

**AR-KIMUNO: *Augmented Reality*-Kimia UNO
Terintegrasi Kearifan Lokal Pada Pembelajaran Ikatan Kimia**

Lenni Khotimah Harahap^{1*}, Muhammad Yusrul Hana²

^{1, 2)} Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, Indonesia

*) email: lenniharahap@walisongo.ac.id

ABSTRAK

Konsep ikatan kimia mencakup tiga level representasi sehingga memerlukan pemahaman yang baik untuk memahami ikatan kimia secara utuh. Terlebih lagi sumber belajar yang tersedia saat ini masih terfokus pada konsep-konsep yang bersifat abstrak tanpa diintegrasikan dengan kearifan lokal melalui pengalaman keseharian peserta didik. Sehingga peserta didik sulit untuk memahami materi ikatan kimia karena konsep abstrak dan sumber belajar yang digunakan belum sepenuhnya mencakup tiga tingkat representasi kimia yang terintegrasi kearifan lokal. Tujuan dari penelitian ini untuk memvisualisasikan ketiga level representasi yang diintegrasikan dengan kearifan lokal melalui media pembelajaran ARKIMUNO: *augmented reality*-kimia uno pada materi ikatan kimia. Jenis penelitian ini adalah pengembangan media yang mengacu pada pengembangan D&D (*Design and Development*). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, observasi dan angket validitas. Data yang dikumpulkan dianalisis dengan menggunakan teknik analisis Aiken's V. Produk dari penelitian ini adalah media pembelajaran AR-KIMUNO berupa kartu dan aplikasi pada *smartphone*. Hasil validasi ahli media diperoleh 0,93 dengan kriteria valid dan validasi ahli materi diperoleh validitas 0,85 dengan kriteria valid, sehingga secara keseluruhan media AR-KIMUNO terintegrasi kearifan lokal valid dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi AR yang terintegrasi kearifan lokal dapat membantu pendidik untuk menjelaskan materi ikatan kimia, membantu peserta didik memvisualisasikan tiga level representasi serta menciptakan pembelajaran yang menyenangkan.

Kata kunci: *augmented reality*; ikatan kimia; kearifan lokal; media pembelajaran

ABSTRACT

*The concept of chemical bonds includes three levels of representation so it requires a good understanding to fully understand chemical bonds. Moreover, currently available learning resources are still focused on abstract concepts without being integrated with local wisdom through students' daily experiences. So it is difficult for students to understand chemical bonding material because the abstract concepts and learning resources used do not fully cover the three levels of chemical representation that are integrated with local wisdom. The aim of this research is to visualize the three levels of representation integrated with local wisdom through the learning media AR-KIMUNO: *augmented reality*-chemistry uno on*

chemical bonding material. This type of research is media development which refers to the development of D&D (Design and Development). The instruments used in this research were literature studies, observations and validity questionnaires. The data collected was analyzed using the Aiken's V analysis technique. The product of this research is AR-KIMUNO learning media in the form of cards and applications on smartphones. The media expert validation results obtained were 0.93 with valid criteria and the material expert validation obtained validity of 0.85 with valid criteria, so that overall the AR-KIMUNO media integrated with local wisdom was valid and suitable for use in the learning process. This research shows that learning media based on AR technology that is integrated with local wisdom can help educators explain chemical bonding material, help students visualize three levels of representation and create fun learning.

Keywords: *augmented reality; chemical bond; local wisdom; media of learning*

PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan ilmu yang mempelajari tentang susunan, struktur, sifat, perubahan materi dan energi (Silberberg, 2019). Karakteristik ilmu kimia mencakup tiga domain yang dikenal sebagai *chemist triangle* atau segitiga kimia yang mencakup domain makroskopis atau realistik, domain submikroskopik yang mengacu pada karakteristik abstrak dari bentuk atom, ion, molekul dan struktur serta domain simbolik dalam bentuk persamaan, grafik, rumus dan persamaan matematika (Fahmy, 2021). Keterkaitan tiga karakteristik kimia dalam pembelajaran menunjukkan kompleksitas sains yang harus diperhatikan guna mencapai tujuan pembelajaran serta melahirkan peserta didik dengan kemampuan dan pengetahuan yang komprehensif (Sutrisno et al., 2020). Kemampuan peserta didik dalam memahami setiap level representasi merupakan suatu hal yang sangat penting untuk menjembatani proses pemahaman peserta didik terhadap konsep - konsep kimia. Dalam proses pembelajaran, peserta didik dituntut untuk dapat mengaitkan antara satu level ke level yang lainnya sehingga peserta didik memiliki pengetahuan konseptual yang jelas yang diperlukan dalam memecahkan suatu permasalahan kimia (Sutrisno et al, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian Utari et al (2019) menunjukkan pada saat mempelajari materi kimia yang berada pada level submikroskopik, tampilan makroskopis diikuti tampilan partikulat pada submikroskopis membuat konsep abstrak kimia menjadi lebih konkret dan dapat menghasilkan pemahaman konsep yang lebih baik dalam pembelajaran kimia. Akan tetapi, hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sebagian besar pendidik mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan segitiga kimia dalam pembelajaran sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep kimia yakni pada level submikroskopik dan simbolik. Kesulitan yang dialami peserta didik sangat berdampak pada rendahnya hasil belajar kognitif, afektif dan psikomotorik peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian Wisudawati (2021) yang menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam mengaitkan hubungan ketika level representasi kimia terhitung sangat rendah sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep pembelajaran kimia. Salah satu materi kimia

di SMA yang memuat representasi makroskopis, submikroskopis dan simbolik secara bersamaan adalah ikatan kimia (Erlina, Enawaty dan Herliaan, 2019).

Pada penelitian Erlina, et al (2019) menyatakan peserta didik masih kesulitan dalam mempelajari materi ikatan kimia pada level representasi simbolik dan representasi molekuler (submikroskopis) sebab representasi ini bersifat kasat mata dan abstrak sedangkan pemahaman peserta didik sangat bergantung pada informasi sensorik peserta didik. Konsep ikatan kimia menggambarkan atom yang saling berikatan untuk membentuk molekul baru. Proses ikatan yang terjadi seringkali berada pada level submikroskopik sehingga peserta didik sulit memahami konsep secara keseluruhan (Fahmi & Irhasyuarna, 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mahmudah et al (2021) menyatakan bahwa terdapat 71,88 % siswa di SMAN 1 Ngadirojo pacitan mengalami kesulitan pada materi ikatan kimia. Hal ini berkaitan dengan penelitian Sunyono (2019) menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi ikatan kimia, karena peserta didik tidak dapat melihat secara langsung bentuk atom dan pola interaksi molekulnya. Representasi submikroskopis yaitu representasi kimia yang menjelaskan mengenai struktur dan proses pada level partikel (atom/molekular) terhadap fenomena makroskopik yang diamati. Penggambaran submikroskopik dapat diperoleh melalui pengamatan nyata terhadap suatu penggambaran yang dapat dilihat dan dipersepsi oleh panca indra atau dapat berupa pengalaman sehari-hari (Farida, 2020).

Materi ikatan kimia juga merupakan salah satu materi yang bisa dikembangkan untuk penerapan pembelajaran *life skill*. Sesuai dengan karakteristik pembelajaran kimia yaitu mempelajari sifat dan perubahan materi yang terjadi di dalamnya. Dalam penerapannya pada pembelajaran dapat dikembangkan agar tidak hanya berorientasi pada kompetensi akademik saja tetapi juga bisa dirancang sedemikian rupa agar peserta didik mampu memahami kearifan lokal dan menerapkan apa yang sudah di pelajari dalam kehidupan nyata (Mujakkir, 2019). Melalui uraian tersebut, dibutuhkan konten pembelajaran kimia yang relevan dengan kehidupan sehari-hari salah satunya dengan pengintergrasian materi ikatan kimia dengan kearifan lokal.

Kearifan lokal merupakan bagian dari budaya suatu masyarakat yang tidak dapat dipisahkan dari masyarakat itu sendiri. Kearifan lokal termasuk nilai-nilai dan budaya yang tumbuh di dalam masyarakat termasuk di dalamnya adalah penggunaan bahan lokal yang menjadi tradisi lokal masyarakat tertentu. Pengembangan media pembelajaran yang inovatif, menarik, mudah dipahami, dan motivatif dapat diintegrasikan dengan kearifan lokal sehingga dapat menarik perhatian siswa dan meningkatkan prestasi belajar siswa (Suparman, 2020). Hal ini sejalan dengan pelaksanaan Undang-undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional pasal 36 ayat 3 yang menyatakan bahwa kurikulum yang digunakan dalam proses pembelajaran harus memperhatikan salah satunya yaitu potensi daerah dan lingkungan peserta didik. Kearifan lokal dapat digunakan sebagai pendekatan dalam pembelajaran kimia dan membuat pembelajaran kimia menjadi kontekstual dan dekat dengan lingkungan peserta didik (Zainuddin, dkk, 2019). Pengembangan media

Pembelajaran berbasis kearifan lokal dapat dilakukan sebagai wujud pelaksanaan pembelajaran yang mengintegrasikan nilai-nilai kearifan lokal.

Konsep ikatan kimia memiliki relevansi yang kuat dengan kearifan lokal disekitar kita. Contoh kearifan lokal tersebut yakni pemanfaatan garam dapur yang lazim digunakan oleh masyarakat sebagai, penyedap makanan, obat, pengawet serta upacara adat tradisional. Garam dapur menjadi salah satu contoh ikatan ion. Garam dapur terbentuk karena adanya gaya tarik menarik antara ion yang bermuatan positif dan ion bermuatan negatif yang dihasilkan karena perpindahan (*transfer*) elektron antara atom-atom yang membentuk ikatan ion. Pembentukan senyawa NaCl melalui adanya serah terima elektron, yaitu atom natrium melepaskan sebuah elektron valensinya sehingga terbentuk ion natrium atau Na^+ dan elektron ini diterima oleh atom klor sehingga terbentuk ion klorida atau Cl^- (Wahyudiati & Fitriani, 2021). Selain garam dapur, air merupakan salah satu contoh ikatan kovalen yang dekat dengan kehidupan.

Air merupakan pelarut universal karena sifat polar yang disebabkan oleh pasangan elektron bebas pada ikatan kovalen, sehingga sifat polar tersebut menyebabkan air mudah bercampur dengan banyak zat kimia lainnya, salah satunya garam dapur (Ritonga, 2019). Air menjadi sumber kehidupan paling penting. Hampir semua reaksi kimia dalam kehidupan memerlukan air, sehingga kekurangan atau ketiadaan air dapat lebih cepat membunuh daripada kekurangan nutrisi yang lain. Air merupakan salah satu karunia Allah SWT yang tak ternilai harganya, sebagai sumber kehidupan, materi kehidupan, padanya bergantunglah berbagai makhluk hidup dimuka bumi ini, manusia, binatang dan tumbuhan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pendidik diharapkan mampu mengaplikasikan pembelajaran kimia yang didukung dengan sumber belajar kimia yang terintegrasi dengan kearifan lokal sehingga dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan pemahaman materi yang dipelajari serta tercapainya tujuan pembelajaran kimia secara optimal. Akan tetapi, pengembangan sumber belajar kimia yang terintegrasi kearifan lokal masih sangat jarang dilakukan terlebih lagi sumber belajar yang tersedia saat ini masih terfokus pada konsep-konsep yang bersifat abstrak tanpa diintegrasikan dengan pengalaman keseharian peserta didik sehingga materi kimia masih menjadi materi yang paling sulit dipahami peserta didik pada setiap tingkatan pendidikan (Ador, 2021). Dengan demikian, salah satu upaya yang dapat dilakukan pendidik untuk dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi ikatan kimia adalah mendesain media pembelajaran yang terintegrasi kearifan lokal untuk materi ikatan kimia.

Penggunaan media pembelajaran yang tepat, akan memberikan hasil yang optimal bagi pemahaman peserta didik terhadap materi yang sedang dipelajari (Ainun, 2019). Media pembelajaran memberikan manfaat salah satunya yaitu pembelajaran akan lebih menarik perhatian peserta didik sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar (Arsyad, 2020). Prasojo (2019) mendefinisikan bahwa sarana dan prasarana pendidikan berbasis teknologi informasi yang terkait langsung dengan computer. layanan sistem informasi akademik,

membantu pengerjaan tugas dan berbagai lainnya. Salah satu teknologi yang dapat disematkan dalam media pembelajaran adalah augmented reality (Kurniawan, 2022).

Teknologi *augmented reality* adalah suatu teknologi yang dapat menghubungkan keadaan dunia maya dan dunia nyata yang diproyeksikan dalam waktu yang nyata secara bersamaan dalam bentuk 3D (Mustaqim & Kurniawan, 2019). Penelitian Apriani, dkk (2021) menunjukkan bahwa modul dengan bantuan teknologi *augmented reality* dapat membantu peserta didik memvisualisasikan dan memahami konsep abstrak ikatan kimia. Temuan penelitian Pradita, dkk (2022) menunjukkan motivasi belajar peserta didik yang menerapkan media pembelajaran *augmented reality* lebih baik dibandingkan yang menerapkan media pembelajaran konvensional. Adanya bantuan teknologi juga akan mempermudah peserta didik memahami konsep kimia karena dapat membantu memvisualisasikan level submikroskopis (Zulfahmi, dkk., 2022).

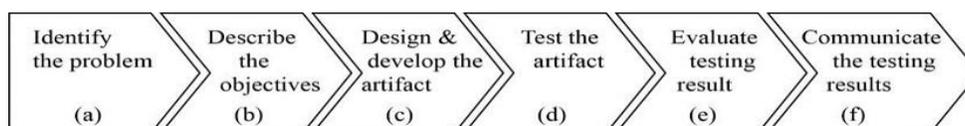
Mengacu pada kajian teori terhadap pembelajaran kimia pada teori ikatan kimia serta karakteristik domain *chemist's triangle*, penelitian ini dapat menjadi salah satu solusi terbaik dalam pembelajaran ikatan kimia, melalui desain pengembangan media pembelajaran ARKIMUNO yang terintegrasi kearifan lokal. Media ini didesain dengan memperhatikan karakteristik domain segitiga kimia yang dapat memvisualisasikan ikatan kimia yang bersifat mikroskopik dan simbolik melalui kartu (kimia uno) dan aplikasi pada *smartphone*. Sedangkan sifat makroskopis dapat diintegrasikan dengan kearifan lokal seperti garam dapur (NaCl) dan air (H₂O). Keunggulan dari media AR-KIMUNO terintegrasi kearifan lokal ini adalah dapat memvisualisasikan pemodelan atom, dapat memvisualisasikan mekanisme terbentuknya ikatan kimia, media kartu AR- KIMUNO bisa digunakan dalam pembelajaran mandiri serta dapat digunakan sebagai permainan kimia yang menyenangkan. Sehingga dengan pengembangan media AR- KIMUNO terintegrasi kearifan lokal, diharapkan mampu mengaitkan ke tiga level representatif dalam materi ikatan kimia, serta mengembangkan aspek kognitif, afektif dan psikomotorik yang sangat relevan dengan tuntutan pembelajaran abad 21.

METODE PENELITIAN

Model penelitian yang digunakan sangat berpengaruh terhadap produk yang dikembangkan. Ketepatan dalam pemilihan model yang digunakan menjadi salah satu hal yang penting, karenanya kita mengharapkan model yang dipilih bisa menjadikan penelitian menjadi lebih efektif dan efisien sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan. Diharapkan penelitian ini bisa menghasilkan sebuah media pembelajaran yang mampu mengatasi permasalahan dalam salah satu proses pembelajaran, sehingga dapat memberikan manfaat untuk pendidikan di Indonesia. Model *Design and Development* (D&D) atau riset desain dan pengembangan merupakan model yang dipilih pada penelitian ini. Model D&D merupakan suatu metode penelitian yang tujuan utama dari penelitiannya adalah untuk menyediakan informasi bagi *Instructional Designer* (ID) bahwasanya suatu masalah dalam pendidikan telah ditemukan dan diselesaikan secara empiris dan sistematis melalui

serangkaian penelitian pada proses desain, pengembangan dan evaluasi (Richey dan Klein dalam Ellis & Levy, 2010).

Terdapat dua kategori dalam model D&D, yakni (1) *product and tool research*, dan (2) *model research* (Richey dan Klein, 2007). Penelitian ini tergolong sebagai kategori *product and tool research*, dimana pada proses perancangan dan pengembangannya dijelaskan, dianalisis dan dilakukan evaluasi terhadap produk yang telah dibuat (Richey dan Klein, 2007). Peffers, dkk (dalam Ellis & Levy, 2010) mengemukakan bahwa setidaknya ada enam tahapan dalam model D&D, dimana setiap tahapan ini merupakan penyempurnaan dari Nunamaker dkk. dan Hevner dkk. yang sebelumnya telah mengeksplorasi tahapan dari model D&D terlebih dahulu. Tahapan model D&D menurut Peffers dkk. yakni sebagai berikut “1) *Identify the problem motivating the research*; 2) *Describe the objectives*; 3) *Design and develop the artifact*; 4) *Subject the artifact to testing*; 5) *Evaluate the results of testing*; and 6) *Communicate those results*”.



Gambar 1. Prosedur Penelitian Model D&D Menurut Peffers dkk.

Pada tahap desain dan pengembangan produk (*Design & develop the artifact*) dikembangkan menggunakan model hasil adaptasi dari model *Waterfall* yang dikemukakan oleh Pressman (2010). Penggunaan model *Waterfall* sebagai model desain dan pengembangan media pembelajaran dalam penelitian ini merujuk kepada disarankan penggunaannya salah satu model dari *System Development Methods* bagi peneliti pemula (Ellis & Levy, 2010).

Model *Waterfall* merupakan model yang dicetuskan oleh Winston Royce, biasanya model ini disebut sebagai *the classic life cycle*. Model *Waterfall* adalah serangkaian prosedur pengembangan perangkat lunak yang berkelanjutan, artinya jika suatu prosedur belum dilaksanakan maka tidak bisa melanjutkan ke prosedur selanjutnya. Prosedur dari model *Waterfall* menurut Pressman diawali dengan (1) *communication*, (2) *planning*, (3) *modeling*, (4) *construction*, dan (5) *deployment* (Pressman, 2010).

Sampel dalam penelitian ini adalah lima orang ahli yang terdiri dari ahli materi dan media, ahli IT, dan guru kimia. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur, observasi dan angket. Angket tersebut berupa angket penilaian ahli media dan ahli materi terhadap AR-KIMUNO. Angket yang digunakan disusun dan dikembangkan oleh peneliti yang selanjutnya dilakukan uji validitas konstruk (*construct validity*). Pengukuran hasil penilaian dilakukan dengan memakai *skala likert*. *Skala likert* adalah skala berupa pernyataan yang menentukan positif atau negatifnya suatu produk. Jawaban pada *skala likert* dapat diklasifikasikan menjadi tiga, empat, atau lima pilihan opsi jawaban (Ernawati, 2017). Validitas media pembelajaran AR-KIMUNO didapatkan dari penilaian yang diberikan ahli pada setiap aspek penilaian. Pemberian skor tersebut didasarkan pada *skala likert* 1-5.

Teknik analisis data yaitu menggunakan Aiken's V. Menurut Purwoko et al., (2021) statistik yang dapat menunjukkan validitas ahli yaitu formula Aiken's V. Rumus statistik Aiken's V adalah sebagai berikut (Suhardi, 2022):

$$V = \frac{\sum S}{[n(c-1)]}$$

Nilai koefisien validitas yang menggunakan 5 orang validator ditentukan pada tabel Aiken's. Berdasarkan tabel Aiken's V dengan jumlah raters 5 dan skala 5 maka besarnya nilai validasi ahli media dan materi yang tergolong valid minimal adalah 0,80. Lebih jelasnya terkait kategori validitas produk dapat dilihat pada tabel 2.3.

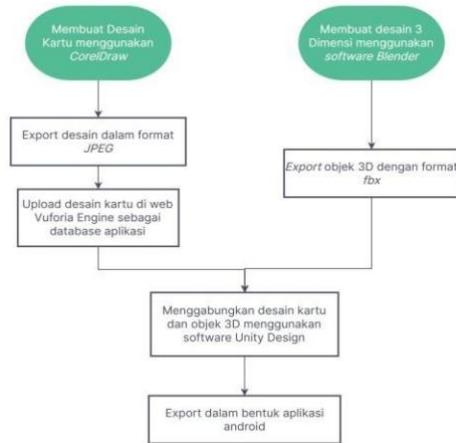
HASIL DAN PEMBAHASAN

Communication

Hasil komunikasi adalah inisialisasi proyek, seperti menganalisis permasalahan yang dihadapi dan mengumpulkan data-data yang diperlukan serta membantu mengidentifikasi fitur dan kebutuhan *software* dan *hardware*. Hasil tahap ini yakni: 1) Identifikasi materi, materi yang akan dibahas pada media ini yakni ikatan kimia. Ikatan kimia merupakan materi yang memuat 3 level representasi kimia yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Ikatan kimia meliputi ikatan ionik dan ikatan kovalen. Ikatan kovalen meliputi ikatan kovalen tunggal, rangkap dua, rangkap 3 dan kovalen koordinasi. 2) Identifikasi calon pengguna, calon pengguna pada media pembelajaran ini meliputi peserta didik SMA/MA/SMK sederajat dan juga pendidik. 3) Identifikasi media, media pembelajaran mengadopsi dari permainan kartu UNO yang didesain sedemikian rupa menjadi KIMUNO (Kimia UNO) yang ditambahkan teknologi augmented reality sehingga dapat menampilkan objek 3D secara *realtime*. 4) Identifikasi kebutuhan *software* meliputi :a) *CorelDraw*, *software* ini digunakan untuk membuat desain kartu 2D yang akan dicetak dan dijadikan marker pada *software unity*. b) *Blender*, *software* ini digunakan untuk membuat desain 3 dimensi suatu ikatan kimia, dan bentuk molekul dari senyawa kimia. Desain 3D yang telah dibuat kemudian diolah di *software Unity*. File *export* pada *blender* adalah *.fbx*. c) *Web Vuforia Engine*, digunakan untuk mengupload gambar kartu 2D yang telah dibuat melalui *software Coreldraw*. Gambar yang di upload akan dijadikan sebagai database pada *software Unity*. d) *Unity*, *software Unity* berfungsi untuk menggabungkan antara objek 2D dan 3D yang telah dibuat pada *software* sebelumnya. Hasil *export* dari *software* ini berupa aplikasi *android* yang dapat digunakan pada *handphone* yang berbasis *android*. 5) Identifikasi kebutuhan *hardware* meliputi : *laptop*, berfungsi untuk pengembangan aplikasi *android* dan *Handphone Android*, berfungsi sebagai *preview* hasil dari aplikasi yang telah di kembangkan.

Planning

Pada tahap ini, penulis melakukan perencanaan yang menjelaskan estimasi tugas-tugas yang akan dilakukan, resiko-resiko yang dapat terjadi, sumber daya yang diperlukan dalam membuat sistem, produk yang ingin dihasilkan. Tahapan perencanaan yakni dengan membuat *flowchart*. *Flowchart* disajikan pada gambar 2.



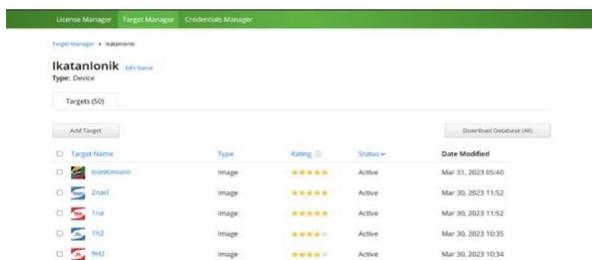
Gambar 2. Rancangan *Flowchart*

Modelling

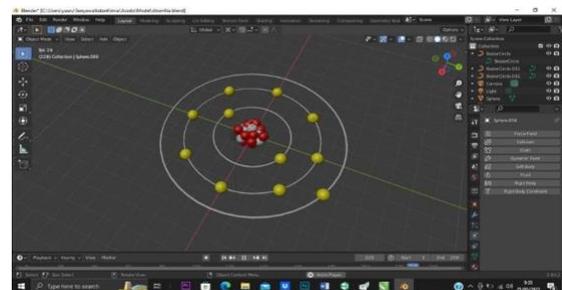
Pada tahap ini, penulis mulai melakukan perancangan dan permodelan media. Hasil dari tahap ini sebagai berikut:



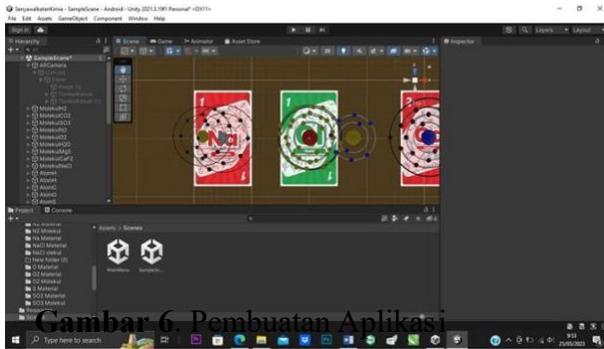
Gambar 3. Desain Kartu KIMUNO



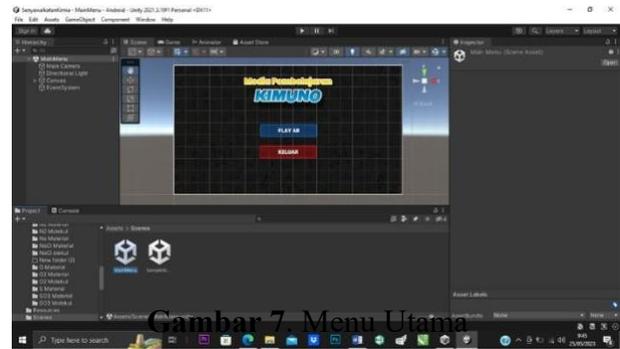
Gambar 4. *Database* Aplikasi



Gambar 5. Desain 3D



Gambar 6. Pembuatan Aplikasi



Gambar 7. Menu Utama

Construction

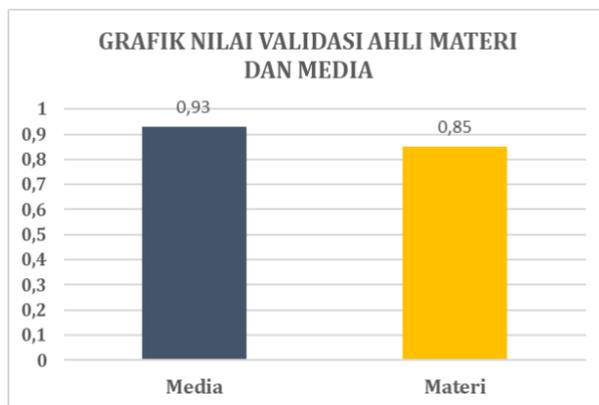
Pada tahapan ini, penulis memulai proses penerjemahan bentuk desain. Kemudian, dilakukan pengujian terhadap media yang telah dibuat.



Gambar 9. Hasil Construction

Deployment

Pada tahapan ini, penulis melakukan tahapan implementasi pada ahli dan guru sebagai validator. Tujuannya adalah untuk mengetahui perbaikan, kelayakan dan evaluasi dari media yang telah dikembangkan. Validasi ahli dilakukan oleh 5 ahli media dan materi telah ditentukan untuk melakukan validasi terhadap media sehingga didapatkan kekurangan pada media yang masih ada dan dapat diperbaiki. Bahan revisi produk didapatkan dari hasil validasi ahli. Ahli kemudian menilai kelayakan media yang ditinjau dari komponen kelayakan yaitu aspek materi dan media. Selain itu, guru kimia SMA juga menjadi validator yang akan menilai semua komponen kelayakan media. Kelayakan materi yang disajikan dalam media yang dikembangkan dinilai oleh ahli materi. Sedangkan uji validasi oleh ahli media bertujuan untuk menilai kelayakan media yang dikembangkan (Herawati dan Muhtadi, 2018). Skor yang diperoleh dari ahli materi dan ahli media kemudian dianalisis menggunakan rumus Aiken's V. Berikut hasil data perolehan validasi ahli materi dan dan ahli media ARKIMUNO disajikan pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik Nilai Validasi Ahli Media dan Materi

Pada gambar dapat diamati bahwa hasil validasi yang diperoleh AR-KIMUNO untuk nilai hasil validasi media sebesar 0,93 dan untuk hasil validasi materi sebesar 0,85 dengan kategori valid dan layak digunakan. Sebuah produk dapat digunakan apabila produk telah dinyatakan layak oleh ahli (Epinur dan Putri, 2013).

Validasi ahli materi dan ahli media AR-KIMUNO dilakukan oleh 5 validator ahli sekaligus guru kimia. Proses validasi menggunakan lembar instrumen yang berisi beberapa aspek penilaian serta kolom saran dan komentar dari validator untuk memperbaiki produk sehingga produk akhir dihasilkan dengan kategori layak. Penilaian pada AR-KIMUNO dilakukan menggunakan lembar instrumen kelayakan. Ada beberapa aspek yang dilakukan dalam penilaian kelayakan pada validasi ahli materi dan ahli media.

Berdasarkan pada tabel Aiken's V dengan jumlah raters sebanyak 5 dan skala 5 dengan nilai validasi (V) minimum sebesar lebih besar sama dengan 0,80. Berikut hasil uji validasi ahli materi dan ahli media terhadap media AR-KIMUNO yang disajikan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Hasil Uji Validasi Ahli Media Pada AR-KIMUNO

No	Aspek Penilaian	Nilai Validasi	Kategori
1	Tampilan 3D pada aplikasi android	1,00	valid
2	Penggunaan aplikasi android kimuno	0,80	valid
3	Tampilan desain pada kartu AR-KIMUNO	1,00	valid
4	Objek dan animasi 3D yang ditampilkan pada aplikasi android	0,90	valid
5	Jenis huruf, ukuran, warna dan kualitas kertas pada kartu AR-KIMUNO	1,00	valid

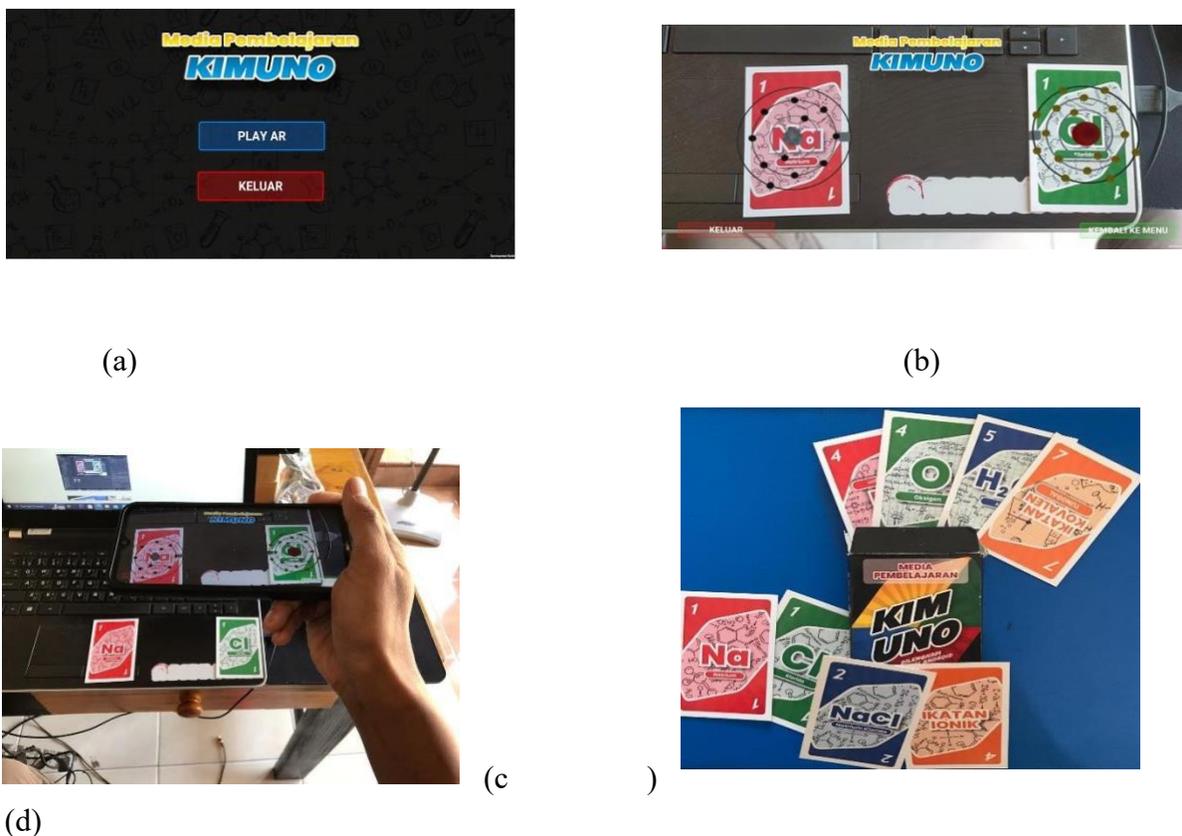
10

6	Penempatan gambar dan video pada aplikasi android	0,90	valid
7	Fitur dalam media AR-KIMUNO	0,90	valid
	Rata-Rata	0,93	valid

Tabel 2. Hasil Uji Validasi Ahli Materi Pada AR-KIMUNO

No	Aspek Penilaian	Nilai Validasi	Kategori
1	Kesesuaian materi modul dengan KD (kompetensi Dasar)	0,85	valid
2	Kesesuaian materi modul dengan Tujuan Pembelajaran (TP)	0,90	valid
3	Materi berdasarkan kurikulum 2013	0,85	valid
4	Pemahaman materi pada media pembelajaran	0,80	valid
5	Penggunaan teknologi AR pada kartu KIMUNO	0,95	valid
6	Penggunaan aplikasi android	0,80	valid
7	Isi materi sesuai dengan konsep MLR	0,80	valid
	Rata-Rata	0,85	valid

Validasi ahli materi secara keseluruhan dinyatakan valid dengan nilai validitas sebesar 0,85. Berdasarkan hasil penilaian yang disajikan pada gambar dari 7 indikator penilaian dinyatakan valid. Informasi pada gambar yang didapatkan bahwa validitas AR-KIMUNO memiliki rincian indikator ke-5 diperoleh validitas 0,95, indikator ke-2 diperoleh validitas 0,90, indikator ke-1 dan ke-3 diperoleh validitas 0,85, dan indikator ke 4, ke-6, dan ke-7 diperoleh validitas 0,80. Tampilan produk akhir media AR-KIMUNO yang telah dinyatakan valid dan layak untuk digunakan disajikan pada gambar 11.



Gambar 11. Produk Akhir Media AR-KIMUNO

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan, terdapat beberapa pokok temuan yang dapat dipertanggungjawabkan dengan beberapa kajian teori serta penelitian sebelumnya:

a. *Augmented Reality* dalam desain media pembelajaran AR-KIMUNO

Teknologi *Augmented Reality*, dalam desain media pembelajaran AR-KIMUNO, memanfaatkan gambar untuk memvisualisasikan mekanisme terjadinya ikatan kimia secara tiga dimensi (Bahriah et al., 2022). *Augmented Reality* dalam konteks makalah ini didukung oleh beberapa karakteristik diantaranya: 1) melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran dengan menggambarkan ketiga level representatif, melalui media pembelajaran berbasis AR yang dapat memvisualisasikan konsep ikatan kimia yang berada pada level makroskopik, submikroskopik dan simbolik. 2) mengintegrasikan kearifan lokal dalam konsep ikatan kimia dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. 3) mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad 21 melalui desain media pembelajaran ARKIMUNO.

b. Multilevel representasi dalam media pembelajaran berbasis AR

Media pembelajaran berbasis AR dapat menggambarkan ketiga level representatif (*chemist triangle*) yakni level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Tiga

level representasi sangat penting dalam pembelajaran materi ikatan kimia karena sejalan dengan karakteristik materi tersebut (Wulandari et al., 2019). Dengan melibatkan ketiga level tersebut, pemahaman peserta didik terhadap ikatan kimia akan lebih menyeluruh, melingkupi level atomik, penulisan lambang dan simbol kimia serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Media pembelajaran ARKIMUNO dapat menunjukkan proses terjadinya mekanisme ikatan kimia yang terjadi antar atom (Fombona-Pascual et al., 2022). Mekanisme ikatan kimia terjadi pada level submikroskopik yakni melibatkan perpindahan elektron antar atom untuk membentuk suatu senyawa baru. Untuk menjabarkan proses tersebut, ikatan kimia dituliskan dalam lambang berupa rumus unsur dan senyawa atau dikenal sebagai level simbolik.

Pada AR-KIMUNO mekanisme ikatan kimia digambarkan sebagai proses saat dua atom bertemu. Misalnya dalam ikatan ionik, perpindahan elektron akan terjadi manakala atom yang memiliki kecenderungan membentuk ion positif bertemu dengan atom yang memiliki kecenderungan membentuk ion negatif, contohnya Na dan Cl. Pada media AR sebelumnya (Apriani et al., 2021; Fitriyah et al., 2021) tidak melibatkan proses terbentuknya ikatan kimia antar dua atom, hanya seperti animasi video tiga dimensi. AR-KIMUNO mendeteksi marker masing-masing unsur dan apabila kedua marker unsur tersebut didekatkan maka akan terdeteksi adanya perpindahan elektron yang menunjukkan terjadinya ikatan kimia. Hal ini merupakan kelebihan AR-KIMUNO yang dapat mendeteksi lebih dari satu marker.

c. Integrasi kearifan lokal dalam media pembelajaran AR-KIMUNO

Media AR-KIMUNO mengintegrasikan kearifan lokal dalam kehidupan sehari-hari. Bentuk pengintegrasian pada media ini salah satunya adalah pada senyawa hasil ikatan kimia yang merupakan senyawa yang lazim ditemui dalam kehidupan. Pada materi ikatan kimia terdapat dua jenis ikatan paling mendasar yang penting untuk diketahui oleh peserta didik yaitu ikatan ion dan ikatan kovalen. Kedua jenis ikatan tersebut, memiliki definisi, karakteristik dan hasil senyawa yang berbeda. Pada ARKIMUNO senyawa hasil ikatan tersebutlah yang diintegrasikan dengan kearifan lokal.

Contohnya pada ikatan ionik, senyawa yang dipilih adalah NaCl atau yang dikenal sebagai garam dapur oleh masyarakat luas. Garam dapur merupakan senyawa kimia yang sangat lazim digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya pemanfaatan garam dapur sebagai obat, penyedap masakan, bahan pengawet serta dalam upacara adat tradisional (Akbar et al., 2021). Adanya ikatan ion dalam garam dapur, memberikan sifat ionik yang memungkinkan senyawa tersebut mudah larut dalam air membentuk ion-ionnya. Peran garam dapur sebagai obat, tidak terlepas dari karakteristik yang disumbangkan oleh jenis ikatan ion tersebut. Garam dapur akan membentuk ion positif dan ion negatif yang terlarut dalam air, sehingga membuat larutan garam menyerupai larutan dalam tubuh kita (Hoiriyah, 2019). Selain itu

kehadiran ion Na^+ menjadikan larutan garam dapur sedikit bersifat basah yang menjadikannya mampu membunuh bakteri yang cenderung hidup dalam lingkungan asam.

Kemudian sebagai contoh ikatan kovalen, pada media AR-KIMUNO adalah H_2O atau yang sangat dikenal oleh masyarakat sebagai air. Air adalah zat yang sangat dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup, baik hewan, tumbuhan maupun manusia. Akibat dari jenis ikatan kovalen dalam air serta adanya pasangan elektron bebas menyebabkan air memiliki sifat polar yang menjadikan air sebagai pelarut paling baik serta paling banyak digunakan (Ritonga, 2011). Sifatnya yang mampu melarutkan dan kelimpahannya yang sangat tinggi, menjadikan air sebagai zat yang digunakan hampir dalam setiap aspek kehidupan. Misalnya dalam islam, air merupakan zat yang digunakan dalam bersuci. Proses bersuci menggunakan air merupakan salah satu proses pelarutan zat yang dianggap sebagai pengotor/ polutan. Sifat polar air, membuatnya mampu melarutkan zat yang tergolong elektrolit serta zat polar lainnya yang dihilangkan ketika bersuci menggunakan air (Suhendar, 2017).

d. Validasi media pembelajaran AR-KIMUNO

Media pembelajaran AR-KIMUNO divalidasi oleh 5 validator. Validasi instrumen penelitian bertujuan untuk memastikan media penelitian yang dibuat valid dan layak digunakan serta sesuai dengan aspek yang ingin diukur. Data hasil validasi media dianalisis menggunakan rumus Aiken's V berdasarkan hasil validasi media diperoleh hasil sebesar 0,93. Hal ini menunjukkan bahwa tampilan 3D pada aplikasi android, tampilan desain kartu AR-KIMUNO, jenis huruf, ukuran dan warna kualitas kertas AR-KIMUNO sudah sesuai dan menarik. Tampilan media ajar yang menarik akan mendorong minat dan motivasi peserta didik dalam pembelajaran, khususnya peserta didik yang memiliki gaya belajar visual. Hasil validasi materi sebesar 0,85 dengan kategori valid dan layak digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan sesuai dengan KI, KD dan indikator pencapaian kompetensi. Bahan ajar yang sesuai dengan KI, KD dan indikator akan dapat membantu peserta didik dalam memahami materi yang diajarkan pendidik. Suatu bahan ajar akan memberikan pemahaman yang utuh jika dapat menyajikan uraian materi yang sesuai dengan apa yang ingin dicapai dalam proses pembelajaran. Selain itu, gambar, materi, contoh senyawa dan visualisasi 3D yang ditampilkan pada media AR-KIMUNO sudah sesuai dengan konsep ikatan kimia. Sehingga, materi yang disajikan dapat mencegah terjadinya kesalahan konsep. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa validitas media dan materi pada AR-KIMUNO dikategorikan valid dan layak digunakan atau diterapkan dalam pembelajaran kimia.

e. Aplikasi media pembelajaran AR-KIMUNO dalam kegiatan belajar

Penerapan media pembelajaran AR-KIMUNO dalam materi ikatan kimia mengikuti konsep permainan yang familiar di kalangan anak-anak dan remaja yakni permainan kartu UNO. Hal tersebut dimaksudkan agar saat menggunakan media,

peserta didik dapat merasakan kegiatan pembelajaran yang lebih menyenangkan. Lingkungan belajar yang kondusif dan kesan terhadap materi ikatan kimia sangat penting untuk dibangun terlebih dahulu sebelum peserta didik memulai proses pembelajaran (Latief, 2023). Dengan persepsi peserta didik yang positif dan lingkungan belajar yang santai, kesan menyeramkan terhadap materi ikatan kimia dapat dihilangkan.

Media pembelajaran AR-KIMUNO yang dikemas dalam desain permainan, memungkinkan untuk digunakan sebagaimana permainan kartu UNO yang dimainkan dalam kelompok kecil. AR-KIMUNO dapat diaplikasikan dalam metode pembelajaran kooperatif, sehingga memungkinkan siswa untuk membangun kerja sama antar peserta didik. Sebagaimana keuntungan pembelajaran kooperatif, media ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan bekerja sama serta komunikasi antar peserta didik (Hasanah & Himami, 2021). Apriani et al (2021) telah mengembangkan media ikatan kimia berbasis AR yang dikemas dalam bentuk modul pembelajaran. Namun, kemasan media yang berbentuk modul tidak memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai media permainan yang menyenangkan. Penggunaannya juga akan mengikuti model klasik pembelajaran di kelas sebagaimana modul dan buku ajar pada umumnya.

Selain dimanfaatkan dalam proses pembelajaran, AR-KIMUNO memiliki kelebihan lain yaitu dapat digunakan di luar kelas sebagai media pembelajaran mandiri selama peserta didik memiliki aplikasi pada *smartphone*. Pemanfaatan media di luar kelas memungkinkan peserta didik untuk mengulang kembali materi pembelajaran yang telah disampaikan oleh guru. Selain itu, peserta didik juga dapat memanfaatkannya sebagai media pengayaan. Media pembelajaran yang digunakan secara mandiri, akan memberikan pengalaman pembelajaran yang berbeda sesuai dengan kecepatan peserta didik dalam memproses informasi (Mukaromah, 2020). Sehingga peserta didik yang memiliki kecepatan belajar tinggi, dapat memperkaya pengalaman belajarnya secara mandiri. Adapun untuk peserta didik yang memiliki kecepatan belajar lambat dapat mengulang penggunaan materi ikatan kimia melalui media AR-KIMUNO.

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan produk berupa media pembelajaran AR-KIMUNO berbasis multipel representasi dan aplikasi *Augmented Reality* yang terintegrasi dengan kearifan lokal pada ikatan kimia. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa. Penelitian ini menghasilkan produk berupa media pembelajaran ARKIMUNO berbasis multipel representasi dan aplikasi *Augmented Reality* yang terintegrasi dengan kearifan lokal pada ikatan kimia dikategorikan valid dan layak digunakan ditinjau dari validitas media dan materi sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, AR-KIMUNO yang dikembangkan dapat

membantu pendidik dalam menyampaikan tiga level representasi materi ikatan kimia. AR-KIMUNO dapat membantu siswa memahami konsep abstrak ikatan kimia. Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan dan lebih ditingkatkan lagi sehingga penggunaan teknologi AR serta integrasi kearifan lokal di dunia pendidikan dapat dilihat secara signifikan, sehingga terjadi peningkatan kualitas belajar mengajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ador, N. (2021). Etnokimia of Maguindanaon on The Usage of Household Chemicals: Implications to Chemistry Education. *Journal of Social Sciences*, 6(2): 8-26
- Agustian, Niar, and Salsabila. (2021). Peran Teknologi Pendidikan Dalam Pembelajaran. *Islamika*
- Ainun, M. dan Suyati, L. (2019), Bioelectricity of Various Carbon Sources on Series Circuit from Microbial Fuel Cell System using *Lactobacillus plantarum*, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 21(2): 70-74
- Akbar, H., Nur, N. H., Sarman, & Paundanan, M. (2021). Pengetahuan Ibu Berkaitan dengan Penggunaan Garam Beryodium di Tingkat Rumah Tannga di Desa Muntoi Kecamatan Passi Barat. *Infokes: Info Kesehatan*, 11(2), 389–393.
- Apriani, R., Harun, A. I., Erlina, E., Sahputra, R., & Ulfah, M. (2021). Pengembangan Modul Berbasis Multipel Representasi dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Membantu Siswa Memahami Konsep Ikatan Kimia. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(4), 305–330.
- Apriyani, E. (2021). “Augmented Reality sebagai Alat Pengenalan Bangun Ruang Matematika dengan Animasi 3D menggunakan Metode Single Marker. *Jurnal Infortel*
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian*. Edisi Revi. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arsyad, A. (2020). *Media Pembelajaran*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada
- Bahriah, E. S., Agung, S., & Nur, A. I. (2022). Development of Augmented Reality Technology-Based Interactive Learning Media in Chemical Bonding Materials. *JCER (Journal of Chemistry Education Research)*, 6(2), 93–99.
- Dewi, C. A., Pariah, P., & Purmadi, A. (2021). The Urgency of Digital Literacy for Generation Z Students in Chemistry Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*.

- Dewi, I. P., Sofya, R., & Sriwahyuni, T. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Menggunakan Adobe Flash Cs3 Pada Mata Kuliah Media Pembelajaran Ekonomi Yang Menerapkan Metode Project Based Learning. *JTIP: Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 11(2), 72-79.
- Elfeky, A. I., Masadeh, T. S., & Elbyaly, M. Y. (2021). Advance organizers in flipped classroom via e learning management system and the promotion of integrated science process skills. *Thinking Skills and Creativity*.
- Ellis, T., & Levy, Y. (2010). A Guide for Novice Researchers: Design and Development Research Methods. *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE), January 2010*, 107–118.
- Erlina, Yanto, R., & Enawaty, E. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Dengan Pendekatan Makroskopis-Mikroskopis-Symbolik Pada Materi Ikatan Kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 2(3).
- Ernawati, E. (2013). Pengaruh Penggunaan Buku Ajar Ikatan Kimia dengan Pendekatan Konstruktivistik dan Multirepresentasi terhadap Prestasi Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 2(9).
- Fadli, A. (2018). Chemical Bonding and Local Islamic Wisdom of Sasak Tribe, Lombok, West Nusa Tenggara. *IBDA` : Jurnal Kajian Islam Dan Budaya*, 16(1), 53–67.
- Fahmi & Irhasyuarna, Y. (2022). The misconceptions of senior high school students in banjarmasin on chemical bonding. *Journal of Education and Practice*, 8(17):32–39.
- Fahmy. (2021). Uses of Systemic Approach dan Chemist's Triangle in Teaching and Learning Chemistry: Systemic Chemistry Triangle (SCT) as a Teaching and Learning Strategy. *African Journal of Chemical Education*, 2(6), 69–95.
- Farida, I. (2009). The Importance Of Development Of Representational Competence In Chemical Problem Solving Using Interactive Multimedia. *Science Education*.
- Fitriyah, I. J., Setiawan, A. M., Marsuki, M. F., & Hamimi, E. (2021). Development of augmented reality teaching materials of chemical bonding. *AIP Conference Proceedings*, 2330(March).
- Fombona-Pascual, A., Fombona, J., & Vicente, R. (2022). Augmented Reality, a Review of a Way to Represent and Manipulate 3D Chemical Structures. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 62(8), 1863–1872.

- Hasanah, Z., & Himami, A. S. (2021). Model pembelajaran kooperatif dalam menumbuhkan keaktifan belajar siswa. *Irsyaduna: Jurnal Studi Kemahasiswaan*, 1(1), 1–13.
- Hoiriyah, Y. U. (2019). Peningkatan Kualitas Produksi Garam Menggunakan Teknologi Geomembran. *Jurnal Studi Manajemen Dan Bisnis*, 6(2), 71–76.
- Kumala Dewi, R., Kholis, N., Marpuah, S., & Ghozali, M. (2022). ICT Based Chemistry Learning Innovation To Improve Student's Creativity In The Digital Era. *Journal of Social Transformation and Regional Development*, 4(2), 65–74.
- Kurniawan. B. A. dan Adiyanti, Y. R., (2022). “Pengaruh Temperatur Dan pH Terhadap Karakterisasi Korosi Baja BS 970 Di Lingkungan CO₂”. *Jurnal Teknik Material dan Metalurgi*. 1: 1-7.
- Latief, A. (2023). Peran Pentingnya Lingkungan Belajar Bagi Anak B. *Jurnal Kependidikan*, 7(2), 61–66.
- Luxford, C. J., & Bretz, S. L. (2014). Development of the bonding representations inventory to identify student misconceptions about covalent and ionic bonding representations. *Journal of Chemical Education*, 91(3), 312–320.
- M. Sirakaya dan E. K. Cakmak. (2019). “The Effect of Augmented Reality Use on Achievement, Misconception and Course Engagement,” *Contemp. Educ. Technol.*, vol. 9, no. 3, pp. 297–314, 2018.
- Mahmudah, Suyatno, & Widodo, W. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kimia Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe NHT Berbasis Representasi Majemuk (Multiple Representasi) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya*, 5(2), 1077–1083
- Mujakir. (2012). Pengembangan Life Skill dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Ilmiah DIDAKTIKA*, XIII(1), 1–13.
- Mukaromah, E. (2020). Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Meningkatkan Gairah Belajar Siswa. *Indonesian Journal of Education Management & Administration Review*, 4(1), 175–182.
- Mustaqim, I. (2019). Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 174-183.
- Nikmah, S., Sari, FP, Kuswanto, H., & Wardani, R. (2019). Pengembangan Komik Fisika Android Berbasis Kearifan Lokal Pak-Pak Dor untuk Materi Gelombang Bunyi. In

Proceedings of the 6th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS), Yogyakarta, Indonesia (pp. 12-13).

Nurseto, T. (2021). Membuat Media Pembelajaran yang Menarik. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Praditya, W. R. (2022). Pembuatan Augmented Reality Pengenalan Nama Binatang Dalam Bahasa Inggris Sebagai Media Edukasi Untuk Tk Aba Margomulyo III (Doctoral dissertation, Universitas AMIKOM Yogyakarta).

Prasojo, Stefanus, L. S., Farm. (2019). *Kimia Organik I Jilid 1*. Buku Pegangan Kuliah Untuk Mahasiswa Farmasi, Apt.

Pressman, R.S. (2010), *Software Engineering : a practitioner's approach*, McGrawHill, New York, 68.

Purwoko, A. A., Burhanudin, Andayani, Y., Hadisaputra, S., Yulianti, L., Fitri, Z. N., Pariza, D., & Burhanuddin. (2021). Validity of Instruments In the Framework of Developing Innovative Learning Methods to Increase Student Interest In Learning. *LPPM University of Mataram*, 3(0), 94–102.

Rahayu, MS., & Kuswanto, H. (2021). Development of Android-Based Comics Integrated Scientific Approach in Physics Learning. *Journal of Physics: Conf. Ser.* 1440 012040.

Ramadhan, A. F, Putra, dan Surahman, A. (2021). “Aplikasi Pengenalan Perangkat Keras Komputer Berbasis Android Menggunakan Augmented Reality (AR),” *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 24–31.

Richey, R. C., & Klein, J. D. (2009). *Design and Development Research*. Mahwah (USA): Lawrence Erlbaum Associates.

Ritonga, P. S. (2011). "Air" Sebagai Sarana Peningkatan IMTAQ (Integrasi Kimia Dan Agama). *Jurnal Sosial Budaya*, 8(02), 267–276.

Ritonga, Y. (2019). *Jurnal Teknik Kimia USU Vol 2, No 1 Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara*. Medan.

Riyanto, S. S. (2021). Pemanfaatan Augmented Reality pada Media Pembelajaran Interaktif Peredaran Planet. *JUITA*, 187-192.

Silberberg, S. dan Martin. (2019). *Principles of General Chemistry*. New York: Mcgraw-hill.

- Situmorang, M., dan Muchtar, Z., (2021), Pengembangan Bahan Ajar Kimia Berbasis Multimedia Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Pengajaran Termokimia, *Jurnal Pendidikan Kimia* 8(3): 19-27.
- Soesilo, T. D. (2019). *Ragam dan Prosedur Penelitian Tindakan*. Salatiga: Satya Wacana University Press.
- Suhardi, I. (2022). Perangkat Instrumen Pengembangan Paket Soal Jenis Pilihan Ganda Menggunakan Pengukuran Validitas Konten Formula Aiken's V. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 178-184.
- Suhendar, D. (2017). Fikih (Fiqh) Air dan Tanah dalam Taharah (Thaharah) Menurut Perspektif Ilmu Kimia. *Jurnal Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, X(1), 1–193. <https://journal.uinsgd.ac.id/index.php/istek/article/view/1465>.
- Sunyono, Wirya, I.W., Sujadi,G., dan Suyanto,E. (2019). Produksi Model LKS dan Media Animasi Berorientasi Keterampilan Generik Sains pada Materi Kimia Kelas X SMA, *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan ke-3 di Universitas Lampung*.
- Suparman Dan Andi. (2020). Efektivitas Strategi Pembelajaran Aktif Learning Start With A Question (LSQ) terhadap Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Pokok Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. *Jurnal Nalar Pendidikan*, Volume 3, Nomor 2.
- Sutrisno, H., Wahyudiati, D., & Louise, I. S. Y. (2020). Ethnochemistry in the Chemistry Curriculum in Higher Education: Exploring Chemistry Learning Resources in Sasak Local Wisdom. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12A), 7833–7842.
- Tamami, A. A., & Dwiningsih, K. (2020). The Effectivity of 3D Interactive Multimedia to Increase the Students' Visuospatial Abilities in Molecular. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 53(3), 307.
- Utari, C., Rohiat, S., & Nurhamidah, N. (2020). Perbandingan Hasil Belajar Kimia Siswa Antara Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Stad Dan Core Di Sman 2 Kota Bengkulu Tahun Pelajaran 2018/2019. *Alotrop*, 4(2), 125-132.
- Vrabec, M., & Prokša, M. (2016). Identifying Misconceptions Related to Chemical Bonding Concepts in the Slovak School System Using the Bonding Representations Inventory as a Diagnostic Tool. *Journal of Chemical Education*, 93(8), 1364–1370.
- Wahyudiati, D., & Fitriani, F. (2021). Etnokimia: Eksplorasi Potensi Kearifan Lokal Sasak Sebagai Sumber Belajar Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 5(2), 102.

- Wahyudiati, D., & Fitriani. (2021). Etnokimia: Eksplorasi Potensi Kearifan Lokal Sasak Sebagai Sumber Belajar Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 5(2), 102.
- Wati, A. S. (2019). Analisis Kearifan Lokal Masyarakat Jawa Dalam Novel Zaman Gemblung Karya Sri Wintala Achmad (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- Widarti, H. R., Safitri, A. F., & Sukarianingsih, D. (2018). Identifikasi Pemahaman Konsep Ikatan Kimia. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 3(1), 41–50.
- Widodo, M. (2020). Augmented Reality Tempat Wisata Yogyakarta, Skripsi, STMIK Akakom Yogyakarta.
- Wisudawati & Sulistyowati. (2021). Metodologi Pembelajaran IPA. Jakarta: Bumi Aksara
- Wulandari, I., Irwansyah, F. S., Farida, I., & Ramdhani, M. A. (2019). Development of student's submicroscopic representation ability on molecular geometry material using Augmented Reality (AR) media. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(3).
- Yanto, R., Enawaty, E., & Erlina. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan Pendekatan Makroskopis-Mikroskopis-Symbolik Pada Materi Ikatan Kimia. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 2(3), 1–9.
- Zainuddin, Afnizar, H. A., Mastung, & Misbah. (2019). Developing a Teaching Material Oriented to Science And Technology and Local Wisdom in Wetland Environment. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 274.
- Zulfahmi. (2022). Penerapan Augmented Reality. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia* 8(1), 74–78.