanya pergeseran dari media statis menuju platform yang lebih dinamis, adaptif, dan terintegrasi. Mengacu pada Araújo dkk. (2024), tren penelitian pendidikan kimia saat ini menunjukkan peningkatan pemanfaatan teknologi digital untuk memenuhi kebutuhan visualisasi yang kompleks. Dengan demikian, klasifikasi media digital ini tidak hanya menandai pembaruan perangkat pembelajaran, tetapi juga mencerminkan adaptasi terhadap ekosistem pendidikan modern yang menuntut efisiensi kognitif melalui desain multimedia yang tepat. Dengan dukungan kurikulum dan integrasi teknologi yang direncanakan secara matang, media digital berpotensi mengubah kelas kimia menjadi ruang eksplorasi yang memungkinkan siswa

memahami fenomena sub-mikroskopis secara lebih akurat dan mendalam.

Peran Media dalam Menjelaskan Konsep Abstrak dan Mikroskopis dalam Pembelajaran Ikatan Kimia

Hasil telaah terhadap delapan publikasi pada **Tabel 2**, mengindikasikan bahwa materi ikatan kimia, yang sarat dengan konsep sub-mikroskopis seperti gaya elektrostatik dan orbital, memerlukan dukungan media digital sebagai sarana visualisasi yang mampu menjembatani abstraksi tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian studi ke-7, menunjukkan bahwa penerapan model berbasis gaya (*force-based model*) membantu siswa membangun pemahaman mengenai dinamika interaksi atom. Temuan penelitian ini juga memperlihatkan adanya korelasi positif antara kemampuan memvisualisasikan interaksi tersebut dengan capaian nilai kimia yang lebih baik, di mana sekitar 60% siswa berhasil mencapai struktur pengetahuan yang lebih hierarkis. Sejalan dengan itu, studi ke-5 menegaskan bahwa pengembangan animasi pembelajaran dirancang khusus untuk mengatasi masalah abstraksi pada konsep ikatan

sehingga siswa sekolah menengah dapat memperoleh representasi visual yang lebih mudah dipahami.

Selanjutnya, studi ke-4 dan studi ke-3 memberikan bukti bahwa platform interaktif seperti *Scratch* mampu memfasilitasi visualisasi konfigurasi elektron dan hibridisasi orbital yang umumnya sulit dijelaskan melalui media konvensional. Dalam studi ke-4, simulasi *Scratch* digunakan untuk membantu siswa berlatih menempatkan elektron secara langsung dalam konfigurasi tertentu. Sementara itu, studi ke-3 memperkuat temuan tersebut melalui bukti empiris bahwa penggunaan media berbasis *Scratch* dapat meningkatkan pemahaman konseptual dengan rata-rata peningkatan skor sebesar 23,4%. Pengalaman belajar berbasis simulasi ini memberi kesempatan bagi siswa untuk mengkonstruksi pemahaman melalui interaksi langsung dengan logika pemrograman yang memodelkan perilaku partikel, bukan sekadar menghafal teori.

Penggunaan teknologi yang lebih canggih seperti *Augmented Reality* (AR) juga terlihat pada studi ke-1 dan studi ke-6. Studi ke-1 menunjukkan bahwa *flashcard* berbasis AR mampu meningkatkan

kecerdasan visual siswa pada sub-materi ikatan kovalen. Proyeksi geometri molekul dalam format tiga dimensi yang dapat diputar dan diamati dari berbagai sudut membuat eksplorasi konsep menjadi lebih menarik dan fokus siswa meningkat. Temuan ini diperkuat oleh studi ke-6, yang menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran SCCrT berbantuan AR tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains. Temuan tersebut sekaligus menggambarkan pergeseran peran guru dari pengajar tekstual menjadi fasilitator yang membimbing proses eksplorasi digital di kelas.

Selain itu, studi ke-8 melaporkan bahwa penggunaan multimedia interaktif seperti Macromedia Flash 8 yang dipadukan dengan model *Discovery Learning* mampu menghasilkan peningkatan hasil belajar dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,64. Pendekatan ini membantu menghubungkan representasi kimia dari level makroskopis menuju sub-mikroskopis secara terstruktur. Berdasarkan penelitian Widarti dkk. (2024), kesulitan siswa memahami

ikatan kimia sering kali disebabkan oleh tantangan dalam memvisualisasikan struktur mikro. Dengan demikian, penggunaan media interaktif yang diidentifikasi dalam kedelapan studi tersebut berperan penting dalam mengurangi beban kognitif siswa saat menghubungkan simbol kimia dengan realitas molekul. Secara keseluruhan, media digital berfungsi untuk mentransformasikan konsep yang bersifat teoritis menjadi representasi visual yang lebih konkret dan dinamis, sekaligus mendorong lingkungan belajar kimia yang lebih eksploratif dan memotivasi.

Efektivitas Media terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Abad 21 dalam Pembelajaran Ikatan Kimia

Hasil telaah terhadap delapan publikasi pada **Tabel 2**, menunjukkan bahwa pemanfaatan media digital dalam pembelajaran ikatan kimia memberikan dampak positif yang konsisten, baik terhadap capaian kognitif maupun pengembangan keterampilan non-teknis siswa.

Berdasarkan hasil penelitian studi ke-1, penggunaan *AR-based flashcards* terbukti meningkatkan kecerdasan visual siswa dengan nilai *N-Gain* 0,73, yang termasuk kategori efektivitas tinggi. Capaian ini sejalan

dengan temuan studi ke-8, di mana integrasi Macromedia Flash 8 dalam model *Discovery Learning* menghasilkan *N-Gain* sebesar 0,64. Temuan kuantitatif tersebut mengindikasikan bahwa media digital tidak hanya berperan sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai perangkat kognitif yang mempercepat pemahaman konsep, terutama dalam menjembatani representasi makroskopis dan sub-mikroskopis pada materi ikatan kimia.

Selanjutnya, studi ke-3 dan studi ke-4 menambahkan perspektif lain terkait efektivitas platform interaktif Scratch. Studi ke-3 mencatat peningkatan pemahaman konsep sebesar 23,4%, sedangkan studi ke-4 menekankan potensi simulasi Scratch dalam membantu siswa mempraktikkan konfigurasi elektron dan hibridisasi secara mandiri. Temuan ini diperkuat oleh studi ke-5, yang menunjukkan bahwa konten animasi mampu mengurangi tingkat abstraksi materi ikatan kimia. Visualisasi yang dinamis memungkinkan siswa memahami interaksi antar atom dengan lebih mudah sehingga kinerja akademik meningkat bila dibandingkan dengan pendekatan konvensional.

Selain peningkatan capaian akademik, studi ke-6 menunjukkan bahwa penerapan model SCCrT berbantuan *Augmented Reality* juga berdampak pada peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Kelompok eksperimen yang belajar menggunakan media AR memperoleh skor diatas 81, jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang berada pada kisaran 74–75. Hal ini menegaskan bahwa media digital dapat berfungsi sebagai pemicu berkembangnya kemampuan analitis, kreatif, dan literasi sains. Kontribusi serupa ditunjukkan oleh studi ke-2, dimana penggunaan *Chebo Collect Game* terbukti meningkatkan motivasi, minat, dan perubahan perilaku belajar siswa melalui mekanisme permainan yang menantang dan mendorong keterlibatan aktif. Lebih jauh lagi, studi ke-7 menyoroti aspek kualitatif pemahaman siswa.

Penggunaan model berbasis gaya dalam visualisasi interaktif membantu 60% siswa membangun struktur pengetahuan yang bersifat hierarkis, suatu capaian yang jarang diperoleh melalui pembelajaran tradisional yang cenderung menghasilkan pemahaman permukaan. Secara keseluruhan,

hasil kedelapan studi tersebut menunjukkan bahwa media digital tidak hanya memfasilitasi penguasaan konten, tetapi juga menjadi katalis dalam membentuk karakter pembelajar abad ke-21. Efektivitasnya tercermin dari sinergi antara kemampuan analitis, kreativitas pemecahan masalah, serta literasi teknologi. Dengan demikian, media digital tidak sekadar inovasi perangkat pembelajaran, tetapi merupakan fondasi bagi lingkungan belajar yang lebih kolaboratif, menantang, dan relevan dengan tuntutan kompetensi masa depan.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Systematic Literature Review terhadap delapan artikel penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan media visual dan simulasi digital memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konsep ikatan kimia. Media digital mampu membantu peserta didik memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dan submikroskopis, seperti konfigurasi elektron, gaya antarpartikel, orbital, serta pembentukan ikatan kimia, sehingga materi menjadi lebih konkret dan mudah dipahami.

Hasil kajian menunjukkan bahwa berbagai jenis media digital, seperti Augmented Reality (AR), animasi pembelajaran, multimedia interaktif, game berbasis Scratch, serta model visual berbasis gaya, efektif meningkatkan hasil belajar, pemahaman konseptual, dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Selain meningkatkan capaian kognitif, media digital juga berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, literasi sains, dan kemampuan eksploratif peserta didik.

Selain itu, integrasi media visual dan simulasi digital terbukti lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional yang cenderung bersifat tekstual dan kurang interaktif. Penggunaan media yang interaktif dan adaptif mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, memotivasi siswa untuk belajar secara mandiri, serta membantu menghubungkan representasi makroskopis, simbolik, dan submikroskopis dalam kimia.

Dengan demikian, media visual dan simulasi digital dapat menjadi alternatif sekaligus inovasi penting dalam pembelajaran ikatan kimia.

Oleh karena itu, guru dan pendidik disarankan untuk mengintegrasikan teknologi digital secara terencana dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran agar proses belajar menjadi lebih efektif, interaktif, dan relevan dengan perkembangan pendidikan modern.

DAFTAR PUSTAKA

Artikel in Press :

- Adytia, P. F., & Dwiningsih, K. (2018). Developing student worksheet oriented to science literacy in chemical bonding matter to train student's science literacy ability in senior high school. In *Proceedings of the Seminar Nasional Kimia – National Seminar on Chemistry (SNK 2018)* (pp. 192–200). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/snk-18.2018.44>.
- Amayaw, F. (2024). Exploring the use of a scratch software game on the performance of students on electronic configuration and hybridization.
- Arvidsson, C. K. (2025). Chemical bonding in Swedish upper secondary school education: A force-based teaching model for enhanced understanding.
- Egiri, Y. O., Azi, J. I., & Muhammad, A. A. (2025). Development of animation content on chemical bonding to enhance learning of chemistry at senior secondary schools in Bauchi, Nigeria.

Keele, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering (Version 2.3). EBSE Technical Report.

Lutfi, A., et al. (2021). Chemical bonding successful learning using the “Chebo Collect Game”: A case study.

Nadila, S. P. R., & Dwiningsih, K. (2026). Augmented reality-based flashcards to improve senior high school students' visual intelligence in chemistry learning.

Nasution, H. A., Riswana, S. N., & Kurniawan, E. D. A. (2025). Macromedia Flash 8: Learning media to enhance students' understanding of chemical bonding.

Saadi, P., et al. (2025). Implementation of the SCCrT-augmented reality model to improve students' critical and creative thinking skills and science literacy in chemical bonding concepts.

Utami, D. N. F., & Yunita, I. (2025). Systematic literature review: Application of scratch-based interactive learning media in supporting chemical bonding learning.

Jurnal :

- Akbar, J. S., & Djakariah. (2025). Efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis multiple representasi dalam pembelajaran kimia: Tinjauan literatur. *Journal of Chemistry Sciences and Education*, 2(02), 69–78.
- Araújo, L. R., Simões Neto, J. E., Tenório da Silva, J. R. R., & Leite, B. S. (2024). Digital technologies in

- chemistry teaching in the journal *Chemistry Education Research and Practice: An analysis through a systematic literary review*. *Latin American Journal of Science Education*, 11, 12001.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293–307. <https://doi.org/10.1039/B7RP90006F>
- Husain, A., Nurjanah, A. S., Azimaturaviah, Priyadi, D., Ghofur, M. A., & Mulyanti, S. (2023). Review literatur: Analisis media pembelajaran terhadap pemahaman konsep siswa pada materi ikatan kimia. *Prosiding Seminar Nasional OPPSI*, 1, 32–52.
- Ilyasa, D. G., & Dwiningsih, K. (2020). Model multimedia interaktif berbasis Unity untuk meningkatkan hasil belajar ikatan ion. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 14(2), 2572–2584.
- Leonardou, A., Rigou, M., Panagiotarou, A., & Garofalakis, J. (2022). Effect of OSLM features and gamification motivators on motivation in DGBL: Pupils' viewpoint. *Smart Learning Environments*, 9(14), 1-26.
- Li, M., Ma, S., & Shi, Y. (2023). Examining the effectiveness of gamification as a tool promoting teaching and learning in educational settings: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 14, 1-17.
- Marbun, K. R. L., Siregar, M., Boangmanalu, M. M., Simamora, L., Silaban, R. G. P., & Saragih, J. R. (2025). Analisis penggunaan media pembelajaran digital dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada pembelajaran kimia. *PENDIPA Journal of Science Education*, 9(2), 502–506.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, P. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341.
- Ortiz Rojas, M. E. (2020). The effect of gamification on learning performance of students in a STEM program (Doctoral dissertation, Ghent University). Ghent Repository.
- Othman, J., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2008). An investigation into the relationship between students' conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1531–1550. <https://doi.org/10.1080/09500690701459897>
- Purnomo, F. S., Kharisma, S., & Rahmawan, S. (2026). Enhancing chemistry learning outcomes through interactive learning media to support Sustainable Development Goals (SDGs): A

- systematic literature review. ASEAN Journal for Science Education, 5(1), 77–86.
- Sirhan, G. (2007). Learning difficulties in chemistry: An overview. Journal of Turkish Science Education, 4(2), 2–20.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 104, 333–339.
- Widarti, H. R., Nuriyanti, D., Sari, M. E. F., Wiyarsi, A., Yamtinah, S., & Rokhim, D. A. (2024). Identification of learning difficulties and misconceptions of chemical bonding material: A review. Eclética Química, 49.