

Pengaruh Media Pembelajaran berbasis *Augmented Reality* pada Materi Hidrolisis Garam Terhadap Prestasi Belajar Peserta Didik

The Effect of Augmented Reality-Based Learning Media on Students' Learning Achievement in Salt Hydrolysis

R M Safitri¹, Guspatni¹, and N Yuhelman^{1*}

¹ Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Sumatera Barat, Indonesia. 25171.

* nofriyuhelman@unp.ac.id

Received on:

21st Juni 2025

Revised till:

10th November
2025

Accepted on:

24th November
2025

Publisher version published on:

21st March 2026

ABSTRAK

Materi hidrolisis garam sering dianggap sulit oleh peserta didik dan berpotensi menimbulkan miskonsepsi. Kesulitan tersebut berkaitan dengan keterbatasan pemahaman peserta didik yang umumnya hanya berada pada level makroskopik dan simbolik, sedangkan konsep kimia memerlukan keterhubungan antara representasi makroskopik, simbolik, dan submikroskopik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan prestasi belajar kognitif peserta didik pada materi hidrolisis garam antara kelas yang menggunakan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* dan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional, serta mengidentifikasi pencapaian tujuan pembelajaran peserta didik. Penelitian ini menggunakan metode kuasi-eksperimen dengan desain *pretest-posttest nonequivalent group*. Sampel penelitian terdiri atas dua kelas XI Fase F pada salah satu SMA Negeri di Kabupaten Lima Puluh Kota, yaitu kelas eksperimen ($n = 30$) dan kelas kontrol ($n = 29$). Instrumen penelitian berupa 22 butir soal pilihan ganda berbasis *higher order thinking skills* yang telah memenuhi kriteria validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran. Data dianalisis melalui uji normalitas, uji homogenitas, dan uji-t. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai t_{hitung} (6,6) lebih besar daripada t_{tabel} (1,67), yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kedua kelas. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* secara signifikan meningkatkan prestasi belajar peserta didik pada materi hidrolisis garam serta mendukung pencapaian tujuan pembelajaran secara lebih optimal.

KATA KUNCI

Media Pembelajaran, *Augmented Reality*, Hidrolisis Garam, Prestasi Belajar

ABSTRACT

Salt hydrolysis is often perceived as a difficult topic by students and frequently leads to misconceptions. These difficulties arise because students tend to understand chemical concepts only at the macroscopic and symbolic levels, whereas meaningful chemistry learning requires the integration of macroscopic, symbolic, and submicroscopic representations. This study aimed to analyze differences in students' cognitive learning achievement on the topic of salt hydrolysis between classes using Augmented Reality-integrated learning media and those using conventional instruction, as well as to identify the attainment of learning objectives. This study employed a quasi-experimental method with a pretest-posttest nonequivalent group design. The sample consisted of two Grade XI Phase F classes at a public senior high school in Lima Puluh Kota Regency, including an experimental class ($n = 30$) and a control class ($n = 29$). The research instrument consisted of 22 multiple-choice items based on higher order thinking skills (HOTS) that had met validity, reliability, discrimination index, and difficulty level criteria. Data were analyzed using normality and homogeneity tests followed by an independent t-test. The results showed that t_{count} (6.6) exceeded t_{table} (1.67), indicating a significant difference between the two groups. These findings demonstrate that Augmented Reality-integrated learning media significantly improve students' learning achievement in salt hydrolysis and support the attainment of learning objectives more effectively.

KEYWORDS

Learning Media, *Augmented Reality*, Salt Hydrolysis, Learning Achievement



1. PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia di tingkat SMA/MA Fase F mencakup materi hidrolisis garam sering dianggap sulit oleh peserta didik dan berpotensi menimbulkan miskonsepsi^[1]. Kesulitan dalam memahami materi kimia sering kali menghambat terbentuknya pemahaman konseptual yang utuh sehingga memicu munculnya miskonsepsi^[2]. Aryani (2021) melaporkan adanya miskonsepsi yang signifikan pada materi hidrolisis garam di kalangan peserta didik. Miskonsepsi tersebut meliputi ketidakmampuan menentukan pH larutan garam, menyimpulkan sifat larutan, memprediksi perubahan warna indikator lakmus, serta menuliskan kesetimbangan ion dalam larutan garam^[3]. Temuan ini menunjukkan bahwa konsep hidrolisis garam masih menjadi salah satu sumber kesulitan konseptual dalam pembelajaran kimia di tingkat sekolah menengah.

Pemahaman konsep kimia tidak hanya bergantung pada kemampuan menghafal rumus atau prosedur perhitungan, tetapi juga pada kemampuan menghubungkan berbagai level representasi kimia. Peserta didik sering kali memahami konsep kimia hanya pada level makroskopik dan simbolik tanpa mengaitkannya dengan proses yang terjadi pada tingkat partikel^[4]. Taber (2013) menjelaskan bahwa konsep kimia harus dipahami melalui tiga level representasi yang saling terhubung, yaitu makroskopik, simbolik, dan submikroskopik. Level makroskopik menggambarkan fenomena yang dapat diamati secara langsung, level simbolik merepresentasikan fenomena melalui persamaan kimia atau model matematis, sedangkan level submikroskopik menjelaskan interaksi partikel pada tingkat atom, molekul, atau ion. Keterhubungan ketiga level representasi tersebut sangat penting dalam membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual yang utuh terhadap suatu fenomena kimia. Ketidakterhubungan antara ketiga level representasi tersebut sering menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep hidrolisis garam secara menyeluruh^[5].

Kondisi tersebut juga terlihat pada pembelajaran hidrolisis garam di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Lima Puluh Kota. Hasil angket dan wawancara dengan guru serta peserta didik menunjukkan bahwa 94% dari 31 peserta didik menganggap beberapa konsep pada materi hidrolisis garam sulit dipahami. Kesulitan yang dialami peserta didik meliputi: (1) menentukan jenis garam yang mengalami hidrolisis berdasarkan asal asam dan basa pembentuknya, (2) memahami mekanisme reaksi hidrolisis pada tingkat submikroskopik terutama dalam menggambarkan interaksi ion garam dengan molekul air, dan (3) memprediksi serta menghitung pH larutan garam. Kesulitan tersebut tercermin dari rendahnya hasil penilaian harian peserta didik. Guru menjelaskan bahwa pembelajaran selama ini menggunakan media seperti

buku cetak, LKPD, dan PowerPoint. Sebagian besar peserta didik menyatakan bahwa media tersebut belum mampu membantu mereka memvisualisasikan proses hidrolisis pada tingkat partikel. Kondisi ini menunjukkan perlunya media pembelajaran yang mampu merepresentasikan proses hidrolisis garam pada level submikroskopik secara lebih konkret.

Untuk mengatasi permasalahan ini, pemilihan media pembelajaran yang sesuai memainkan peran krusial dalam mendukung keberhasilan proses belajar peserta didik^[6]. Media pembelajaran membantu guru dalam menyampaikan konsep yang bersifat abstrak serta memfasilitasi peserta didik untuk membangun pemahaman konseptual secara lebih bermakna. Penggunaan media yang tepat juga dapat meningkatkan partisipasi aktif peserta didik dalam proses pembelajaran^[7]. Perkembangan teknologi digital memberikan peluang untuk mengembangkan media pembelajaran yang lebih interaktif dan visual^[8]. Socrates and Mufit (2022) melaporkan bahwa penggunaan media berbasis teknologi memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran karena mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam memahami konsep yang dipelajari^[9].

Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran kimia adalah *Augmented Reality (AR)*. Teknologi ini mampu mengintegrasikan objek nyata dengan objek virtual dalam bentuk visual dua atau tiga dimensi yang ditampilkan secara langsung di lingkungan nyata secara *real-time*^[10]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis *AR* mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik^[11–14], meningkatkan pemahaman konsep^[15], meningkatkan kemampuan berpikir kritis^[16], meningkatkan motivasi belajar^[17], serta melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik^[18]. Karakteristik visualisasi tiga dimensi yang dimiliki oleh teknologi *AR* memungkinkan peserta didik mengamati fenomena kimia pada tingkat partikel sehingga dapat membantu menghubungkan representasi makroskopik, simbolik, dan submikroskopik.

Pengembangan media pembelajaran berbasis *AR* dalam pendidikan kimia telah dilakukan pada berbagai topik. Penelitian sebelumnya melaporkan pengembangan media *AR* pada materi bentuk molekul^[19], sistem periodik unsur^[20], asam basa^[21], kimia dan materi^[22], pengenalan alat laboratorium kimia^[23], data keselamatan bahan kimia^[24], larutan elektrolit^[25], dan hidrolisis garam^[26]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *AR* memiliki tingkat validitas yang tinggi^[26] serta dinilai praktis dan efektif dalam pembelajaran^[12]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pengembangan

media dan uji kelayakan produk tanpa mengkaji pengaruh penggunaannya terhadap peningkatan prestasi belajar peserta didik melalui perbandingan dengan pembelajaran konvensional. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian terkait efektivitas media AR dalam meningkatkan prestasi belajar peserta didik pada materi hidrolisis garam.

Penelitian ini dirancang untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menguji pengaruh penggunaan media pembelajaran terintegrasi AR terhadap prestasi belajar peserta didik pada materi hidrolisis garam. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengintegrasian media pembelajaran AR yang secara khusus dirancang untuk merepresentasikan proses hidrolisis garam pada level submikroskopik serta pengujian pengaruhnya melalui perbandingan dengan pembelajaran konvensional.

Mengacu pada hasil angket yang diberikan, peserta didik sebagian besar telah memiliki *smartphone* pribadi dengan dominasi perangkat berbasis Android yang mendukung penggunaan aplikasi AR. Data dari Badan Pusat Statistik (2023 menunjukkan bahwa pada tahun 2022 sekitar 67,88% penduduk Indonesia berusia lima tahun ke atas telah memiliki telepon seluler^[27]. Temuan *Cambridge International* juga menunjukkan bahwa sekitar 67% pelajar di Indonesia menggunakan *smartphone* dalam kegiatan pembelajaran di kelas, dan 81% memanfaatkannya untuk membantu menyelesaikan tugas sekolah^[28].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis perbedaan prestasi belajar kognitif peserta didik pada materi hidrolisis garam antara kelas yang menggunakan media pembelajaran terintegrasi AR dengan kelas yang tidak menggunakan media tersebut, serta (2) mengidentifikasi pencapaian tujuan pembelajaran hidrolisis garam peserta didik kelas XI Fase F di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Lima Puluh Kota yang menggunakan media pembelajaran terintegrasi AR.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *quasi-experiment* dengan desain *the pretest-posttest nonequivalent group design*^[29]. Penelitian dilaksanakan di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Lima Puluh Kota pada bulan April hingga Mei 2025. Populasi penelitian adalah seluruh peserta didik kelas XI Fase F yang mengikuti pembelajaran kimia pada tahun ajaran 2024/2025. Teknik pengambilan sampel menggunakan sampling jenuh sehingga seluruh anggota populasi dijadikan sampel penelitian.

Sampel penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen berjumlah 30 peserta didik yang memperoleh

pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran terintegrasi AR, sedangkan kelas kontrol berjumlah 29 peserta didik yang mengikuti pembelajaran tanpa menggunakan media tersebut.. Rancangan penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	-	O ₄

Sumber: Cohen, 2018 ^[29]

Penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap utama, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan penutup. Tahap persiapan meliputi penyusunan seluruh kebutuhan penelitian, termasuk penentuan waktu dan lokasi pelaksanaan, identifikasi populasi dan sampel, pembagian kelas eksperimen dan kontrol, serta penyusunan modul ajar dan instrumen penelitian.

Tahap pelaksanaan diawali dengan pemberian *pretest* kepada peserta didik pada kedua kelas, kemudian kegiatan pembelajaran berlangsung dengan perlakuan berbeda pada masing-masing kelas. Tahap penutup dilakukan melalui pemberian *posttest* untuk mengevaluasi prestasi belajar kognitif peserta didik serta menarik kesimpulan berdasarkan data penelitian.

Instrumen penelitian berupa 22 item soal objektif berbasis *higher order thinking skills* (HOTS). Instrumen tersebut telah melalui proses pengujian sehingga dinyatakan valid, reliabel, memiliki daya pembeda yang baik, serta tingkat kesukaran yang sesuai, sehingga layak digunakan dalam penelitian ^[30]. Instrumen berbasis HOTS digunakan karena tujuan pembelajaran pada materi hidrolisis garam menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi. Tujuan pembelajaran tersebut meliputi kemampuan menganalisis karakteristik garam yang dapat terhidrolisis dalam air, menyimpulkan sifat-sifat garam yang terhidrolisis, serta menentukan pH larutan garam. Ketiga tujuan tersebut berada pada ranah kognitif tingkat tinggi dalam taksonomi Bloom revisi, sehingga instrumen berbasis HOTS dinilai tepat untuk mengukur capaian prestasi belajar kognitif peserta didik.

Analisis data prestasi belajar dilakukan melalui beberapa tahap pengujian statistik. Tahap awal berupa uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas menggunakan metode Liliefors dengan kriteria data terdistribusi normal jika $L_{hitung} < L_{tabel}$ dan uji homogenitas menggunakan uji F dengan kriteria $F_{hitung} < F_{tabel}$.

Data yang memenuhi syarat normalitas dan homogenitas selanjutnya dianalisis menggunakan uji hipotesis berupa uji-t. Keputusan pengujian ditentukan dengan menerima H_0 jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ dan menerima H_1 jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pengaruh penggunaan media pembelajaran terintegrasi AR pada materi hidrolisis garam dilakukan melalui pengukuran prestasi belajar peserta didik pada ranah kognitif yang dinilai menggunakan tes akhir (*posttest*). Sebelum proses pembelajaran dilaksanakan, kedua kelas sampel terlebih dahulu diberikan tes awal (*pretest*) untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman awal peserta didik terhadap materi yang akan dipelajari. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai *pretest* kelas eksperimen adalah 39,87 (SD = 10,68), sedangkan kelas kontrol sebesar 35,28 (SD = 12,08). Perbedaan nilai tersebut relatif kecil sehingga dapat diasumsikan bahwa kedua kelas memiliki tingkat pemahaman awal yang relatif setara terhadap materi hidrolisis garam. Kesetaraan kemampuan awal ini penting untuk memastikan bahwa perbedaan prestasi belajar pada tahap akhir pembelajaran terutama disebabkan oleh perlakuan yang diberikan selama proses pembelajaran, bukan oleh perbedaan kemampuan awal peserta didik. Setelah pelaksanaan *pretest*, kedua kelas mengikuti proses pembelajaran pada materi hidrolisis garam, di mana kelas eksperimen menggunakan media pembelajaran terintegrasi AR, sedangkan kelas kontrol menggunakan media

pembelajaran konvensional berupa buku cetak yang tersedia di sekolah.

Setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan, *posttest* diberikan untuk mengevaluasi pencapaian prestasi belajar peserta didik. Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, terlebih dahulu dilaksanakan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji normalitas menggunakan metode Liliefors menunjukkan bahwa data *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas terdistribusi normal. Pada kelas eksperimen, nilai L_{hitung} untuk *pretest* adalah 0,099 dan untuk *posttest* sebesar 0,110 dengan L_{tabel} sebesar 0,161. Sementara itu, pada kelas kontrol nilai L_{hitung} untuk *pretest* sebesar 0,094 dan untuk *posttest* sebesar 0,118 dengan L_{tabel} sebesar 0,164. Karena pada kedua kelas nilai $L_{hitung} < L_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa seluruh data terdistribusi normal. Selanjutnya, hasil uji homogenitas menggunakan uji F menunjukkan bahwa varians data prestasi belajar kedua kelas bersifat homogen dengan nilai $F_{hitung} (1,18) < F_{tabel} (1,87)$. Berdasarkan terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas tersebut, analisis data kemudian dilanjutkan dengan uji hipotesis menggunakan uji-t. Perbandingan prestasi belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Prestasi Belajar Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	N	Rata-rata	Standar Deviasi	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan
Eksperimen	30	85,97	8,30	6,60	1,67	H_0 ditolak
Kontrol	29	72,30	7,63			H_1 diterima

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen sebesar 85,97 (SD = 8,30) sedangkan kelas kontrol hanya memperoleh rata-rata sebesar 72,30 (SD = 7,63). Selisih rata-rata sebesar 13,67 menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran terintegrasi AR berkontribusi terhadap peningkatan prestasi belajar peserta didik pada materi hidrolisis garam. Hasil uji-t menunjukkan nilai $t_{hitung} (6,60) > t_{tabel} (1,67)$ pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hasil ini mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara prestasi belajar peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah proses pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ningsih (2015) yang melaporkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis AR secara signifikan meningkatkan prestasi belajar peserta didik, yang ditunjukkan oleh nilai *posttest* yang lebih tinggi pada kelas yang menggunakan media tersebut dibandingkan dengan kelas yang tidak menggunakannya^[31].

Keberhasilan pembelajaran tidak hanya diukur berdasarkan capaian prestasi belajar secara keseluruhan, tetapi juga dapat dianalisis melalui tingkat ketercapaian masing-masing tujuan pembelajaran. Analisis tersebut dilakukan dengan meninjau persentase jawaban benar pada setiap tujuan pembelajaran (TP) di kedua kelas sampel. Ringkasan persentase jawaban benar untuk setiap tujuan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Jawaban Benar Per TP Pada Kedua Kelas Sampel

TP	Nomor Soal	Persentase Jawaban Benar			
		Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 16, 19, 20, 22	40,60%	90,00%	35,15%	73,33%
2	1, 9, 12, 13, 14, 15, 21	45,71%	84,76%	31,43%	64,76%
3	7, 8, 17, 18	27,50%	76,67%	35,83%	69,17%

Pada tujuan pembelajaran pertama, yaitu menganalisis karakteristik garam yang dapat terhidrolisis dalam air, terlihat perbedaan yang cukup mencolok antara kelas eksperimen dan kontrol. Pada kelas eksperimen, persentase jawaban benar meningkat secara signifikan dari 40,60% pada *pretest* menjadi 90,00% pada *posttest* (peningkatan sebesar 49,40%). Sebaliknya, pada kelas kontrol peningkatan terjadi dari 35,15% menjadi 73,33% (peningkatan sebesar 38,18%). Selisih peningkatan sebesar 11,22% tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran terintegrasi *AR* memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan pemahaman peserta didik dalam mengidentifikasi karakteristik garam yang mengalami hidrolisis.

Peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen dapat dijelaskan melalui kemampuan media pembelajaran terintegrasi *AR* dalam memvisualisasikan proses hidrolisis pada tingkat submikroskopik. Melalui media ini, peserta didik dapat mengamati secara langsung representasi tiga dimensi dari ion-ion garam, baik kation maupun anion, yang berinteraksi dengan molekul air. Visualisasi tersebut memperlihatkan bagaimana ion yang berasal dari asam lemah atau basa lemah dapat bereaksi dengan molekul air membentuk spesi baru, sedangkan ion yang berasal dari asam kuat atau basa kuat tidak mengalami reaksi hidrolisis. Sebagai contoh, pada garam NH_4Cl peserta didik dapat mengamati bahwa ion NH_4^+ yang berasal dari basa lemah NH_3 bereaksi dengan molekul H_2O membentuk NH_3 dan H_3O^+ , sedangkan ion Cl^- yang berasal dari asam kuat HCl tidak bereaksi dengan air. Visualisasi yang bersifat konkret ini membantu peserta didik mengidentifikasi karakteristik garam yang mengalami hidrolisis berdasarkan asal asam dan basa pembentuknya.

Peserta didik pada kelas kontrol, yang menggunakan buku cetak sebagai media pembelajaran, hanya dapat membaca penjelasan tekstual dan melihat gambar dua dimensi yang statis. Media konvensional tersebut belum mampu merepresentasikan secara menyeluruh proses interaksi ion-ion dengan molekul air pada tingkat submikroskopik. Akibatnya, peserta didik harus mengandalkan kemampuan imajinasi untuk memvisualisasikan proses yang sebenarnya terjadi, yang berpotensi menimbulkan miskonsepsi atau pemahaman yang tidak utuh. Ketergantungan pada kemampuan

imajinatif dalam memahami materi menjadi kendala dalam mengintegrasikan representasi makroskopik, simbolik, dan submikroskopik secara simultan. Kondisi ini sejalan dengan temuan Aryani (2021) yang menyatakan bahwa salah satu penyebab miskonsepsi pada materi hidrolisis garam adalah kecenderungan peserta didik memahami konsep hanya pada level makroskopik dan simbolik tanpa didukung pemahaman yang memadai pada level submikroskopik^[3].

Pentingnya representasi submikroskopik dalam pembelajaran kimia telah banyak ditekankan dalam literatur. Taber (2013) menyatakan bahwa pemahaman konsep kimia menuntut keterkaitan antara tiga level representasi, yaitu makroskopik, simbolik, dan submikroskopik^[6]. Ketika ketiga level representasi dapat diintegrasikan dengan baik melalui media pembelajaran, peserta didik akan memiliki pemahaman konsep yang lebih mendalam dan komprehensif. Sejalan dengan hal tersebut, Johnstone (1982) melalui konsep *chemistry triplet* menegaskan bahwa pembelajaran kimia yang efektif harus mampu menghubungkan ketiga level representasi tersebut secara seimbang^[32]. Media pembelajaran terintegrasi *AR* mampu memfasilitasi integrasi ketiga level representasi tersebut secara simultan dan interaktif sehingga mendukung terbentuknya pemahaman konsep yang lebih baik.

Pada tujuan pembelajaran kedua, yaitu menyimpulkan sifat-sifat garam yang terhidrolisis, diperoleh pola peningkatan yang serupa dengan tujuan pembelajaran pertama. Pada kelas eksperimen, persentase jawaban benar meningkat dari 45,71% menjadi 84,76% (peningkatan sebesar 39,05%), sedangkan pada kelas kontrol meningkat dari 31,43% menjadi 64,76% (peningkatan sebesar 33,33%). Selisih peningkatan sebesar 5,72% menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran terintegrasi *AR* memberikan dampak positif terhadap kemampuan peserta didik dalam menyimpulkan sifat asam-basa larutan garam, meskipun peningkatannya tidak sebesar yang terjadi pada tujuan pembelajaran pertama.

Pada tujuan pembelajaran ini, media *AR* menampilkan visualisasi yang lebih kompleks mengenai mekanisme reaksi hidrolisis yang menghasilkan ion H_3O^+ atau OH^- sebagai penentu sifat asam-basa larutan. Peserta didik pada kelas eksperimen dapat mengamati secara

visual bahwa ketika garam dari asam lemah dan basa kuat terhidrolisis seperti CH_3COONa , ion CH_3COO^- bereaksi dengan H_2O menghasilkan CH_3COOH dan OH^- sehingga larutan bersifat basa. Sebaliknya, pada garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah seperti NH_4Cl , ion NH_4^+ bereaksi dengan H_2O menghasilkan NH_3 dan H_3O^+ sehingga larutan bersifat asam.

Meskipun demikian, kemampuan untuk menyimpulkan sifat garam yang terhidrolisis tidak hanya bergantung pada visualisasi konsep. Peserta didik juga

dituntut memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk menganalisis jenis ion yang mengalami hidrolisis, memprediksi produk reaksi yang terbentuk, serta menentukan sifat larutan berdasarkan ion yang dominan, yaitu H_3O^+ atau OH^- . Kompleksitas proses kognitif tersebut tercermin dari perubahan pola jawaban peserta didik yang menunjukkan adanya proses analisis yang lebih mendalam (Gambar 1). Hasil ini juga mengindikasikan bahwa materi hidrolisis garam masih dianggap relatif sulit oleh sebagian peserta didik pada kedua kelas.

12. Monosodium Glutamat atau MSG ($\text{C}_5\text{H}_8\text{NO}_4\text{Na}$) merupakan garam yang biasa digunakan sebagai penyedap rasa makanan. Jika MSG dikonsumsi dalam jumlah yang banyak maka akan membahayakan bagi kesehatan tubuh. Dalam sebuah percobaan kertas lakmus merah dan biru dicelupkan ke dalam larutan $\text{C}_5\text{H}_8\text{NO}_4\text{Na}$ 0,2 M ($K_b = 1 \times 10^{-5}$). Pertanyaan yang benar adalah...
- ☒ a. Terjadi perubahan warna pada lakmus merah menjadi biru, larutan bersifat basa
 - ☐ b. Terjadi perubahan warna pada lakmus merah menjadi biru, larutan bersifat asam
 - ☐ c. Terjadi perubahan warna pada lakmus biru menjadi merah, larutan bersifat asam
 - ☐ d. Terjadi perubahan warna pada lakmus biru menjadi merah, larutan bersifat basa
 - ☒ e. Tidak terjadi perubahan warna pada kertas lakmus, larutan bersifat netral
13. Natrium bikarbonat (NaHCO_3) atau lebih dikenal dengan soda kue digunakan dalam proses pembuatan roti. Senyawa ini akan bereaksi dengan bahan lain dalam pembuatan roti sehingga menghasilkan asam karbonat (H_2CO_3). Dalam proses pembuatan roti asam karbonat (H_2CO_3) akan terurai menjadi karbon dioksida dan uap air. Adonan roti akan mengembang yang disebabkan oleh gelembung gas CO_2 . Pernyataan yang benar mengenai senyawa ini saat bereaksi dengan air adalah...
- ☒ a. HCO_3^- menerima proton dari molekul air, larutan bersifat basa
 - ☒ b. Na^+ bereaksi dengan air membentuk NaOH , larutan bersifat basa
 - ☐ c. HCO_3^- memberi proton kepada molekul air, larutan bersifat asam
 - ☐ d. NaHCO_3 mudah larut dalam air sehingga menurunkan pH larutan, larutan bersifat asam
 - ☐ e. NaHCO_3 mengalami hidrolisis kation, larutan bersifat basa
15. Garam kalium oksalat ($\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$) terbentuk dari asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) dengan kalium hidroksida (KOH). Reaksi hidrolisisnya adalah sebagai berikut:
- $$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$$
- Jika nilai K_b ion oksalat ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) adalah $1,6 \times 10^{-10}$. Sifat dari larutan $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ adalah...
- ☐ a. Asam, karena terbentuk dari reaksi asam kuat dengan basa lemah
 - ☐ b. Asam, karena terbentuk dari reaksi asam lemah dengan basa kuat
 - ☒ c. Basa, karena terbentuk dari reaksi asam lemah dengan basa kuat
 - ☐ d. Basa, karena memiliki nilai K_b yang $1,6 \times 10^{-10}$
 - ☐ e. Netral, karena terbentuk dari reaksi asam kuat dengan basa kuat
21. Amonium asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) merupakan garam yang dapat bersifat volatile (mudah menguap) pada tekanan rendah. Garam ini digunakan sebagai bahan tambahan pangan sebagai pengatur keasamaan yang digunakan di Australia dan Selandia Baru. Ion NH_4^+ pada garam ini membentuk larutan asam dan ion CH_3COO^- membentuk larutan basa, namun larutan amonium asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) hampir netral apakah semua garam amonium asam lemah membentuk larutan netral?
- ☐ a. Bergantung pada konsentrasi garamnya
 - ☐ b. Jika harga $K_a > K_b$
 - ☒ c. Garam amonium asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) tidak mengalami hidrolisis
 - ☒ d. Jika harga $K_a = K_b$
 - ☐ e. Jika harga $K_a < K_b$

Gambar 1. Perubahan Jawaban Peserta Didik

Soal-soal berbasis *higher order thinking skills* (HOTS) sering kali menimbulkan tantangan signifikan bagi peserta didik, terutama pada aspek analisis karena karakteristiknya berbeda dengan soal yang hanya menuntut kemampuan mengingat. Kondisi ini terjadi karena sebagian besar peserta didik masih terbiasa mempelajari konsep melalui pendekatan hafalan, sementara soal HOTS menuntut proses berpikir yang lebih mendalam dan kritis. Jenis soal ini tidak hanya mengukur kemampuan mengingat informasi, tetapi juga menuntut pemahaman konseptual yang mendalam, kemampuan menarik kesimpulan, integrasi berbagai konsep, serta penerapan pengetahuan dalam konteks yang baru dan bervariasi^[33]. Penelitian Sylviani *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang terintegrasi dengan *AR* dapat melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi tersebut secara positif, khususnya dalam aspek analisis dan penerapan konsep secara *real-time* dalam lingkungan belajar yang interaktif dan kaya visualisasi^[18].

Pada tujuan pembelajaran ketiga, yaitu menentukan pH larutan garam, kelas eksperimen menunjukkan peningkatan yang paling signifikan dibandingkan dengan dua tujuan pembelajaran sebelumnya. Persentase jawaban benar pada kelas eksperimen meningkat dari 27,50% menjadi 76,67% (peningkatan sebesar 49,17%), sedangkan pada kelas kontrol meningkat dari 35,83% menjadi 69,17% (peningkatan sebesar 33,34%). Selisih peningkatan sebesar 15,83% merupakan nilai tertinggi di antara ketiga tujuan pembelajaran yang dianalisis. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *AR* sangat membantu peserta didik dalam memahami konsep yang bersifat abstrak, seperti konsep pH, sekaligus mendukung kemampuan perhitungan melalui visualisasi konsep yang lebih konkret. Perhitungan pH larutan garam merupakan tujuan pembelajaran yang relatif paling kompleks karena menuntut pemahaman konseptual yang kuat tentang proses hidrolisis dan kemampuan matematis untuk menghitung konsentrasi ion H_3O^+ atau OH^- . Dalam media terintegrasi *AR* yang digunakan, peserta didik tidak hanya melihat visualisasi proses hidrolisis, tetapi juga dapat melihat representasi kuantitatif dari konsentrasi ion dalam larutan. Media tersebut menampilkan persamaan reaksi kesetimbangan hidrolisis beserta konstanta kesetimbangannya (K_a atau K_b) dan mengaitkannya secara langsung dengan rumus perhitungan pH. Sebagai contoh, pada garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat, media *AR* memperlihatkan hubungan antara K_b garam dengan K_a asam lemah pembentuknya melalui persamaan $K_b = K_w/K_a$, yang kemudian dikaitkan dengan perhitungan konsentrasi $[\text{OH}^-]$, pOH , dan akhirnya pH larutan. Visualisasi langkah demi langkah (*step-by-step*) ini membantu peserta didik memahami logika konseptual di balik rumus perhitungan pH sehingga tidak sekadar

menghafal rumus secara mekanis.

Sebaliknya, peserta didik kelas kontrol harus memahami perhitungan pH hanya melalui penjelasan tekstual dan contoh soal yang terdapat dalam buku cetak. Tanpa visualisasi yang menghubungkan antara proses submikroskopik dengan perhitungan matematis, peserta didik cenderung mengalami kesulitan dalam memahami konsep secara utuh. Akibatnya, mereka sering kali hanya menghafal rumus tanpa memahami dasar konseptualnya, sehingga kesulitan ketika menghadapi variasi soal atau konteks yang berbeda. Ketergantungan pada kemampuan abstraksi matematis tanpa dukungan visualisasi konkret menjadi kendala utama dalam pencapaian tujuan pembelajaran ini. Stieff (2011) dalam penelitiannya menemukan bahwa visualisasi spasial memainkan peran penting dalam pemahaman konsep kimia kuantitatif, dan peserta didik dengan kemampuan visualisasi spasial yang baik cenderung lebih berhasil dalam menyelesaikan masalah kimia yang kompleks^[34].

Keunggulan media *AR* dalam memvisualisasikan konsep abstrak ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa teknologi ini efektif dalam merepresentasikan konsep ilmiah yang sulit diamati secara langsung. Media *AR* memungkinkan penyajian konsep abstrak dan struktur objek secara lebih jelas serta sesuai dengan tujuan pembelajaran^[35]. Temuan tersebut diperkuat oleh Musyadi *et al.*, (2025) yang menghasilkan temuan, pemanfaatan media *AR* bisa mendorong pemahaman konseptual peserta didik dalam pembelajaran kimia^[36]. Selain itu, beberapa studi juga menekankan bahwa *AR* memiliki keunggulan dalam menyajikan pembelajaran yang bersifat interaktif dan visual sehingga dapat membantu peserta didik memahami konsep-konsep yang kompleks. Tika *et al.* (2024) menyatakan bahwa teknologi ini mampu mengatasi keterbatasan media konvensional seperti buku teks atau gambar statis yang kurang efektif dalam merepresentasikan fenomena ilmiah secara komprehensif^[37]. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Hermawan dan Hadi (2024), yang menunjukkan bahwa penggunaan *AR* tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, melainkan juga mendorong partisipasi aktif peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung^[38]. Selain itu, Dunleavy dan Dede (2014) menemukan bahwa pembelajaran terintegrasi *AR* dapat meningkatkan keterlibatan (*engagement*) dan motivasi belajar peserta didik karena karakteristiknya yang interaktif dan menarik^[39].

Berdasarkan analisis terhadap ketiga tujuan pembelajaran tersebut, secara keseluruhan media pembelajaran terintegrasi *AR* mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret, interaktif, dan menarik dibandingkan dengan media pembelajaran konvensional. Media ini memungkinkan visualisasi partikel-partikel garam dan reaksi kimia dalam bentuk

tiga dimensi dan interaktif, sehingga membantu peserta didik memahami proses hidrolisis garam secara visual dan lebih nyata. Visualisasi seperti pergerakan ion-ion dalam larutan, interaksi ion dengan molekul air, serta perubahan struktur molekul selama reaksi kimia membantu peserta didik menghubungkan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik secara lebih efektif.

Pendekatan multirepresentasi yang difasilitasi oleh media *AR* memungkinkan peserta didik untuk membangun pemahaman konseptual yang lebih utuh dan mendalam. Ketika peserta didik dapat mengamati, berinteraksi, dan memanipulasi representasi submikroskopik dari konsep kimia yang abstrak, mereka cenderung mampu mengonstruksi pengetahuan yang lebih bermakna dan bertahan lebih lama. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang dikemukakan oleh Piaget (1952), yang menekankan bahwa pembelajaran merupakan proses aktif di mana peserta didik membangun pengetahuan melalui pengalaman serta interaksi dengan lingkungannya^[40]. Media *AR* menyediakan lingkungan belajar yang mendukung proses konstruksi pengetahuan melalui eksplorasi visual dan interaksi langsung dengan objek virtual.

Sebaliknya, pembelajaran konvensional yang hanya mengandalkan media berbasis teks dan gambar dua dimensi memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak dan dinamis. Gilbert dan Treagust (2009) menegaskan bahwa kesulitan dalam mengintegrasikan berbagai level representasi dalam kimia merupakan salah satu sumber utama munculnya kesulitan belajar dan miskonsepsi pada peserta didik^[41]. Kondisi ini turut berkontribusi terhadap capaian prestasi belajar yang lebih rendah pada kelas kontrol, sebagaimana terlihat dari persentase pencapaian yang lebih rendah pada ketiga tujuan pembelajaran yang dianalisis.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran terintegrasi *AR* pada materi hidrolisis garam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap prestasi belajar peserta didik. Pada penelitian ini, kelas eksperimen memperoleh pembelajaran dengan menggunakan media *AR*, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran tanpa menggunakan media tersebut. Hasil penelitian ini sejalan dengan studi Acesa dan Nurmawati (2018) yang melaporkan bahwa penggunaan *AR* dalam pembelajaran dapat meningkatkan prestasi belajar peserta didik^[11]. Temuan tersebut juga didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran terintegrasi *AR* efektif dalam meningkatkan prestasi belajar pada materi hidrolisis garam^[12], sifat keperiodikan unsur^[13], dan sel elektrolisis^[14].

Implikasi dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi seperti *AR* memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih luas pada berbagai materi kimia lainnya, terutama yang memiliki karakteristik abstrak, kompleks, dan sulit untuk divisualisasikan secara langsung. Mengingat tingginya tingkat penggunaan *smartphone* di Indonesia^[27,28], implementasi media pembelajaran terintegrasi *AR* berbasis *smartphone* menjadi sangat memungkinkan dan dapat diakses secara luas. Selain itu, hasil penelitian ini juga menegaskan pentingnya pelatihan bagi guru dalam mengintegrasikan teknologi dengan strategi pembelajaran sehingga pemanfaatan media interaktif seperti *AR* dapat dioptimalkan dalam mendukung proses pembelajaran.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan media pembelajaran terintegrasi *AR* pada materi hidrolisis garam memberikan pengaruh signifikan terhadap prestasi belajar peserta didik. Hal ini terlihat dari rata nilai *posttest* kelas eksperimen sebesar 85,97 ($SD = 8,30$) yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol sebesar 72,30 ($SD = 7,63$). Hasil uji-t menunjukkan nilai $t_{hitung} (6,60) > t_{tabel} (1,67)$, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelas sampel. Selain itu, analisis pencapaian setiap tujuan pembelajaran menunjukkan bahwa media *AR* efektif membantu peserta didik menganalisis karakteristik garam yang terhidrolisis, menyimpulkan sifat-sifat garam, dan menentukan pH larutan garam. Ketiga tujuan pembelajaran tersebut tercapai dengan peningkatan yang signifikan pada kelas eksperimen dibandingkan dengan kelas kontrol.

Berdasarkan hasil tersebut, direkomendasikan bagi guru kimia untuk dapat memanfaatkan media pembelajaran terintegrasi *AR* sebagai alternatif dalam pengajaran materi hidrolisis garam pada peserta didik. Namun demikian, penelitian ini masih terbatas pada pengukuran prestasi belajar pada ranah kognitif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji pengaruh penggunaan media *AR* terhadap ranah afektif dan psikomotor peserta didik. Selain itu, guru kimia juga didorong untuk mengeksplorasi pemanfaatan teknologi *AR* pada berbagai materi kimia lainnya yang memiliki karakteristik konsep abstrak, kompleks, dan memerlukan visualisasi yang lebih mendalam.

REFERENSI

- [1] Amelia D, Marheni N. Analisis Miskonsepsi Siswa Pada Materi Hidrolisis Garam Menggunakan Teknik (Certainty of Response Index) Termodifikasi. *JRPK: Jurnal Riset*

- Pendidikan Kimia. 2015;4(1).
- [2] Üce M, Ceyhan İ. Misconception in Chemistry Education and Practices to Eliminate Them: Literature Analysis. *Journal Education and Training Studies*. 2019;7(3):202–208.
 - [3] Aryani E. Identifikasi Miskonsepsi Peserta Didik Pada Materi Hidrolisis Garam Dengan Menggunakan Instrumen Tes Diagnostik Two-Tier Di SMA Negeri 4 Wira Bangsa Meulaboh [Skripsi]. UIN Ar-Raniry Banda Aceh. 2021.
 - [4] Arsyad MM, Sihalo M, Kilo A. L. Analisis Miskonsepsi pada Konsep Hidrolisis Garam Siswa Kelas XI SMAN 1 Telaga. *Jurnal Entropi*. 2016.
 - [5] Taber KS. Revisiting the chemistry Triplet: Drawing Upon the Nature of Chemical Knowledge and the Psychology of Learning to Inform Chemistry Education. *Chemistry Education Research and Practice*. 2013;14(2):156–168.
 - [6] Wulandari AP, Salsabila AA, Cahyani K, Nurazizah TS, Ulfiah Z. Pentingnya Media Pembelajaran dalam Proses Belajar Mengajar. *Journal on Education*. 2023;05(02):3928–3936.
 - [7] Nurrita T. Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Misyakat*. 2018.
 - [8] Suyuti. Analisis Efektivitas Penggunaan Teknologi dalam Pendidikan Terhadap Peningkatan Hasil Belajar. *Journal on Education*. 2023;06(06):1–11.
 - [9] Socrates TP, Mufit F. Efektivitas Penerapan Media Pembelajaran Fisika Berbasis AR: Studi Literatur. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 2022.
 - [10] Mustaqim I, Kurniawan N. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis AR. *Jurnal Edukasi Elektro*. 2017.
 - [11] Acesta A, Nurmaylany M. Pengaruh Penggunaan Media AR Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Didaktik: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. 2018.
 - [12] Mahdiyah, Guspatni. Praktikalitas dan Efektivitas Media Pembelajaran Terintegrasi AR Materi Kimia Hidrolisis Garam Fase F SMA/MA terhadap Hasil Belajar Peserta Didik [Skripsi]. Universitas Negeri Padang. 2024.
 - [13] Santika, Guspatni. Praktikalitas Dan Efektivitas Media Pembelajaran Terintegrasi AR Pada Materi Sifat Keperiodikan Unsur Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Fase E SMA/MA. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*. 2024;4(2):969–76.
 - [14] Damayanti, Guspatni. Efektivitas Media Pembelajaran Terintegrasi AR Pada Materi Sel Elektrolisis terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education* 2024;4(2):965–968.
 - [15] Zulfa L, Ermawati D, Reswari LA. Efektivitas Media Pembelajaran Berbasis AR Terhadap Pemahaman Konsep Matematika Siswa SD Kelas V. *Paedagogia: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Kependidikan*. 2023;14(4):509–514.
 - [16] Amalia NR, Sihotang IP, Nurhayani N, Sam SR. Pengaruh Media AR terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *FONDATA*. 2023;7(1):41–51.
 - [17] Savitriana H, Anjarwati P. Efektivitas Penggunaan Game Edukasi Berbasis AR Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar IPA Pada Siswa Sekolah Dasar: A Systematic Literature Review. *JPIIM: Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisipliner*. 2024.
 - [18] Sylvia F, Ramdhan B, Windyariani S. Efektivitas AR Terhadap Higher Order Thinking Skills Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *BIODIK*. 2020;7(2):131–142.
 - [19] Supriono N, Rozi F. Pengembangan Media Pembelajaran Bentuk Molekul Kimia Menggunakan AR Berbasis Android. *JPII: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika*. 2018.
 - [20] Putri A, Guspatni. Desain Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan AR pada Materi Sifat Keperiodikan Unsur. *Jurnal Tambusai*. 2023.
 - [21] Rahmadani S, Guspatni. Design of AR Integrated Learning Applications on Acid and Base Subject Material for F Phase Students. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*. 2023;11(6):912.
 - [22] Liza WR, Guspatni. Development of AR Technology Integrated Learning Media on the Topic of Chemistry and Matter. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*. 2024;12(4):844–854.
 - [23] Pradana DK, Supandi, Wardani IT. Rancang Bangun Media Pengenalan Alat Laboratorium Kimia Berbasis Mobile AR. *JIPTEK: Jurnal Ilmiah Penelitian Teknologi Informasi & Komputer*. 2022.
 - [24] Pradipta A, Aziz M, Fajri IA, Khair M. Rancang Bangun DATA MANIA sebagai Multimedia Interaktif Data Keselamatan Bahan Kimia Berbasis AR. *Edukimia*. 2020;2(2):75–8.
 - [25] Herman M, Mawarnis ER, Ramadhani D, Herman H. Pengembangan E-LKPD Berbantuan AR Terintegrasi Nilai Keislaman pada Materi Larutan Elektrolit. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*. 2022;4(5):6991–7004.
 - [26] Fadhila SH, and G. Pengembangan Media Pembelajaran Terintegrasi AR pada Materi Hidrolisis Garam Kimia Fase F SMA/MA [Skripsi]. Universitas Negeri Padang. 2023.
 - [27] Badan Pusat Statistik. Statistik Telekomunikasi Indonesia 2022. 2023;
 - [28] Mulyani. Riset Cambridge: Pelajar Indonesia Pengguna Teknologi Tertinggi di Bidang Pendidikan. 2018.
 - [29] Cohen L. ML, & MK. *Research Methods in Education* 8th Edition. 2018.
 - [30] Latisma. *Evaluasi Pendidikan*. Padang: UNP Press; 2011.
 - [31] Ningsih MF. Pengaruh Media Pembelajaran AR Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Gelombang. 2015.
 - [32] Johnstone, A.H. (1982). Macro- and Micro-Chemistry. *School Science Review*, 64, 377–379
 - [33] Oktaviani YI. Analisis Soal Tipe Higher Order Thinking Skills (HOTS) dalam Soal Penilaian Akhir Tahun (PAT) Kimia [Skripsi]. Universitas Negeri Syarif Hidayatullah. 2020. Mustaqim I. Pemanfaatan AR Sebagai Media Pembelajaran.

- Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. 2016;13(2):174.
- [34] Stieff, M. (2011). Improving representational competence using molecular simulations embedded in inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1137-1158.
- [35] Mustaqim I. Pemanfaatan AR Sebagai Media Pembelajaran. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. 2016;13(2):174.
- [36] Musyadi ID, Sumarni S, Paramitha AFP, Rahmadani IA, Erika F. Kajian Literatur: Penggunaan Media AR Terhadap Pemahaman Konsep Kimia. Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia. 2025;8(1):9.
- [37] Tika, P. N., Nisa, S. F., Faturahmah, D., Ristanto, R. H., & Isfaeni, H. Pengembangan AR Berbantuan Assemblr Edu untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Sistem Ekskesi. Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi. 2024; 8(1).
- [38] Hermawan, A., & Hadi, S. Realitas Pengaruh Penggunaan Teknologi AR dalam Pembelajaran terhadap Pemahaman Konsep Siswa. Jurnal Simki Pedagogia. 2024;7(1): 328–340.
- [39] Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). AR Teaching and Learning. In J. Michael Spector, M. David Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 735-745). New York: Springer.
- [40] Piaget, J. *The origins of intelligence in children*. New York: International Universities Press. 1952.
- [41] Gilbert JK, Treagust, DF. *Multiple Representations In Chemical Education*. Science and Mathematics Education Centre, Curtin University of Technology, Australia. 2009