

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY DALAM PEMBELAJARAN KIMIA DI ERA SOCIETY 5.0

THE EFFECTIVENESS OF USING AUGMENTED REALITY-BASED LEARNING MEDIA IN CHEMISTRY LEARNING IN THE ERA OF SOCIETY 5.0

Jakub Saddam Akbar^{1*} dan Djakariah²

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Manado

²Pendidikan Sejarah, Universitas Negeri Cendana

e-mail: jakubakbar@unima.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melihat efektivitas penggunaan media augmented reality (AR) dalam pembelajaran kimia di era society 5.0. Dalam penelitian ini, dilakukan identifikasi, analisis, evaluasi, dan interpretasi riset terkait AR yang tersedia dari tahun 2010 hingga 2022, yang berkaitan dengan topik pembelajaran kimia. Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) yang bertujuan menjawab pertanyaan penelitian terkait efektivitas media pembelajaran AR dalam pembelajaran kimia di era Society 5.0 dengan menggunakan database artikel online yaitu ERIC dan Google Scholar. Berdasarkan analisis literatur, dapat disimpulkan bahwa penggunaan augmented reality dalam proses pembelajaran kimia menghadirkan sejumlah keefektivan, seperti visualisasi yang mendalam, interaktivitas yang meningkat melalui keterlibatan peserta didik, memahami konsep kimia yang sulit untuk lebih mudah dipahami, memberikan retensi (ingatan) yang lebih lama pada peserta didik, dan menawarkan metode pembelajaran yang inovatif. Implikasi dari temuan ini dapat memberikan panduan praktis bagi institusi pendidikan dalam mengadopsi AR secara efektif dalam proses pembelajaran kimia.

Kata kunci: Pembelajaran kimia Augmented reality, Era Society 5.0

Abstract

This study aims to see the effectiveness of using augmented reality (AR) media in chemistry learning in the era of society 5.0. In this study, identification, analysis, evaluation, and interpretation of AR-related research available from 2010 to 2022, related to chemistry learning topics, were carried out. The method used is the Systematic Literature Review (SLR) which aims to answer research questions related to the effectiveness of AR learning media in chemistry learning in the era of Society 5.0 using online article databases, namely ERIC and Google Scholar. Based on literature analysis, it can be concluded that the use of augmented reality in the chemistry learning process presents a number of effectiveness, such as deep visualization, increased interactivity through learner engagement, understanding chemistry concepts that are difficult to understand more easily, providing longer retention (memory) in learners, and offering innovative learning methods. The implications of these findings could provide practical guidance for educational institutions in adopting AR effectively in the chemistry learning process.

Keywords: Augmented reality, Chemistry learning, Society Era 5.0

PENDAHULUAN

Pendidikan tidak hanya selalu tentang bagaimana mentransfer informasi atau fakta, tetapi juga melibatkan pengembangan aspek-aspek penting lainnya, seperti keterampilan, nilai-

nilai, dan pemahaman yang mendalam mengenai lingkungan sekitar. Proses ini kompleks dan melibatkan beragam dimensi yang bertujuan untuk memfasilitasi pertumbuhan peserta didik dalam berbagai aspek kehidupan [1]. Pendidikan

tak hanya terbatas pada masa formal di sekolah, melainkan berlangsung sepanjang hidup. Setiap individu seharusnya memiliki kesempatan untuk terus belajar, meningkatkan keterampilan, dan memperoleh pengetahuan baru sepanjang perjalanan hidupnya [2]. Masuknya peserta didik ke era pendidikan abad ke-21 menandai perubahan besar dalam paradigma pembelajaran. Era ini tidak hanya membawa tantangan baru, tetapi juga memberikan peluang luas untuk membentuk individu yang mampu menghadapi perubahan konstan di dunia saat ini. Di era pendidikan abad ke-21, pendidik dituntut untuk menjadi lebih kreatif dan inovatif dalam menyampaikan materi [3]. Perkembangan teknologi, komunikasi, dan sarana informasi memiliki pengaruh besar terhadap kemajuan dalam bidang pendidikan di abad 21 serta menciptakan tantangan dan harapan baru bagi guru dan sekolah saat ini [4].

Karakteristik khusus dari abad 21 meliputi penggunaan peralatan berbasis komputasi, akses cepat terhadap informasi, serta kemudahan akses dalam menggunakan alat komunikasi tanpa terbatas pada waktu dan tempat. Pemanfaatan teknologi informasi dalam proses pembelajaran dapat diterapkan untuk memilih jenis media dan sumber belajar yang mendukung kemudahan dalam proses belajar-mengajar. Pembelajaran di abad 21 membutuhkan integrasi teknologi dalam proses pembelajaran, yang mengharuskan calon guru atau guru untuk menguasai teknologi dengan baik. Berdasarkan hasil penelitian terbaru, pembelajaran abad 21 dapat berhasil apabila melibatkan pemanfaatan informasi teknologi, pemahaman materi, serta strategi pengajaran yang dijalankan secara sinergis [5]. Implementasi kegiatan pembelajaran perlu menggabungkan atau menyatukan pengetahuan teknologi, materi, dan pedagogi yang terintegrasi untuk mendukung proses belajar-mengajar [6]. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan pembelajaran yang lebih sesuai untuk mengatasi kelemahan-kelemahan yang terjadi di sekolah, termasuk melalui penggunaan integrasi

teknologi yang disertai dengan strategi pembelajaran yang tepat.

Salah satu tantangan penting dalam proses pembelajaran adalah bidang Kimia. Ilmu kimia merupakan bagian dari cabang IPA yang berkaitan dengan perubahan zat, sifat-sifat zat, struktur zat, hukum-hukum, prinsip-prinsip yang menjelaskan perubahan zat, serta konsep-konsep dan teori-teori yang menunjukkan proses perubahan zat [7]. Secara dasar, Kimia adalah sebuah bidang pengetahuan yang menelusuri segala hal hingga pada tingkat partikel molekuler dan atom. Sebagian besar konsep dalam Kimia bersifat abstrak, sehingga mempersulit pemahaman, terutama ketika peserta didik harus mengerti konsep yang tidak dapat dilihat secara langsung [8]. Hal ini sesuai dengan penjelasan [9], bahwa ciri khas Kimia melibatkan aspek abstrak, pemahaman konsep Kimia yang memerlukan penyederhanaan, progresi dari materi yang sederhana ke kompleks, serta fokus pada kemampuan memecahkan masalah. Beberapa faktor seperti keterlibatan matematika dalam memahami Kimia, penggunaan terminologi khusus, kompleksitas konsep yang bersifat abstrak, dan pendekatan pembelajaran yang memerlukan lebih dari sekadar kelas atau proses pembelajaran tidak hanya terbatas pada pengajaran yang dilakukan di dalam ruang kelas melainkan melalui eksperimen praktis di laboratorium merupakan alasan mengapa belajar Kimia dianggap rumit.

Pemahaman Kimia yang baik dapat diperoleh melalui kemampuan peserta didik dalam menginterpretasikan tiga tingkat representasi, yakni makroskopik, mikroskopik, dan simbolik [10]. Representasi makroskopik adalah bentuk representasi konkrit yang dapat diamati pada skala laboratorium, sementara representasi mikroskopik adalah representasi pada tingkat abstrak yang membutuhkan pemahaman partikel dan melibatkan interaksi antara atom, ion, dan molekul. Sedangkan representasi simbolik mencakup penggunaan simbol Kimia, rumus,

persamaan, gambar struktur molekuler, diagram, model, dan animasi komputer untuk merepresentasikan objek yang bersifat abstrak [11]. Pemahaman Kimia yang komprehensif tidak dapat dicapai jika hanya menggunakan satu tingkat representasi saja. Kesulitan dalam salah satu tingkat representasi dapat berdampak pada pemahaman tingkat representasi lainnya [12].

Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang sesuai untuk mengatasi permasalahan dalam pembelajaran kimia. Penerapan strategi pembelajaran yang tepat akan memiliki dampak yang besar pada pencapaian belajar peserta didik [13]. Salah satu alternatif yang dapat diambil adalah mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran Kimia. Integrasi teknologi dalam pembelajaran Kimia dapat memperluas dan memperkaya pengalaman belajar siswa, sekaligus mendukung berbagai strategi pembelajaran yang efektif dalam mengajarkan konsep-konsep kimia yang kompleks dan abstrak. Hal ini sangat terkait dengan era Society 5.0, di mana pendidikan menjadi salah satu aspek yang terpengaruh secara signifikan. Society 5.0 menekankan penggabungan teknologi canggih seperti kecerdasan buatan (AI), *augmented reality* (AR), dan teknologi lainnya ke dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam ranah pendidikan. Guru dapat memanfaatkan teknologi untuk lebih mendalami kebutuhan dan potensi unik setiap peserta didik, serta memberikan panduan yang sesuai [14]. Society 5.0 membawa pergeseran mendasar dalam paradigma pembelajaran dengan menempatkan teknologi canggih sebagai alat utama untuk memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam dalam ilmu kimia dan mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan di era yang sangat terhubung ini.

Media pembelajaran memainkan peran yang krusial dalam memperkaya proses pendidikan, terutama dalam pembelajaran kimia di era modern. Media digunakan untuk memfasilitasi siswa agar lebih memahami materi

serta menciptakan proses pembelajaran yang lebih menarik [15]. Berdasarkan penelitian [16] yang menganalisis 102 penelitian tentang efektivitas media pembelajaran, ditemukan bahwa media pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konsep, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, dan meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh [17] menunjukkan bahwa media pembelajaran juga efektif dalam meningkatkan keterampilan literasi kimia peserta didik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan media dalam pembelajaran kimia memiliki dampak positif yang mencakup peningkatan pemahaman konsep, pengembangan keterampilan berpikir kritis, peningkatan motivasi belajar, serta peningkatan keterampilan literasi kimia. Oleh karena itu, integrasi media pembelajaran menjadi bagian integral dari metode pengajaran dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih efektif dan menyenangkan dalam pembelajaran Kimia di era modern. Meskipun media pembelajaran dapat menjadi alat yang sangat efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, penting bagi guru untuk tetap berperan sebagai fasilitator pembelajaran. Dalam hal ini bahwa guru tetap memiliki peran yang aktif dalam merancang pengalaman pembelajaran, memberikan arahan dan umpan balik kepada siswa, serta mendukung mereka dalam memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep-konsep kimia yang kompleks.

Perkembangan media pembelajaran dari pendekatan konvensional ke era digital telah mengubah secara signifikan cara pembelajaran Kimia dilakukan. Pendekatan konvensional cenderung terpaku pada buku teks, papan tulis, dan penjelasan langsung dari guru. Namun, dengan adanya teknologi seperti animasi, simulasi, video interaktif, dan realitas terdorong, peserta didik sekarang dapat menggambarkan dan mengalami konsep-konsep Kimia dengan cara yang lebih dinamis dan realistis. Pemanfaatan media pembelajaran yang inovatif dapat memikat minat peserta didik. Detilnya animasi, simulasi

yang realistis, atau aplikasi *augmented reality* (AR) yang mengizinkan interaksi langsung dengan molekul Kimia dapat memperkaya pengalaman belajar dan menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam. Menurut penelitian [18] tentang tren studi AR dalam pendidikan, tercatat peningkatan jumlah studi AR dari waktu ke waktu. Menurut [19], salah satu manfaat utama penggunaan AR dalam pendidikan adalah peningkatan motivasi peserta didik dalam pembelajaran. Sebaliknya, menurut [20] yang melakukan tinjauan sistematis terhadap 23 penelitian tentang pengaruh AR pada pembelajaran peserta didik, AR memiliki dampak positif yang signifikan pada pencapaian belajar peserta didik. Temuan lain menunjukkan bahwa AR memiliki dampak positif yang signifikan dalam pembelajaran sains. AR dapat meningkatkan pemahaman konsep sains, keterampilan pemecahan masalah, dan minat belajar peserta didik [21]. Hasil ini menggambarkan dampak penting AR dalam konteks pendidikan dan memberikan dasar bagi penggunaan teknologi ini dalam mengembangkan pengalaman pembelajaran yang inovatif dan efektif [22].

Penggunaan AR membantu peserta didik terlibat secara aktif dalam pembelajaran, meningkatkan retensi informasi, dan pemahaman konsep-konsep kimia yang rumit. Pengaruhnya pada pembelajaran kimia sangat signifikan. Sebagai contoh, melalui animasi atau simulasi, peserta didik dapat menyaksikan bagaimana reaksi kimia terjadi di tingkat molekuler, suatu konsep yang sulit dipahami dengan cara konvensional. Dengan teknologi AR, peserta didik dapat "memindai" molekul dan mempelajari struktur molekul secara interaktif. Semua ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga membantu peserta didik memahami konsep-konsep yang sebelumnya sulit atau abstrak. Ini disebabkan AR dapat menjadi alat yang kuat dalam membantu seseorang memahami, melatih, dan meningkatkan kinerja dalam hal-hal yang memerlukan pemahaman langkah-langkah atau

prosedur tertentu [23]. Oleh karena itu, pentingnya media pembelajaran dalam konteks pendidikan modern, terutama dalam pembelajaran kimia, tak dapat disangkal. Perkembangan ini bukan hanya meningkatkan kualitas pembelajaran, tetapi juga membawa pendekatan yang lebih menarik, interaktif, dan terlibat dalam memahami dunia kimia yang kompleks.

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan aspek-aspek dunia nyata dengan elemen-elemen virtual, menciptakan pengalaman yang memperkaya realitas yang sudah ada. Menurut [24], AR adalah teknologi interaktif yang mengubah cara belajar di ruang kelas dengan memfasilitasi interaksi dinamis antara peserta didik, materi pelajaran, dan guru. Hal ini dilakukan melalui penggunaan perangkat seperti smartphone, tablet, atau kaca mata khusus yang memungkinkan penambahan objek, gambar, atau informasi virtual ke dalam lingkungan fisik.

Dalam konteks pembelajaran kimia, AR menjadi pendekatan yang menarik karena memungkinkan peserta didik untuk secara visual dan praktis melihat serta berinteraksi dengan konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak. Sebagai contoh, dengan menggunakan aplikasi AR pada perangkat mobile, peserta didik dapat mengarahkan kamera ke molekul yang sedang dipelajari dalam pelajaran Kimia. Dengan cara ini, molekul tersebut akan muncul dalam bentuk tiga dimensi pada layar perangkat peserta didik, memungkinkan mereka untuk memutar, memperbesar, atau bahkan memanipulasi struktur molekul tersebut. Contoh lainnya adalah penerapan AR untuk memvisualisasikan reaksi kimia. Melalui AR, peserta didik dapat mengamati bagaimana atom-atom berinteraksi dan berubah menjadi molekul baru dalam lingkungan mereka. Mereka dapat melihat perubahan bentuk, struktur, serta ikatan antar atom secara langsung, yang akan membantu mereka memahami konsep reaksi Kimia dengan cara yang lebih nyata dan praktis.

Teknologi AR dapat digunakan untuk menciptakan simulasi laboratorium virtual di mana peserta didik dapat melakukan eksperimen kimia tanpa risiko, mengamati interaksi antara zat, dan memahami hasil dari reaksi Kimia secara langsung. Selama proses ini, guru dapat mengamati dan mengevaluasi kemampuan psikomotor peserta didik, termasuk kemampuan mereka dalam menangani alat dan bahan, keselamatan laboratorium, serta ketepatan dalam melakukan langkah-langkah eksperimen. Dengan demikian, AR menjadi alat yang kuat dalam pembelajaran Kimia dengan memberikan visualisasi mendalam, interaktif, dan langsung terhadap konsep-konsep Kimia yang sering sulit dipahami melalui media tradisional. Ini tidak hanya menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan, tetapi juga meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap dunia kimia yang kompleks. Sejumlah hal ini menunjukkan bahwa AR memiliki potensi besar dalam memperkaya pembelajaran Kimia di era Society 5.0. Integrasi AR membuka peluang untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, visual, dan menyenangkan dalam memahami konsep-konsep Kimia yang kompleks.

METODE

Pada dasarnya, metode penelitian merupakan pendekatan ilmiah yang dipakai untuk menghimpun data dengan tujuan spesifik dan manfaat yang jelas [25]. Metode *systematic literature review* digunakan secara sistematis mengidentifikasi artikel-artikel sesuai dengan langkah-langkah yang telah ditentukan. Pendekatan *systematic literature review* digunakan untuk menemukan dan mengevaluasi temuan dari berbagai studi yang relevan yang menyoroti tentang efektivitas penggunaan *augmented reality*. Untuk menyelesaikan penelitian ini, peneliti mengumpulkan artikel-artikel jurnal dari basis data Google Scholar, ERIC dan dan jurnal-jurnal nasional terakreditasi. Kata kunci yang digunakan adalah *augmented reality* dan pembelajaran Kimia.

Artikel-artikel yang terkumpul adalah artikel-artikel yang diterbitkan antara tahun 2013 hingga 2024. Dari sekian artikel yang ada, peneliti memilih 15 artikel yang sangat relevan dengan kata kunci yang ditetapkan yaitu berdasarkan fokus pembahasan pada hubungan antara penggunaan media pembelajaran terkait dengan pemanfaatan *augmented reality* dalam pembelajaran Kimia. Metadata dari artikel-artikel tersebut diorganisir dalam tabel yang mencakup nama penulis, tahun publikasi, judul artikel, serta temuan dari penelitian yang dilakukan. Selanjutnya, peneliti mereview dan menganalisis secara mendalam artikel-artikel tersebut, terutama bagian pembahasan dan kesimpulan yang menyoroti hasil penelitian. Pada bagian akhir penelitian, peneliti membandingkan temuan yang tersaji dalam artikel dan kemudian memberikan kesimpulan [26].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan tentang efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis *augmented reality* (AR) dalam pembelajaran kimia di era Society 5.0 merupakan topik yang menarik dan relevan. Pendekatan ini mempertimbangkan penggunaan teknologi terkini dalam mengoptimalkan proses pembelajaran Kimia. Penggunaan media pembelajaran berbasis AR dalam konteks pembelajaran Kimia di era Society 5.0 memberikan landasan yang kuat untuk menyelidiki pengaruh dan keefektivannya. Dengan teknologi AR yang mampu mengintegrasikan unsur-unsur virtual ke dalam dunia nyata, pembelajaran Kimia menjadi lebih dinamis, interaktif, dan mendalam bagi peserta didik.

A. Penggunaan Media *Augmented Reality* Dalam Pembelajaran Kimia

Augmented reality (AR) adalah teknologi yang memadukan unsur-unsur dunia nyata dengan elemen-elemen virtual, biasanya melalui perangkat seperti kamera, layar, atau headset. Tujuan utama dari AR adalah untuk meningkatkan atau "mengubah" pengalaman dunia nyata dengan menambahkan informasi digital atau objek virtual ke dalam lingkungan

fisik. Dalam penggunaannya, AR memungkinkan pengguna untuk melihat dunia nyata di sekitarnya, sementara juga memperkaya pandangan mereka dengan lapisan-lapisan informasi tambahan, seperti teks, gambar, objek 3D, atau data lainnya yang terintegrasi secara real-time.

Penggunaan AR dalam pembelajaran Kimia telah membuka berbagai kemungkinan yang mengubah cara peserta didik memahami dan belajar tentang konsep-konsep Kimia. AR memungkinkan peserta didik untuk melihat dan memanipulasi struktur molekul dalam tiga dimensi. Hal ini memungkinkan mereka untuk menjelajahi molekul dari berbagai sudut pandang, memperdalam pemahaman tentang ikatan Kimia dan konfigurasi molekuler. Melalui AR, peserta didik dapat berinteraksi langsung dengan model virtual. AR juga memungkinkan simulasi reaksi kimia dalam lingkungan virtual. Hal ini memperlihatkan secara visual bagaimana reaksi kimia terjadi, memungkinkan eksplorasi tanpa risiko kecelakaan kerja terhadap bahan kimia berbahaya.

Penggunaan AR membuat pembelajaran kimia menjadi lebih menarik dan interaktif. Presentasi materi yang dilakukan dengan cara ini dapat menangkap perhatian peserta didik dengan lebih efektif. Konsep-konsep kimia yang sulit dijelaskan dengan model 2D atau verbal dapat dipermudah melalui representasi visual dan interaktif yang ditawarkan oleh AR.

B. Efektivitas Penggunaan Media *Augmented Reality* Dalam Pembelajaran Kimia

Penggunaan media *augmented reality* (AR) dalam pembelajaran Kimia dapat meningkatkan efektivitas belajar peserta didik secara signifikan. Berikut adalah beberapa jurnal yang menunjukkan efektivitas AR dalam pembelajaran kimia yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian tentang Efektivitas *Augmented Reality*

No	Peneliti	Jurnal	Hasil Penelitian
1	Behmke et al. (2018)	<i>Augmented reality chemistry</i> :	Aplikasi berbasis <i>augmented reality</i> untuk melihat

No	Peneliti	Jurnal	Hasil Penelitian
		<i>Transforming 2-D molecular representations into Interactive 3-D structures.</i>	molekul dapat menjadi solusi berbasis teknologi yang memperkaya pemahaman peserta didik terhadap Kimia secara mobile.
2	Cai, S., Wang, X., dan Chiang, F. K. (2014)	<i>A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course.</i>	Alat AR lebih efektif bagi peserta didik dengan pencapaian akademis rendah daripada bagi peserta didik dengan pencapaian tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi AR mungkin memberikan manfaat yang lebih besar dalam membantu peserta didik yang mungkin mengalami kesulitan dalam memahami materi Kimia.
3	Macariu, C., Iftene, A., dan Gîfu, D. (2020)	<i>Learn chemistry with augmented reality</i>	Meskipun masih dalam tahap awal, penggunaan AR dalam pendidikan Kimia di Romania memiliki potensi besar dan bisa menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan pemahaman dan minat peserta didik terhadap Kimia.

No	Peneliti	Jurnal	Hasil Penelitian
4	Nechypurenko et al. (2020)	<i>Development and implementation of educational resources in chemistry with elements of augmented reality.</i>	Penelitian menemukan bahwa teknologi AR memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi kerja mandiri peserta didik dalam mempelajari kimia. Hal ini juga dapat mendukung pendidikan jarak jauh dan berkelanjutan.
5	Irwansyah, F. S., Yusuf, Y. M., Farida, I., dan Ramdhani, M. A. (2018)	<i>Augmented reality (AR) technology on the android operating system in chemistry learning</i>	Pengembangan media pembelajaran berbasis AR pada konsep geometri molekuler memiliki prospek yang baik untuk meningkatkan pembelajaran Kimia, memberikan wawasan visual yang lebih mendalam dan interaktif bagi peserta didik.
6	Sari, I., dan Sinaga, P. (2021)	<i>Augmented reality Technology as a tool to support chemistry learning: A scoping review.</i>	Tinjauan skoping ini menyoroti sejumlah penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran kimia dapat meningkatkan pemahaman konseptual, minat, keterlibatan, motivasi, dan kepuasan peserta didik.
7	Taçgin, Z., Uluçay, N., dan Özüağ, E. (2016)	<i>Designing and developing an augmented reality application</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR dengan fokus Berbasis Natural

No	Peneliti	Jurnal	Hasil Penelitian
		<i>: A sample chemistry education</i>	User Interface (NUI) dan interaksi tangan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, autentik, dan responsif terhadap kebutuhan individu dalam pembelajaran Kimia.
8	Chen, S. Y., dan Liu, S. Y. (2020)	<i>Using augmented reality to experiment with elements in a chemistry course</i>	Penggunaan AR dalam aktivitas pembelajaran, baik melalui demonstrasi yang dipimpin guru maupun melalui pendekatan langsung yang dipimpin peserta didik, mempengaruhi pemahaman konseptual peserta didik terhadap Kimia serta minat mereka terhadap sains.
9	Wong, C. H., Tsang, K. C., dan Chiu, W. K. (2021)	<i>Using augmented reality as a powerful and innovative technology to increase enthusiasm and enhance student learning in higher education chemistry courses.</i>	Penggunaan teknologi AR telah terbukti membantu meningkatkan minat, pemahaman, dan retensi informasi dalam pembelajaran Kimia.
10	Da Silva et al., (2019)	<i>Ar lab: Augmented reality app for</i>	Hasil penelitian mendukung penggunaan aplikasi AR dalam

No	Peneliti	Jurnal	Hasil Penelitian
		<i>chemistry education.</i>	pembelajaran peralatan laboratorium kimia di sekolah, terutama bagi sekolah yang tidak memiliki dana yang cukup untuk memiliki laboratorium kimia fisik. Hal ini menunjukkan potensi aplikasi AR untuk membantu menyediakan akses yang lebih merata terhadap pembelajaran di bidang Kimia.
11	Abdinejad, M., Ferrag, C., Qorbani, H. S., dan Dalili, S., (2021)	<i>Developing a simple and cost-effective markerless augmented reality tool for chemistry education</i>	Pengembangan aplikasi AR, terutama yang berbasis markerless, menjanjikan dalam meningkatkan pemahaman peserta didik tentang struktur molekuler. Hal ini juga menunjukkan potensi dalam meningkatkan aksesibilitas dan ketersediaan sumber daya pendidikan, serta meningkatkan interaktivitas dalam pengajaran Kimia.
12	Ward, L. W et al., (2024)	<i>In Frontiers in Education</i>	Temuan kuantitatif dan kualitatif menunjukkan perbedaan dalam pengalaman pengguna siswa dan persepsi pengetahuan NMR

No	Peneliti	Jurnal	Hasil Penelitian
			(<i>nuclear magnetic resonance</i>) antara siswa yang belajar secara tatap muka dan siswa yang belajar secara mandiri melalui teknologi. Melalui penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran Kimia organik dapat memberikan manfaat signifikan bagi siswa, baik dalam lingkungan pembelajaran tatap muka maupun mandiri.
13	Habig, S. (2020)	<i>Who can benefit from augmented reality in chemistry? Sex differences in solving stereochemistry problems using augmented reality.</i>	Penggunaan AR dalam representasi ilmiah seperti stereochemistry memberikan dukungan tambahan dalam memudahkan pemahaman materi yang sulit, terutama bagi peserta didik dengan kesulitan dalam kemampuan spasial.
14	Woźniak et al., (2020)	<i>Archemist: Aiding experimental chemistry education using augmented reality technology.</i>	AR chemist dianggap sebagai upaya yang menjanjikan dalam memfasilitasi pendidikan Kimia. Penggunaan teknologi ini memberikan manfaat tambahan dalam konteks pendidikan, terutama di bidang STEM, dengan fokus pada praktik langsung dalam laboratorium.
15	Boletsis,	<i>The table</i>	Penggunaan AR

No	Peneliti	Jurnal	Hasil Penelitian
	C., dan McCallum, S., (2013)	<i>mystery: An augmented reality collaborative game for chemistry education</i>	dalam permainan edukatif menunjukkan potensi besar untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif bagi para pemain, terutama dalam konteks pembelajaran Kimia dan tabel periodik unsur.

Berdasarkan rangkuman penelitian yang dilakukan tentang efektivitas penggunaan AR dalam konteks pembelajaran Kimia, dapat disimpulkan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan kimia menawarkan potensi besar dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi Kimia. Teknologi AR memberikan visualisasi yang lebih mendalam dan interaktif, memungkinkan peserta didik untuk lebih memahami konsep-konsep yang kompleks. Dalam konteks ini, berbagai penelitian telah menegaskan keberhasilan AR dalam:

1. Visualisasi Lebih Mendalam

AR memungkinkan peserta didik untuk melihat struktur molekuler atau konsep kimia dalam representasi tiga dimensi yang lebih nyata. Hal ini memberikan pemahaman yang lebih dalam kepada peserta didik karena dapat melihat dan memanipulasi struktur tersebut dalam lingkungan yang lebih mendekati keadaan sebenarnya. Berdasarkan temuan beberapa artikel yang dikaji dapat diketahui bahwa penggunaan AR memungkinkan transformasi representasi molekul dari gambar 2D menjadi visualisasi 3D yang lebih mendalam. Hasil penelitian [28] menunjukkan bahwa implementasi aplikasi [AR] mampu meningkatkan keterampilan penalaran spasial siswa dalam kimia. Melalui penggunaan kamera smartphone, aplikasi ini dapat mengubah representasi molekuler 2-D menjadi struktur 3-D yang dapat dimanipulasi oleh pengguna. Sedangkan temuan yang diungkapkan oleh [29]

menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR memungkinkan peserta didik dapat melihat representasi senyawa dalam lingkungan 3D, memeriksa senyawa dari berbagai sudut pandang, dan mengontrol interaksi senyawa secara *real-time* di berbagai lokasi.

Penggunaan mode visual dan interaktif dalam aplikasi AR menjadikan peserta didik belajar kimia secara lebih interaktif dan menyenangkan [30]. Temuan yang diperoleh [31] menunjukkan bahwa pada penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran Kimia organik dapat membantu siswa dalam memperbaiki asumsi yang tidak valid tentang struktur molekuler melalui visualisasi proses kimia yang tidak dapat diamati secara langsung. Sehingga memungkinkan peserta didik untuk lebih memahami dan memvisualisasikan struktur molekuler secara lebih baik [28]. Pernyataan ini didukung oleh [27] yang mengungkapkan bahwa sistem bantu pembelajaran untuk eksperimen kimia berbasis AR, menunjukkan keberhasilan dalam mengintegrasikan antara dunia fisik dan virtual.

AR memungkinkan peserta didik untuk melihat struktur molekuler atau konsep kimia dalam representasi tiga dimensi yang lebih nyata sehingga memberikan pengalaman yang lebih realistis dan mendalam. Dengan demikian, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran kimia memberikan pengalaman visual yang lebih realistis, memungkinkan manipulasi struktur molekuler, dan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep kimia yang kompleks.

2. Interaktivitas Yang Meningkat Melalui Keterlibatan Peserta didik

Berdasarkan temuan dari beberapa artikel yang dikaji dapat diketahui bahwa melalui teknologi AR, peserta didik dapat berinteraksi langsung dengan materi, memutar, memperbesar, atau memeriksa struktur molekuler secara lebih rinci. Salah satu temuan yang dilakukan oleh [29] menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR memungkinkan peserta didik melihat dan

memutar struktur senyawa yang digambarkan. Kemudian temuan yang diungkapkan oleh [28] menunjukkan bahwa pengguna dapat mengarahkan kamera perangkat ke suatu objek yang bertindak sebagai pemicu dalam lingkungan fisik, dan elemen virtual ditambahkan pada objek tersebut. Dalam bentuk yang lebih kompleks, pemicu dapat ditutupi dengan elemen antarmuka pengguna atau konstruksi 3-D. Dengan demikian, AR menciptakan pengalaman gabungan antara dunia fisik dan elemen-elemen virtual, memungkinkan pengguna untuk melihat dan berinteraksi dengan informasi tambahan atau objek yang tumpang tindih dengan realitas fisik mereka. Transformasi representasi molekuler dari 2-D menjadi 3-D memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif.

Penelitian yang dilakukan oleh [32] mengungkapkan bahwa peserta didik menunjukkan sikap positif terhadap perangkat lunak AR yang digunakan. Temuan ini menunjukkan penerimaan positif terhadap penggunaan teknologi AR dalam proses pembelajaran, yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Pernyataan ini sejalan dengan temuan [33] yang mengungkapkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran kimia dapat memberikan hasil yang positif pada peningkatan keterlibatan siswa.

AR dapat membuat pembelajaran kimia menjadi lebih menarik dengan visualisasi tiga dimensi (3D) molekul dan reaksi kimia secara nyata. Sehingga dapat berdampak pada peningkatan minat dan keterlibatan peserta didik dalam memahami konsep-konsep kimia yang abstrak sehingga berdampak pada peningkatan hasil belajar peserta didik. Menurut [30] AR mampu memikat minat peserta didik dalam kelas, mendukung metode pengajaran konvensional, dan meningkatkan interaksi antara peserta didik dan guru. Penelitian yang dilakukan oleh [34] menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR memiliki dampak yang signifikan pada peningkatan belajar peserta didik. Selain itu menurut [35] penerapan teknologi AR memiliki dampak yang positif pada motivasi belajar dan

performa peserta didik teknik kimia. AR memungkinkan peserta didik untuk melihat molekul dan reaksi kimia dalam bentuk yang lebih nyata dan interaktif. AR terbukti efektif dalam membantu peserta didik memvisualisasikan konsep abstrak, meningkatkan pemahaman mereka tentang struktur molekul, dan membuat pembelajaran lebih menarik dan interaktif.

Melalui AR, peserta didik dapat membangun, merakit, atau bahkan melihat reaksi kimia secara langsung, sehingga memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep-konsep kimia. Konsep-konsep kimia yang sering kali dianggap abstrak bisa lebih mudah dipahami melalui visualisasi dalam bentuk 3D. Misalnya, reaksi antara berbagai molekul atau konsep struktur kimia yang kompleks dapat diilustrasikan dengan lebih jelas melalui AR, memudahkan peserta didik dalam memahami dan menginternalisasikan konsep-konsep tersebut.

Berdasarkan kemampuan AR untuk berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran, peserta didik menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran. Mereka dapat bereksperimen dengan konsep kimia tanpa risiko dan pembelajaran menjadi lebih menyenangkan, memicu minat mereka untuk mengeksplorasi lebih jauh. Keterlibatan peserta didik yang meningkat dalam pembelajaran kimia berkat AR dapat membawa dampak positif dalam pemahaman mereka terhadap materi pelajaran. Dengan visualisasi yang lebih kuat dan pengalaman belajar yang lebih mendalam, AR membuka pintu bagi pembelajaran yang lebih menarik dan efektif di bidang kimia.

3. Memahami Konsep Kimia Yang Sulit Untuk Lebih Mudah Dipahami

Berdasarkan temuan dari beberapa artikel yang dikaji dapat diketahui bahwa konsep-konsep kimia yang sulit dijelaskan akan lebih mudah dipahami melalui visualisasi AR yang lebih jelas dan detail. Penelitian yang dilakukan oleh [36] menunjukkan kontrol gerakan tangan pada AR bertujuan untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa, yang dapat berkontribusi pada pemahaman konsep kimia seperti struktur atom

dan molekul. Penggunaan AR memudahkan pemahaman materi yang sulit, terutama bagi peserta didik dengan kesulitan dalam kemampuan spasial [37]. Selain itu temuan yang diungkapkan oleh [32] menunjukkan bahwa aplikasi AR lebih efektif bagi siswa yang memiliki prestasi rendah dibandingkan dengan siswa yang memiliki prestasi tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa AR dapat menjadi alat yang efektif dalam membantu siswa yang mungkin menghadapi kesulitan dalam memvisualisasikan keabstrakan kimia selama pembelajaran.

AR membantu peserta didik dalam menginternalisasi konsep-konsep yang biasanya sulit dipahami melalui metode pembelajaran tradisional. AR dapat menjadi sarana yang efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep kimia yang kompleks [32]. Menurut penelitian [29] sebagian besar peserta didik (87%) merasa bahwa penggunaan teknologi AR dalam mata pelajaran kimia efektif dalam meningkatkan pembelajaran mereka. Analisis statistik menunjukkan bahwa representasi AR memiliki pengaruh yang lebih signifikan terhadap pemahaman materi [37]. Selain itu, penggunaan AR memungkinkan peserta didik untuk dapat mengakses sumber daya pembelajaran dari berbagai tempat dan kapan saja dengan lebih mudah dan hemat biaya [38]. Dengan demikian, penggunaan AR dalam pembelajaran kimia menjanjikan pendekatan yang lebih efektif dalam memfasilitasi pemahaman peserta didik terhadap materi kimia yang kompleks melalui visualisasi yang lebih mendalam dan interaktif.

4. Memberikan Retensi (ingatan) Yang lebih Lama Pada Peserta didik

Berdasarkan temuan dari beberapa artikel yang dikaji dapat diketahui bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran dapat memberikan retensi atau ingatan jangka panjang peserta didik terhadap materi yang dipelajari. Hasil penelitian [39] menunjukkan bahwa efek pembelajaran AR dengan pendekatan *hands-on* tetap efektif dalam mempertahankan pemahaman konsep kimia siswa selama empat bulan setelah pembelajaran. Hal ini

menunjukkan bahwa pendekatan ini tidak hanya memberikan dampak segera tetapi juga berpotensi memiliki pengaruh jangka panjang. Temuan ini dapat terjadi karena pengalaman interaktif dan penggunaan visualisasi 3D yang mendalam dalam AR memberikan kesan yang lebih kuat dalam ingatan peserta didik dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional. AR sering kali menghadirkan lingkungan pembelajaran yang lebih terlibat dan memicu lebih banyak asosiasi mental yang kuat, sehingga mempengaruhi retensi informasi dalam jangka waktu yang lebih lama.

Penelitian yang dilakukan [39] menunjukkan tidak terjadi penurunan yang signifikan dalam minat situasional dan terdapat kecenderungan naik dalam minat individual pada kedua kelompok. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan AR dapat mempertahankan minat peserta didik terhadap pembelajaran kimia. Penelitian lain yang dilakukan oleh [29] bahwa peserta didik mengalami peningkatan pemahaman dan ingatan tentang gambaran senyawa yang rumit setelah menggunakan teknologi AR. Kombinasi dari pengalaman visual dan interaktif dalam AR sering kali membuat pembelajaran menjadi lebih tahan lama dalam ingatan peserta didik, karena pengalaman yang mereka alami cenderung lebih memorable.

5. Menawarkan Metode Pembelajaran Yang Inovatif

Berdasarkan temuan dari beberapa artikel yang dikaji dapat diketahui bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran menawarkan strategi pembelajaran yang inovatif. Strategi pembelajaran inovatif menggunakan AR juga dapat merangsang kreativitas peserta didik, mendorong kolaborasi, dan memungkinkan adaptasi kurikulum yang lebih fleksibel dan responsif terhadap kebutuhan peserta didik. Salah satunya adalah integrasi AR dengan game.

Penelitian yang dilakukan oleh [40] menunjukkan bahwa dengan merancang game berbasis AR, peserta didik dapat belajar tentang unsur-unsur kimia dan tabel periodik sambil mengalami pengalaman yang menyenangkan. Hal ini menunjukkan potensi AR dalam menciptakan

konten edukatif yang menarik. Menurut [41] integrasi AR dengan elemen permainan memiliki potensi besar untuk meningkatkan proses pembelajaran, menciptakan lingkungan yang lebih menarik dan inovatif bagi peserta didik, serta meningkatkan efektivitas pengajaran secara keseluruhan. Penelitian [40] menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam konteks game dapat menjadi alat yang efektif dalam menjelaskan konsep kimia yang kompleks dengan cara yang menarik dan mudah dipahami. Kesimpulannya, penggunaan AR dalam pembelajaran kimia menjanjikan sebagai pendekatan yang inovatif dan efektif untuk meningkatkan pemahaman peserta didik, memfasilitasi pembelajaran interaktif, serta meningkatkan minat dan keterlibatan peserta didik dalam belajar kimia di berbagai konteks pendidikan.

SIMPULAN

Artikel ini memuat review hasil riset dari beberapa jurnal bereputasi. Artikel ini diharapkan mampu menjadi salah satu referensi bagaimana efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis *augmented reality* dalam pembelajaran kimia. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa penggunaan *augmented reality* dalam pelajaran memberikan beberapa manfaat yaitu visualisasi lebih mendalam, interaktivitas yang meningkat melalui keterlibatan peserta didik, memahami konsep kimia yang sulit untuk lebih mudah dipahami, memberikan retensi (ingatan) yang lebih lama pada peserta didik, menawarkan metode pembelajaran yang inovatif. Gambaran yang komprehensif tentang bagaimana keefektifan media berbasis *augmented reality* pada pembelajaran kimia diharapkan dapat menjadi pedoman bagi praktisi pendidikan dalam menerapkan teknologi tersebut dalam proses belajar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pongpalilu, F., Hamsiah, A., Raharjo, Sabur, F., Nurlala, L., Akbar, J. S., Hakim, L., Waliulu, H., Hasanah, N., Maruddani, R. T. J., Suroso, Winata, E. Y., dan Tresnawati, S. 2023. *Perkembangan Peserta Didik: Teori dan Konsep Perkembangan Peserta Didik Era Society 5.0*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
2. Ramli, Akhmad, Rahmadani Putri, Eliza Trimadona, Ayuliamita Abadi, Yolla Ramadani, Andi Muh Akbar Saputra, Pebrina Pirmani, Nurhasanah Nurhasanah, Iin Nirwana, dan Khotimah Mahmudah. 2023. *Landasan Pendidikan: Teori Dan Konsep Dasar Landasan Pendidikan Era Industri 4.0 Dan Society 5.0 Di Indonesia*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
3. Ariani, M., Zulhawati, Z., Haryani, H., Zani, B. N., Husnita, L., Firmansyah, M. B., ... dan Hamsiah, A. 2023. *Penerapan Media Pembelajaran Era Digital*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
4. Valtonen, T., Sointu, E., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Lambert, M. C., dan Mäkitalo-Siegl, K. 2017. TPACK Updated to Measure Pre-Service Teachers' Twenty-First Century Skills, *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 33, no. 3, pp. 15–31.
5. Rosenberg, J. M. dan Koehler, M. J. 2015 . Context and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Systematic Review. *Journal of Research on Technology in Education*, Vol. 47, No. 3, pp. 186–210.
6. Koehler, M. J. dan Mishra, P. 2009. What Is Technological Pedagogical Content Knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, Vol. 9, No. 1, pp. 60–70.
7. Effendy. 2016. *Ilmu Kimia Untuk Peserta didik SMA Dan MA*. Malang: Academic Publishing Indonesian.
8. Stojanovska, M. 2014. Study of The Use of The Three levels of Thinking and Representation. *Contrib. Sect. Nat. Math. Biotech. Sci.*, Vol. 35, No. 1, pp. 37–46.
9. Thummathong, R. dan Thathong, K. 2018. Chemical literacy levels of Engineering Students in Northeastern Thailand. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, Vol. 39, No. 3, pp. 478–487.
10. Orgill, M. dan Sutherland, A. 2008. Undergraduate Chemistry Students' Perception of and Misconception about Buffer Problems. *Chemistry Education*

- Research and practice*, Vol. 9, No. 2, pp. 131–143.
11. Chandrasegaran, A.L., Treagust, D.F., dan Mocerino, M. 2007. The Development of 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 Practise*, Vol. 8, No. 3, pp. 293–307.
 12. Sirhan, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry. *Journal of Turkish Science Education*, Vol. 2, No. 4, pp. 2–20.
 13. Akbar, J. S., Dasna, I. W. dan Wonorahardjo, S. 2019. The Effect Of Guided Inquiry-Based Practicum Learning And Prior Knowledge On Learning Outcomes And Science Process Skills Of High School Students On Solubility And Solubility Products. *Jurnal Pendidikan Sains*, Vol. 7 No.3, pp. 80–84.
 14. Akbar, J. S. dan Djakariah, D. 2023. Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Android Menggunakan Pendekatan Inkuiri Untuk Memperkuat Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Calon Guru. *Oxygenius Journal Of Chemistry Education*, Vol. 5, No. 1, pp. 46–53.
 15. Huddin, M. W. H. dan Lutfi, A. 2020. Permainan Hydrocarbon Adventures Sebagai Media Pembelajaran Senyawa Hidrokarbon. *UNESA Journal of Chemical Education*, Vol. 9, No. 1, pp. 43–52.
 16. Smith, S. J., Clark, J. M., dan DeSimone, J. M. 2019. The Effectiveness Of Media-Based Learning: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, Vol. 89, No. 4, pp. 771–816.
 17. Khoironi, R., Priatmoko, S., dan Prasetya, A. T. 2023. The Effectiveness of Android-Based Media in Chemistry Learning to Improve Chemistry Literacy and Learning Motivation. *International Journal of Active Learning*, Vol. 8, No. 1, pp. 10–20.
 18. Sirakaya, M. dan Alsancak Sirakaya, D. 2018. Trends in educational augmented reality studies: a systematic review. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, Vol. 6, No. 2, pp. 60–74.
 19. Vuta, D. R. 2020. Augmented Reality Technologies In Education-A Literature Review. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series V: Economic Sciences*, Vol. 13, No. 2, pp. 35–46.
 20. Lia, Q. dan Wu, S. 2023. A Meta-Analysis of the Effect of Augmented Reality Technology on Online Learning. *International Conference on Education, Humanities, Management and Information Technology*, pp. 49–57.
 21. Alquraini, A. A., Alzahrani, M., Alzahrani, A. A., dan Al-Smadi, S. A. M. 2023. Augmented Reality For Science Education: A Systematic Review. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, Vol. 11, No.1, pp. 1–18.
 22. Zhang, J., Li, G., Huang, Q., Feng, Q., dan Luo, H. 2022. Augmented Reality In K–12 Education: A Systematic Review And Meta-Analysis of The Literature From 2000 To 2020. *Sustainability*, Vol. 14, No.15, pp. 1–17.
 23. Buchner, J., Buntins, K., dan Kerres, M. 2022. The Impact of Augmented Reality On Cognitive Load And Performance: A Systematic Review. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 38, No. 1, pp. 285–303.
 24. Pathania, M., Mantri, A., Kaur, D. P., Singh, C. P., dan Sharma, B. 2023. A Chronological Literature Review of Different Augmented Reality Approaches In Education. *Technology, Knowledge and Learning*, Vol. 28, No. 1, pp. 329–346.
 25. H. Kurniawan et al., 2023. *Teknik Penulisan Karya Ilmiah: Cara Membuat Karya Ilmiah Yang Baik Dan Benar*. Jambi: Sonpedia Publishing Indonesia.
 26. Sartika, dan Octafiani, M. (2019). Pemanfaatan Kahoot Untuk Pembelajaran Matematika Siswa Kelas X Pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Journal On Education*, Vol. 1, No. 3, pp. 373–385.
 27. Nishihat, D., Takeuchi, T., Inoue, T., dan Okada, K. I. 2010. AR Chemistry: Building Up Augmented Reality For Learning Chemical Experiment. *International Journal of Informatics Society*, Vol. 2, No. 2, pp. 43–48.

28. Behmke, D., Kerven, D., Lutz, R., Paredes, J., Pennington, R., Brannock, E., Deiters, M., Rose, J., dan Stevens, K. 2018. Augmented Reality Chemistry: Transforming 2-D Molecular Representations Into Interactive 3-D Structures. In *Proceedings of the Interdisciplinary STEM Teaching and Learning Conference*, Vol. 2, No. 1, pp. 5–11.
29. Wong, C. H., Tsang, K. C., dan Chiu, W. K. 2021. Using Augmented Reality As A Powerful And Innovative Technology To Increase Enthusiasm and Enhance Student Learning In Higher Education Chemistry Courses. *Journal of Chemical Education*, Vol. 98, No. 11, pp. 3476–3485.
30. Macariu, C., Iftene, A., dan Gifu, D. 2020. Learn Chemistry With Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, Vol. 176, pp. 2133–2142.
31. Ward, L. W., Spencer, D., Chauhan, D., dan Oliver-Hoyo, M. 2024. Lessons Learned: The Use Of An Augmented Reality Application In Organic Chemistry Laboratories. In *Frontiers in Education*, Vol. 9, No. 1, pp. 1–10.
32. Cai, S., Wang, X., dan Chiang, F. K. 2014. A Case Study of Augmented Reality Simulation System Application In A Chemistry Course. *Computers in human behavior*, Vol. 37, pp. 31–40.
33. Sari, I., Sinaga, P., dan Hernani. 2021. Augmented Reality Technology as A Tool to Support Chemistry Learning: A Scoping Review. In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1806, No. 1, pp. 012191.
34. Garzón, J., dan Acevedo, J. 2019. Meta-Analysis of The Impact of Augmented Reality on Students' Learning Gains. *Educational Research Review*, Vol. 27, No. 1, pp. 244–260.
35. Low, D. Y. S., Poh, P. E., dan Tang, S. Y. 2022. Assessing The Impact of Augmented Reality Application on Students' Learning Motivation in Chemical Engineering. *Education for Chemical Engineers*, Vol. 39, pp. 31–43.
36. Taçgin, Z., Uluçay, N., dan Özüağ, E. 2016. Designing And Developing An Augmented Reality Application: A Sample Of Chemistry Education. *Turkiye Kimya Dernegi Dergisi Kısım C: Kimya Egitimi*, Vol. 1, No. 1, pp. 147–164.
37. Habig, S. 2020. Who Can Benefit from Augmented Reality in Chemistry? Sex Differences in Solving Stereochemistry Problems Using Augmented Reality. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 51, No. 3, pp. 629–644.
38. Abdinejad, M., Ferrag, C., Qorbani, H. S., dan Dalili, S. 2021. Developing A Simple and Cost-Effective Markerless Augmented Reality Tool for Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, Vol. 98, pp. 1783–1788.
39. Chen, S. Y. dan Liu, S. Y. 2020. Using Augmented Reality to Experiment with Elements in A Chemistry Course. *Computers in Human Behavior*, Vol. 111, pp. 1–12.
40. Boletsis, C. dan McCallum, S. 2013. The Table Mystery: An Augmented Reality Collaborative Game for Chemistry Education. In *Serious Games Development and Applications: 4th International Conference*, pp. 86–95.
41. Redep, T. dan Hajdin, G. (2021). Use of Augmented Reality with Game Elements in Education—Literature Review. *Journal of information and organizational sciences*, Vol. 45, No. 2, pp. 473–494.