

## PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY (AR) UNTUK MELATIH MODEL MENTAL SISWA

Supriadi<sup>1\*</sup>, Wildan<sup>2</sup>, Jeckson Siahaan<sup>3</sup>, Muntari<sup>4</sup>, Mukhtar Haris<sup>5</sup>

<sup>1 2 3 4 5</sup> Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Mataram. Jalan Majapahit No. 62 Mataram, NTB 83112, Indonesia.

\* Coressponding Author. E-mail: [Supriadi\\_fkip@unram.ac.id](mailto:Supriadi_fkip@unram.ac.id)

Received: 7 November 2022

Accepted: 31 Mei 2023

Published: 31 Mei 2023

doi: 10.29303/cep.v6i1.4206

Telah dikembangkan media pembelajaran kimia berbasis teknologi *augmented reality* untuk melatih model mental siswa SMA di daerah geopark rinjani. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran daring berbasis *augmented reality* menggunakan desain 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Media yang telah dikembangkan divalidasi oleh tiga validator. Selain itu, dilakukan juga uji efektivitas melalui uji coba terbatas. Pengumpulan data dilakukan dengan tes uraian model mental yang mencakup tiga tingkatan representasi dalam kimia, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya media pembelajaran yang sudah valid, praktis, dan efektif dengan skor validitas sebesar 0,86, skor kepraktisan sebesar 84,96% dan sebagian besar siswa mengembangkan model mental sitetik, tetapi tidak ada yang mampu mencapai model mental saintifik.

**Kata Kunci:** augmented reality, model mental, asam-basa

## DEVELOPMENT OF CHEMICAL LEARNING MEDIA BASED ON AUGMENTED REALITY (AR) TECHNOLOGY TO TRAIN STUDENTS' MENTAL MODEL

### Abstract

*Augmented reality technology-based chemistry learning media has been developed to train high school students' mental models in the Rinjani geopark area. This research develops online learning media based on augmented reality using 4D design (Define, Design, Develop, Disseminate). The media that has been developed is validated by three validators. In addition, effectiveness tests were also conducted through limited trials. Data was collected by means of a mental model description test that includes three levels of representation in chemistry, namely macroscopic, submicroscopic, and symboli. The results of this study are the formation of learning media that is valid, practical, and effective with a validity score of 0.86, a practicality score of 84.96% and most students develop a systematic mental model, but no one has been able to achieve a scientific mental model.*

**Keywords:** augmented reality, mental model, acid-base

### PENDAHULUAN

Dalam mempelajari kimia, siswa dituntut untuk memiliki model mental yang utuh, yaitu kemampuan menghubungkan tiga representasi kimia, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Sari & Seprianto, 2018). Hal ini disebabkan karena semua zat yang ada di dunia perlu direpresentasikan melalui tiga level

representasi tersebut. Model mental merupakan perwakilan ide-ide dalam pikiran seseorang yang digunakan untuk menjelaskan suatu zat dan fenomena. Setiap fenomena kimia yang terjadi dalam kehidupan dapat dijelaskan dengan menghubungkan tiga level representasi (Jansoon, et al., 2009, Supriadi, dkk., 2018).

Model mental pebelajar bisa dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu model inisial, model

sintetik, dan model saintifik. Model inisial adalah persepsi yang tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah. Model sintetik adalah persepsi yang sebagian sesuai atau sebagian tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah. Model saintifik adalah persepsi yang sesuai dengan pengetahuan ilmiah (Kurnaz & Eksi, 2015; Amalia dkk., 2018; Ulinnaja dkk., 2019; Hermita, dkk., 2021).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Supriadi, dkk. (2018) dan Wildan, dkk (2020), model mental dapat mempengaruhi hasil belajar, semakin tinggi model mental semakin tinggi hasil belajar. Responden yang memiliki model mental inisial belum mampu menjelaskan suatu zat atau fenomena pada level submikroskopik. Sebaliknya, responden yang memiliki model mental saintifik, sudah mampu menjelaskan suatu zat atau fenomena sampai pada level submikroskopik dan mampu menghubungkannya dengan level makroskopik dan simbolik.

SMAN 1 Sambelia merupakan salah satu Sekolah Menengah Atas (SMA) di daerah geopark rinjani yang merupakan salah satu dari 5 lokus Universitas Mataram. Berdasarkan data LTMPT, sekolah ini belum mampu menjadi 1000 sekolah dengan nilai UTBK tertinggi (LTMPT, 2020). Berdasarkan hasil observasi, semua siswa SMAN 1 Sambelia belum mampu membayangkan aspek abstrak (bentuk molekul) dari suatu zat dan belum mampu menghubungkannya dengan level makroskopik sehingga model mental mereka rendah, yaitu pada level inisial. Rendahnya model mental dapat menyebabkan rendahnya hasil belajar (Supriadi dkk., 2021).

Berdasarkan hasil wawancara dengan dua guru kimia di SMAN 1 Sambelia, rendahnya model mental siswa SMAN 1 Sambelia disebabkan karena pembelajaran kimia di sekolah tersebut belum menghubungkan antara representasi makroskopik dan submikroskopik. Ketika mempelajari level submikroskopik, siswa tidak menghubungkannya dengan level makroskopik, begitu juga sebaliknya ketika mempelajari level makroskopik (praktikum), siswa tidak menghubungkannya dengan level submikroskopik. Hal ini yang menyebabkan model mental siswa rendah dan pemahaman mereka terhadap materi tidak lengkap. Untuk mengatasi rendahnya model mental siswa, perlu dikembangkan pembelajaran yang menghubungkan ketiga level representasi.

Tiga level representasi dapat divisualisasikan menggunakan pemodelan.

Menurut Coll dan Lajium (2012) pembelajaran kimia dapat berlangsung dengan efektif jika menggunakan pemodelan. Terdapat tiga tujuan penting dalam pemodelan kimia, yaitu pertama untuk membuat bentuk sederhana dari suatu objek atau konsep, kedua memberikan stimulasi dalam pembentukan konsep ketika pembelajaran, sehingga mendukung visualisasi terhadap suatu fenomena, dan ketiga memberikan penjelasan tentang fenomena ilmiah (Ünal dkk., 2006). Salah satu pembelajaran yang dapat dikembangkan untuk memodelkan kimia adalah pembelajaran yang menggunakan media *augmented reality* (AR). Menurut Latipah, dkk (2021), pembelajaran yang berbantuan media *augmented reality* dapat meningkatkan model mental siswa.

Teknologi *augmented reality* sangat bagus digunakan untuk memodelkan level submikroskopik dari suatu zat sehingga dapat menghubungkan ketiga level representasi. Teknologi ini bekerja berdasarkan deteksi citra (gambar), dan citra yang digunakan adalah gambar marker (Ginting, dkk. 2017). Gambar dapat berupa level makroskopik dari suatu zat, kemudian hasil deteksi akan memunculkan rumus kimia dan bentuk molekul senyawa yang ada dalam zat tersebut (Rajmah dkk., 2017). Teknologi AR dapat digunakan sebagai pembelajaran jarak jauh jika kondisi tidak memungkinkan untuk melaksanakan pembelajaran tatap muka (Pakpahan & Fitriani, 2020).

Perlu dikembangkan media pembelajaran kimia pada semua materi yang diajarkan di sekolah terutama pada materi asam basa yang berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari. Pembelajaran pada materi asam basa yang dilakukan di SMAN 1 Sambelia masih monoton dengan hafalan dan ceramah, serta tidak diadakan praktikum. Media yang digunakan disana masih belum mampu mengembangkan model mental siswa pada materi asam basa karena hanya fokus pada satu level saja (makroskopik saja/submikroskopik saja) tanpa menghubungkannya dengan level yang lain.

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengembangkan media pembelajaran kimia berbasis teknologi *augmented reality* pada topik asam basa untuk melatih model mental siswa pada salah satu sekolah di daerah geopark rinjani. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan model pengembangan 4D (*define, design, development and dissemination*). Penelitian ini akan mengembangkan media pembelajaran berbasis AR pada topik asam basa. Pada tahap uji coba terbatas akan menggunakan metode eksperimen semu dengan desain penelitian *one group pretest posttest design*. Penelitian ini menggunakan satu kelompok (kelas) dengan subjek siswa yang mengikuti mata kuliah kimia lingkungan tahun 2021. Pada awal pembelajaran, siswa diberikan *pre-test*, sedangkan pada akhir pembelajaran, siswa diberikan *post-test*. *pre-test* dan *post-test* akan menggunakan instrumen berupa tes uraian yang mengukur model mental dan pedoman wawancara.

Pengembangan pembelajaran berbasis AR dalam penelitian ini mengacu pada model 4D (*define, design, development and dissemination*). Sampel sebanyak 16 siswa (uji coba terbatas). Pengembangan media ini dimulai dari tahap pendefinisian. Pendefinisian (*define*) merupakan tahapan yang bertujuan untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran. Beberapa kegiatan pada tahap pendefinisian adalah analisis masalah, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan merumuskan tujuan pembelajaran. Tahap selanjutnya adalah perancangan. Tahap Perancangan (*design*) merupakan tahapan yang bertujuan untuk menyiapkan draft pembelajaran daring berbasis AR. Tahap ketiga adalah pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan pembelajaran daring berbasis AR yang sudah di revisi berdasarkan masukan dari para ahli di bidang pendidikan kimia. Pada tahap ini juga akan dilakukan uji coba terbatas pada siswa SMAN 1 Sambelia, Lombok Timur. Uji ini akan melihat keefektifan pembelajaran berbasis AR berdasarkan model mental siswa. Tahap terakhir adalah diseminasi, namun belum terlaksana pada penelitian ini.

Media pembelajaran berbasis AR yang dikembangkan diuji kelayakannya oleh 3 ahli, yang terdiri atas ahli materi, ahli bahasa, dan ahli penyajian. Hasil validasi ini dijadikan dasar untuk mengetahui tingkat kelayakan pembelajaran yang dikembangkan. Selain uji validitas, juga dilakukan uji praktikalitas dari siswa didapat dari angket respon siswa terhadap pembelajaran berbasis AR pada materi asam basa. Pengisian

angket ini dilakukan pada uji coba skala kecil. Untuk mengetahui efektifitas media, dilakukan tes model mental pada topik asam basa. Tes model mental ini berisi 2 soal uraian.

Data hasil penilaian terhadap kelayakan produk pembelajaran berbasis *augmented reality* dianalisis secara deskriptif. Penentuan tingkat validitas dan revisi produk ditentukan menggunakan formula Kappa Cohen, yaitu untuk mengetahui tingkat kesepakatan dari minimal 2 orang validator (Asmiyunda dkk., 2018).

$$k = \frac{p - pe}{1 - pe}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D empat tahap. Selanjutnya, pengembangan aplikasi *augmented reality* digambarkan menggunakan model 4D. Langkah analisis kebutuhan pengembangan aplikasi *augmented reality* digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan persyaratan. Analisis awal, analisis pembelajar, analisis tugas, analisis ide, dan analisis pembelajaran objektif adalah semua fase dalam tahap ini. Pada tahap ini dilakukan analisis kurikulum yang meliputi kompetensi dasar, indikator, dan tujuan pembelajaran pada topik asam basa. Selain itu, dilakukan juga observasi terhadap SMAN 1 Sambelia. Dari analisis pada tahapan ini, dapat diketahui bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi asam basa karena nilai mereka kurang memuaskan, yaitu rata-rata hanya 74.

Mata pelajaran kimia di SMAN 1 Sambelia dirasa perlu untuk ditingkatkan karena kekurangan fasilitas. Hal ini menuntut siswa untuk menggunakan contoh-contoh kehidupan nyata agar saat mempelajari materi tidak merasa bosan. Salah satu materi yang diajarkan adalah asam basa. Siswa perlu mempelajari materi tersebut melalui contoh zat di kehidupan nyata seperti cuka, soda api dan lain-lain. Mereka harus memahami tiga tingkat representasi dari zat asam dan basa di lingkungan. Oleh karena media pembelajaran sebelumnya belum mengacu pada *augmented reality*, maka masih belum efektif dan efisien untuk menggambarkan ketiga level representasi tersebut. Oleh karena itu, perlu dikembangkan media pembelajaran asam basa berbasis *augmented reality* agar proses pembelajaran menjadi lebih menyenangkan. Siswa SMAN 1 Sambelia memiliki fasilitas yang memadai untuk penggunaan aplikasi *augmented reality*. Setiap siswa memiliki setidaknya satu

ponsel Android, yang sangat membantu dalam penggunaan aplikasi augmented reality dalam proses pembelajaran.

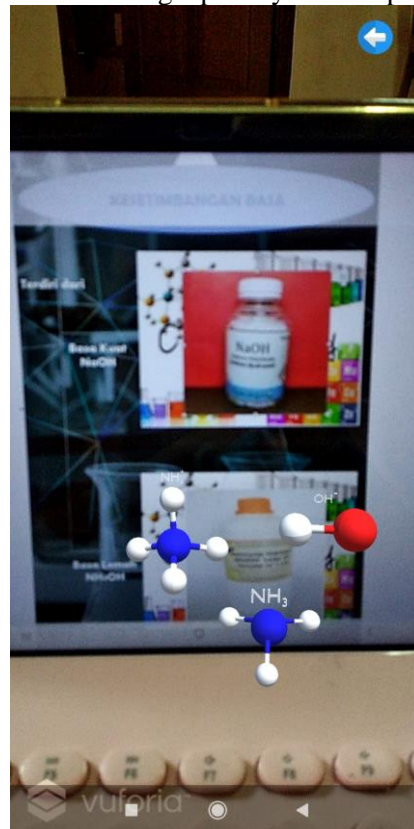
Selanjutnya adalah analisis peserta didik, yang menunjukkan bahwa siswa belum mampu menghubungkan ketiga tingkat representasi tersebut. Hal ini dikarenakan pembelajaran yang mereka terima tidak menghubungkan ketiga level representasi tersebut. Sebagian besar pembelajaran yang dimiliki siswa belum menggunakan media augmented reality. Mereka membutuhkan media augmented reality untuk menghubungkan tiga level representasi, yaitu makroskopis, simbolik, dan sub-mikroskopis. Sumber belajar berupa augmented reality masih sedikit, dan augmented reality sangat dibutuhkan untuk mendukung kurangnya fasilitas di sekolah. Sebagian besar siswa belum pernah menggunakan augmented reality. Setelah itu, selanjutnya dilakukan analisis tugas materi pada aplikasi augmented reality, yang dapat dilakukan secara kelompok atau individu. Langkah selanjutnya adalah analisis konsep, yang mencoba menemukan konten pembelajaran yang paling penting dan mengaturnya sehingga dapat dikembangkan dalam aplikasi augmented reality. Tahap terakhir dalam tahap ini adalah analisis tujuan pembelajaran dengan tujuan menentukan kompetensi dan indikator pencapaian belajar yang harus dicapai siswa. Tahap akhir dalam tahap ini adalah analisis tujuan pembelajaran, yang bertujuan untuk menentukan kompetensi dan indikator pencapaian belajar yang harus dicapai siswa.

Tahap kedua adalah tahap desain dimana peneliti menentukan desain multimedia augmented reality. Peneliti menentukan penggunaan beberapa software seperti Unity, Blender, Vuforia dan Android sebagai aplikasi dalam pembuatan aplikasi augmented reality. Peneliti kemudian mengidentifikasi media yang tepat untuk memberikan informasi berupa gambar, teks, audio, atau video, yang akan dipamerkan dalam media tersebut sebagai pengalaman belajar multimedia. Peneliti kemudian menyiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan seperti mengambil foto cuka, soda api, amoniak, dan asam klorida sebagai *marker* dan membuat animasi molekuler menggunakan software blender. Kemudian dilanjutkan dengan tahap produksi pengembangan multimedia augmented reality menggunakan software Unity dan website fuforia. Aplikasi ini dirancang sebagai rangkaian linier modul pembelajaran diskrit yang terdiri dari animasi tiga dimensi dan

penjelasan tekstual yang dapat dinavigasi oleh pengguna dengan kontrol navigasi. Kami memilih pendekatan ini karena kemudahan produksi dan penggunaannya. Pada tahap ini, peneliti juga mengembangkan instrumen angket untuk menilai validitas ahli materi/isi dan ahli desain/media.



Gambar 1. Tangkapan layar fitur aplikasi



**Gambar 2.** Marker berupa gambar makroskopik dari asam atau basa



**Gambar 3.** Tangkapan layar tampilan Augmented Reality dengan penanda dan deskripsinya

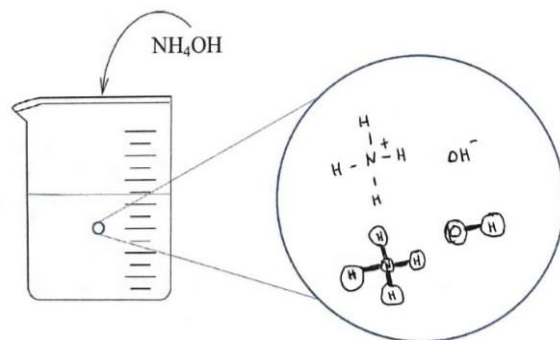
Tahap ketiga adalah tahap pengembangan. Ada evaluasi media pembelajaran yang dirancang oleh ahli media dan ahli materi. Uji coba individu, uji coba kelompok kecil, dan uji coba lapangan digunakan untuk uji coba pengembangan produk. Hasil validasi ahli dan uji coba pengembangan digunakan peneliti untuk merevisi multimedia augmented reality agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Tahap distribusi merupakan tahap terakhir. Karena keterbatasan waktu, peneliti melewati tahap ini dan hanya melakukan sampai tahap ketiga, yaitu tahap pengembangan produk multimedia augmented reality.

Validasi produk aplikasi yang divalidasi oleh 3 ahli dianalisis menggunakan rumus Kappa Cohen. Didapatkan skor kappa momen 0,86 dengan kriteria sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa media tidak perlu revisi.

Selanjutnya Uji Coba Lapangan dilakukan terhadap 16 siswa kelas XII MIPA SMAN 1 Sambelia. Siswa diajar menggunakan media augmented reality yang telah dikembangkan. Uji lapangan dilakukan untuk mengetahui keefektifan dan kepraktisan produk aplikasi augmented reality dengan mengukur model mental siswa sesudah pembelajaran menggunakan produk dan pengisian angket kepraktisan. Siswa diminta untuk menggambar molekul pada zat asam lemah dan basa lemah.

Keefektifan terlihat dari model mental siswa sesudah pembelajaran menggunakan produk yang telah dikembangkan. Ada tiga jenis model mental, yaitu inisial, sintetik, dan saintifik. Berdasarkan data post-test, banyak siswa yang memiliki model mental sintetik, namun belum mampu mencapai saintifik. Hasil ini menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan sudah efektif. Namun, perlu dilakukan revisi sebelum diterapkan agar lebih efektif dalam meningkatkan model mental siswa. Siswa belum mampu mencapai saintifik karena belum memahami tentang materi bentuk molekul dan konsep terionisasi sebagian. Sebagai contoh, gambaran model mental siswa tentang pelarutan amonium hidroksida (basa lemah) seperti pada Gambar 4. Siswa sudah mampu menggambar bentuk molekul ion amonium dan ion hidroksida, namun dibuat sebagai terionisasi sempurna, yang mana seharusnya terionisasi sebagian.



**Gambar 5.** Contoh model mental siswa yang berupa sintetik

Selain uji keefektifan, juga dilakukan uji kepraktisan dengan mengisi angket respon bagi siswa. Media augmented reality pencemaran lingkungan yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat praktis dengan persentase kepraktisan rata-rata 84,96%.

## SIMPULAN

Kami telah menjelaskan proses pengembangan produk aplikasi AR asam basa. Produk tersebut valid, efektif, dan praktis dengan skor validitas 0,86, dan skor kepraktisan 84,96%. Selain itu, sebagian besar siswa sudah mengembangkan model mental sintetik.

## DAFTAR PUSTAKA

Amalia, F. R., Ibnu, S., Widarti, H. R., & Wuni, H. (2018). Students' Mental Models of Acid and Base Concepts Taught Using Cognitive Apprenticeship Learning

- Model. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 187-192.
- Asmiyunda, A., Guspatni, G., & Azra, F. (2018). Pengembangan e-modul kesetimbangan kimia berbasis pendekatan saintifik untuk kelas XI SMA/MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 2(2), 155-161.
- Belawati, T. (2019). *Pembelajaran online*. Jakarta, Universitas Terbuka.
- Coll R. K. & Treagust, D. F. 2003. Investigation of Secondary School, Undergraduate, and Graduate Learners' Mental Models of Ionic Bonding. *Journal of Research in Science Teaching*. 40 (5) : 464-486
- Chamizo, J. A. 2011. A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science and Education*, DOI 10.1007/s1191-011-9407-7
- Chi, M. T. H. 2008. Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *Handbook of research on conceptual change* (pp. 61-82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cin, M. 2013. Undergraduate students' mental models of hailstone formation. *International Journal of Environmental & Science Education*, 8(1): 163-174
- Farida, I., Rahmawati, R., Aisyah, R., & Helsy, I. (2020). Pembelajaran kimia sistem daring di masa pandemi Covid-19 bagi generasi Z. *KTI Massa WHF Pandemi Covid-19*.
- Ginting, S. L. B., Ginting, Y. R., & Aditama, W. (2017). Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Stimulasi Bayi Menggunakan Metode Marker Berbasis Android. *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, 7(1).
- Hermita, N., Wijaya, T. T., Putra, Z. H., Yora, N. Y., & Suhandi, A. (2021). Measuring Mental Model of Primary Teachers and Pre-service Teachers on Heat Transfer Concept. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 13(1), 196-208.
- Jansoon, N., Coll, R. K., & Somsook, E. (2009). Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(2), 147-168.
- Kurnaz, M. A., & Eksi, C. (2015). An Analysis of High School Students' Mental Models of Solid Friction in Physics. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(3), 787-795.
- Kurnaz, M. A., & Emen, A. Y. (2013). Mental Models of the High School Students Related To the Contraction of Matter. *International Journal of Educational Research and Technology*, 4(1): 01-05
- McClary, L. & Talanquer, V. 2011. College Chemistry Students' Mental Models of Acids and Acid Strength. *Journal of Research in Science Teaching* 48(4): 396-413(2011)
- Pakpahan, R., & Fitriani, Y. (2020). Analisa pemanfaatan teknologi informasi dalam pembelajaran jarak jauh di tengah pandemi virus corona covid-19. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 4(2), 30-36.
- Putra, N. 2011. *Research & Development (Penelitian dan Pengembangan) Suatu Pengantar*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Rajmah, M. A. G., Adrian, M., & Sanjaya, M. B. (2017). Aplikasi Alchemist Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android Untuk Pembelajaran Kimia SMA. *Eproceedings Of Applied Science*, 3(3).
- Rapp, D. N. 2005. *Mental Models: Theoretical Issues For Visualizations In Science Education*. In J.K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (p. 43-60). The Netherlands: Springer.
- Sari, R. P., & Seprianto, S. (2018). Analisis kemampuan multipel representasi mahasiswa FKIP Kimia Universitas Samudra Semester II pada materi asam basa dan titrasi asam basa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 6(1), 55-62.

- Setiawan, A. B., & Nugraha, A. C. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pengenalan Komponen Sistem Kendali Elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 8(5).
- Stains, M. & Seviaan, H. 2014. Uncovering Implicit Assumptions: a Large-Scale Study on Students' Mental Models of Diffusion. *Res Sci Educ*. DOI 10.1007/s11165-014-9450-x
- Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D). Bandung: Alfabeta.
- Supriadi, S., Ibnu, S., & Yahmin, Y. (2018). Analisis model mental siswa pendidikan kimia dalam memahami berbagai jenis reaksi kimia. *Jurnal Pijar Mipa*, 13(1): 1-5.
- Supriono, N., & Rozi, F. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Bentuk Molekul Kimia Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 3(1).
- Susanti, E., & Sholeh, M. (2008). Rancang Bangun Aplikasi E-Learning. *Jurnal Teknologi*, 1(1), 53-57.
- Trianto. 2010. Mengembangkan Model Pembelajaran Tematik. Jakarta: PT. Prestasi Putrakarya.
- Tumay, H. 2014. Prospective chemistry teachers' mental models of vapor pressure. *Chemistry Education and Research*, 15: 366-379
- Ulinnaja, H., Subandi, S., & Muntholib, M. (2019). High School Students' Mental Models on Chemical Equilibrium. *Jurnal Pendidikan Sains*, 7(2), 58-65.
- Ünal, S., Çalık, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2006). A review of chemical bonding studies: needs, aims, methods of exploring students' conceptions, general knowledge claims and students' alternative conceptions. *Research in Science & Technological Education*, 24(2), 141-172.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood accepted information that the earth is a sphere . Children and Adults Construct an Intuitive Understanding of the World Research in cognitive science, science education , and developm. *Cognitive P*, 24, 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)
- Yerusalem, M. R., Rochim, A. F., & Martono, K. T. (2015). Desain dan Implementasi Sistem Pembelajaran Jarak Jauh Di Program Studi Sistem Komputer. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 3(4), 481-492.