

Pengembangan Buku Digital Berbasis Multiple Representasi Pada Materi Ikatan Kimia Sebagai Sumber Belajar Berbasis Digital Siswa SMA Kelas X

Desire Atna Sridanty Rumondor^a, Jakub Saddam Akbar^{a}, Dian Herlinda Octorina Howan^b, Djakariah^c, Ayu Febrianti Akbar^c*

^a Pendidikan Kimia, FMIPAK, Universitas Negeri Manado, Minahasa, 95618, Indonesia

^b Ilmu Kimia, FMIPAK, Universitas Negeri Manado, Minahasa, 95618, Indonesia

^c Pendidikan Sejarah, Universitas Negeri Cendana, Kupang, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 30 September 2025

Disetujui 31 Oktober 2025

Key word:

Digital books, Chemical Bonding, multiple representation, Development, Learning Resources

Kata kunci:

Media Pembelajaran, Web Wordwall, Hasil Pembelajaran, Termokimia

ABSTRACT

This study aims to develop a digital textbook based on multiple representations on chemical bonding as a digital learning resource for 10th-grade high school students. Product development was conducted using the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model. Product validation involved media experts, material experts, and field trials with students using a Likert scale questionnaire instrument of 1–5. The assessment results showed that the digital textbook received a "Very Good" category from media experts (86.23%), material experts (85.20%), and student responses (94.35%). This digital textbook integrates three levels of chemical representation: macroscopic (real phenomena), microscopic (particle structures), and symbolic (chemical equations) through interactive features such as molecular animations, simulations, explanatory videos, and evaluation quizzes. The product meets the standards of the Independent Curriculum, has an intuitive user interface, and can be accessed across multiple devices. In conclusion, this digital textbook based on multiple representations is suitable for use as a digital learning resource for 10th-grade high school students on chemical bonding.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia sebagai sumber belajar digital untuk siswa SMA kelas X. Pengembangan produk dilakukan menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE. Validasi produk melibatkan ahli media, ahli materi, dan uji coba lapangan kepada siswa menggunakan instrumen angket skala Likert 1–5. Hasil penilaian menunjukkan buku digital memperoleh kategori "Sangat Baik" dari ahli media (86,23%), ahli materi (85,20%), dan respon siswa (94,35%). Buku digital ini mengintegrasikan tiga level representasi kimia makroskopik (fenomena nyata), mikroskopik (struktur partikel), dan simbolik (persamaan kimia) melalui fitur interaktif seperti animasi molekul, simulasi, video penjelasan, dan kuis evaluasi. Produk memenuhi standar Kurikulum Merdeka, memiliki antarmuka pengguna yang intuitif, dan dapat diakses multi-perangkat. Kesimpulannya, buku digital berbasis multiple representasi ini layak digunakan sebagai sumber belajar berbasis digital siswa sma kelas X untuk materi ikatan kimia

*e-mail: jakubakbar@unima.ac.id

Pendahuluan

Pendidikan tidak hanya berfokus pada penyampaian informasi atau data, melainkan juga mencakup pembentukan keterampilan,

penanaman nilai, serta pemahaman yang mendalam terhadap berbagai fenomena di sekitar kita. Proses pendidikan bersifat dinamis karena melibatkan beragam aspek yang

menunjang perkembangan siswa dalam ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik (Pongpalilu et al., 2023). Pendidikan juga berlangsung sepanjang kehidupan kita, sehingga setiap orang memiliki peluang untuk terus belajar, meningkatkan kemampuan maupun, dan memperluas pengetahuan mereka (Ramli et al., 2023). Peran siswa dalam konteks pendidikan abad ke-21 turut mendorong pergeseran paradigma pembelajaran yang menuntut individu untuk lebih adaptif, kreatif, dan inovatif dalam menghadapi kemajuan ilmu pengetahuan serta teknologi (Ariani et al., 2023).

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah merevolusi dunia pendidikan abad ke-21, menghadirkan peluang sekaligus tantangan bagi pendidik dan institusi pendidikan (Akbar et al, 2023). Integrasi TIK dalam pembelajaran memungkinkan penerapan model pembelajaran inovatif seperti *e-learning*, *flipped classroom*, dan *blended learning* yang dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran (Akbar et al, 2023). Teknologi memungkinkan pembelajaran tanpa batasan ruang dan waktu, mendorong pendekatan yang berpusat pada siswa dan menumbuhkan kreativitas serta pembelajaran mandiri (Hudaya et al., 2024). Namun, tantangan muncul dalam bentuk kesenjangan literasi digital, keterbatasan sarana prasarana, dan perlunya peningkatan kompetensi guru dalam menguasai teknologi terkini (Nisa, Amanda & Pribadi, 2023). Kolaborasi antara pendidik dan peserta didik menjadi kunci dalam mewujudkan digitalisasi pembelajaran yang efektif (Nisa, Amanda & Pribadi, 2023). Pemanfaatan TIK terbukti dapat mendorong kreativitas siswa dan meningkatkan kualitas pendidikan secara keseluruhan (Akbar & Djakariah, 2023).

Salah satu bidang ilmu yang memiliki tantangan besar dalam pembelajaran adalah Kimia. Kimia merupakan cabang ilmu yang mempelajari struktur, sifat, perubahan zat, serta hukum dan teori yang mendasarinya (Effendy, 2016). Sifat abstrak Kimia seringkali menyulitkan peserta didik dalam memahami konsep-konsepnya, terutama pada topik yang tidak dapat diamati secara langsung. Karakteristik unik Kimia mencakup abstraksi tinggi, progresi konsep dari sederhana ke kompleks, serta kebutuhan akan keterampilan pemecahan masalah. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang mampu memfasilitasi pemahaman konsep secara menyeluruh. Salah satu pendekatan yang relevan adalah melalui *multiple representasi*, yaitu keterkaitan antara representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik.

Pendekatan *multiple representasi* dalam pembelajaran kimia melibatkan keterkaitan antara tiga level representasi: makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Representasi makroskopik mencakup fenomena nyata yang dapat diamati dan langkah-langkah percobaan (Nurpratami & Helsy 2015). Representasi submikroskopik divisualisasikan melalui gambar, animasi video, dan teks yang menjelaskan partikel-partikel pada tingkat atom dan molekul (Helsy & Andriyani, 2017). Representasi simbolik disajikan dalam bentuk persamaan reaksi kimia dan perhitungan yang relevan (Helsy & Andriyani, 2017). Penelitian menunjukkan bahwa pemahaman siswa bervariasi pada setiap level representasi. Pada materi asam-basa, pemahaman makroskopik tergolong tinggi (73,18%), simbolik cukup (61,21%), namun mikroskopik rendah (50,74%) (Zuhroti, Marfu'ah, & Ibnu, 2018).

Beberapa penelitian ini menunjukan analisis kemampuan multipel representasi kimia siswa pada berbagai konsep. Safitri, Nursaadah & Wijayanti (2019) menemukan bahwa hanya 21,92% siswa mampu mengkoneksikan ketiga level representasi pada konsep laju reaksi, dengan pola interkoneksi dimulai dari representasi makroskopik, simbolik, kemudian submikroskopik. Sari & Helsy (2018) menunjukkan bahwa siswa lebih berhasil merepresentasikan makroskopik ke submikroskopik pada konsep asam-basa, namun mengalami kesulitan pada representasi makroskopik ke simbolik yang melibatkan perhitungan matematis kompleks. Helsy & Andriyani (2017) mengembangkan sebuah bahan ajar untuk materi kesetimbangan kimia yang mengintegrasikan ketiga level representasi melalui wacana kontekstual, visualisasi gambar dan animasi, serta representasi simbolik. Sari & Seprianto (2018) menemukan bahwa siswa memiliki kemampuan representasi makroskopik (92%) dan simbolik (86%) yang sangat baik, namun representasi submikroskopik lebih rendah (82%) karena kesulitan menjelaskan fenomena reaksi melalui gambaran molekul atau ion.

Dalam konteks pembelajaran di SMA, materi Ikatan Kimia merupakan salah satu topik penting yang bersifat abstrak dan menuntut keterhubungan antar representasi. Pembelajaran ikatan kimia di SMA menghadapi tantangan signifikan karena materinya bersifat abstrak dan membutuhkan pemahaman keterhubungan antar konsep. Penelitian menunjukkan bahwa siswa sering mengalami miskonsepsi pada topik ikatan kimia yang cukup tinggi (Zulkhairi, 2022). Kesulitan ini terkait dengan ketidakmampuan siswa mengenali konsep-konsep kunci atau

hubungan antar konsep yang diperlukan untuk memahami konsep kimia fundamental (Widiyowati, 2014). Untuk mengatasi permasalahan ini, media pembelajaran inovatif terbukti efektif. Penggunaan media animasi dengan pendekatan submikroskopik yang menggabungkan aspek makro, mikro, dan simbol dapat meningkatkan pemahaman konsep ikatan kimia (Nurlaila, 2018). Pemahaman konsep prasyarat seperti struktur atom dan sistem periodik unsur juga berkorelasi signifikan dengan hasil belajar ikatan kimia (Widiyowati, 2014).

Seiring perkembangan teknologi, buku digital berbasis multiple representasi menjadi salah satu inovasi yang dapat digunakan sebagai sumber belajar alternatif. Buku digital tidak hanya menyajikan teks dan gambar, tetapi juga dapat dilengkapi dengan animasi, simulasi, maupun visualisasi interaktif yang menghubungkan representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Dengan memanfaatkan buku digital berbasis multiple representasi, peserta didik tidak hanya mendapatkan penjelasan konseptual, tetapi juga pengalaman belajar yang lebih mendalam melalui visualisasi interaktif. Media ini dapat membantu siswa SMA kelas X dalam memahami ikatan Kimia secara lebih komprehensif, sekaligus mendukung keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan Kimia sebagai sumber belajar digital bagi siswa SMA kelas X, guna meningkatkan kualitas pembelajaran dan pemahaman konsep siswa terhadap materi yang bersifat abstrak

Metode

Metode adalah serangkaian langkah terorganisir yang diterapkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan tujuan untuk mencapai hasil yang diinginkan (Kurniawan et al, 2023). Penelitian yang dilakukan termasuk dalam kategori penelitian dan pengembangan, yang merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengembangkan dan menguji validitas produk pendidikan. Model yang diterapkan dalam pengembangan ini adalah model prosedural, yang menggambarkan langkah-langkah atau prosedur yang harus diikuti untuk menciptakan suatu produk tertentu. Model pengembangan yang dipilih dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang merupakan singkatan dari analysis, design, development, implementation, evaluation. Langkah-langkah pengembangannya adalah sebagai berikut. (1)

analysis, (2) *design*, (3) *development*, pada tahap ini dilakukan uji coba awal yang berupa *self evaluation* dan expert reviews yang merupakan tahap evaluasi pertama untuk merevisi produk, (4) *implementation*, pada tahap ini dilakukan uji lapangan (5) *evaluation*.

Data mengenai kelayakan produk buku digital diperoleh dari penilaian respon atau tanggapan siswa dan kemudian dibuat dalam bentuk skor. Data berupa masukan dirangkum dan dijadikan dasar untuk melakukan revisi produk hingga diperoleh produk akhir. Berikut adalah Persentase Kriteria Keidealan Yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Kriteria Keidealan

Skor	Kategori	Rentang Skor	Keterangan
5	Sangat Baik	$X > 80 \%$	Layak digunakan tanpa revisi
4	Baik	$66,67\% < X \leq 80\%$	Layak digunakan tanpa revisi
3	Sedang	$53,5\% < X \leq 66,67\%$	Layak digunakan dengan sedikit revisi
2	Kurang	$40\% < X \leq 53,5\%$	Layak digunakan dengan banyak revisi
1	Sangat Kurang	$X \leq 40\%$	Tidak layak digunakan

(Sumber : Sudjono, 2010)

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan produk berupa buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia sebagai sumber belajar digital untuk siswa SMA kelas X. Pengembangan ini menggunakan model prosedural, yaitu model deskriptif yang menjabarkan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan produk akhir penelitian.

Langkah awal dalam penelitian pengembangan adalah analisis kebutuhan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi serta kebutuhan pembelajaran siswa. Analisis kebutuhan ini dilakukan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan siswa. Setelah

buku digital dikembangkan, tahap berikutnya adalah uji ahli.

Uji Ahli Media dan Ahli Materi

Tahap uji ahli media dilakukan untuk menguji kelayakan buku digital yang dikembangkan, baik dari aspek tampilan, interaktivitas, maupun kemudahan penggunaan. Validasi media dilakukan oleh 1 ahli media dengan instrumen berupa angket skala Likert 1–5. Skor hasil penilaian dihitung rata-rata kemudian dikategorikan ke dalam kriteria kelayakan sesuai persentase. Hasil uji ahli media dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabulasi Penilaian Ahli Media Terhadap Produk Buku Digital

No.	Aspek Penilaian Media	% Idealita	Kategori
1.	Tampilan Fisik Media Pembelajaran	86,45	Sangat Baik
2.	Keberfungsian Fitur Teknologi	83,70	Sangat Baik
3.	Kesesuaian Konten dengan Konsep Multiple Representasi (makroskopik, mikroskopik, dan simbolik)	88,15	Sangat Baik
4.	Keterpaduan Materi dan Interaktivitas dalam Mendukung Pemahaman Ikatan Kimia	85,60	Sangat Baik
5.	Aspek Kemudahan Penggunaan (Usability)	87,25	Sangat Baik
	Jumlah Skor	86,23	Sangat Baik

Berdasarkan hasil penilaian ahli media terhadap buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia, diperoleh skor rata-rata persentase idealitas sebesar 86,23% dengan kategori “Sangat Baik.” Hal ini menunjukkan bahwa buku digital yang dikembangkan telah memenuhi kriteria

kelayakan media pembelajaran digital secara umum. Aspek tampilan fisik media pembelajaran memperoleh persentase 86,45% dengan kategori sangat baik, yang menunjukkan bahwa tampilan visual, tata letak, dan desain antarmuka buku digital dinilai menarik, proporsional, dan sesuai dengan karakteristik siswa SMA. Aspek keberfungsian fitur teknologi memperoleh nilai 83,70%, yang berarti fitur interaktif seperti tombol navigasi, animasi, dan tautan multimedia berfungsi dengan baik serta mudah dioperasikan.

Aspek kesesuaian konten dengan konsep multiple representasi (makroskopik, mikroskopik, dan simbolik) memperoleh skor tertinggi yaitu 88,15%, menunjukkan bahwa integrasi ketiga level representasi kimia dalam buku digital berhasil membantu menghubungkan konsep abstrak dengan fenomena nyata. Selanjutnya, aspek keterpaduan materi dan interaktivitas dalam mendukung pemahaman ikatan kimia memperoleh nilai 85,60%, yang menandakan bahwa penyajian materi, aktivitas interaktif, dan ilustrasi mendukung proses pembelajaran yang aktif dan bermakna.

Sedangkan aspek kemudahan penggunaan (usability) mendapatkan skor 87,25%, mengindikasikan bahwa buku digital mudah digunakan, memiliki navigasi yang jelas, serta dapat diakses dengan lancar oleh pengguna. Selain itu, tampilan antarmuka yang menarik dan responsif turut mendukung kenyamanan pengguna dalam menjelajahi konten pembelajaran. Secara keseluruhan, hasil penilaian ahli media menunjukkan bahwa buku digital berbasis multiple representasi ini layak digunakan sebagai sumber belajar digital bagi siswa SMA kelas X, serta mampu memberikan pengalaman belajar kimia yang interaktif, kontekstual, dan menarik sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

Selanjutnya, dilakukan penilaian oleh ahli materi sebagai dasar untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, khususnya terkait dengan kesesuaian isi buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia. Uji ahli materi ini mencakup aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kebahasaan, serta aspek kegunaan.

Hasil penilaian ahli materi terhadap produk buku digital dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabulasi Penilaian Ahli Materi Terhadap Produk Buku Digital

No	Aspek Penilaian Materi	% Idealitas	Kategori
1.	Kesesuaian dengan Prinsip-Prinsip Kurikulum Merdeka	84,25	Sangat Baik
2.	Aspek Teknopedagogik (Integration of Technology, Pedagogy, and Content Knowledge)	85,50	Sangat Baik
3.	Aspek Pedagogi dan Implementasi dalam Kelas	80,75	Sangat Baik
4.	Aspek pemahaman konsep	90,30	Sangat Baik
	Jumlah Skor	85,20	Sangat Baik

Hasil penilaian ahli materi terhadap buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia menunjukkan persentase rata-rata 85,20% dengan kategori sangat baik. Hal ini menandakan bahwa isi buku telah sesuai dengan prinsip Kurikulum Merdeka, terintegrasi dengan pendekatan teknopedagogik, dan mudah diimplementasikan dalam pembelajaran kelas. Selain itu, aspek pemahaman konsep memperoleh nilai tertinggi (90,30%), yang menunjukkan bahwa buku digital ini efektif dalam membantu siswa memahami konsep ikatan kimia secara mendalam melalui berbagai level representasi. Buku ini juga dinilai mampu mengaitkan konsep kimia dengan konteks kehidupan nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan bagi siswa.

Tahap berikutnya pada tahap implementasi adalah uji coba lapangan kepada siswa untuk mengukur kelayakan produk yang dikembangkan. Dengan uji coba ini, diharapkan

dapat diketahui bagian mana dari produk yang dianggap baik oleh siswa dan bagian mana yang masih memerlukan perbaikan, karena tujuan penelitian pengembangan ini adalah menghasilkan produk media pembelajaran yang layak digunakan untuk mendukung proses belajar mengajar.

Hasil uji coba menunjukkan kategori sangat baik dengan persentase ideal 94,35%. Berikut adalah hasil pengembangan buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia sebagai sumber belajar berbasis digital siswa sma kelas X, yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Tampilan Awal Buku Digital

Tampilan awal buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia dirancang dengan antarmuka yang menarik, sederhana, dan mudah digunakan oleh siswa. Pada halaman utama, ditampilkan judul buku, identitas penulis, serta menu navigasi interaktif yang memudahkan pengguna mengakses berbagai bagian seperti materi, latihan, video pembelajaran, dan simulasi interaktif. Warna dan tata letak dipilih dengan kontras yang nyaman di mata untuk menjaga fokus pembaca. Berikut adalah salah satu representasi yang ditampilkan dalam buku digital yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Salah Satu Representasi Yang Di Tampilkan Dalam Buku Digital

Pengembangan buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep kimia secara visual, simbolik, dan verbal bagi siswa SMA kelas X. Multiple representasi dalam konteks ini mencakup representasi makroskopik (fenomena kimia sehari-hari), submikroskopik (struktur atom, molekul, dan ikatan kimia), dan representasi simbolik (rumus kimia, persamaan, dan notasi). Hasil pengembangan menunjukkan bahwa buku digital ini mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dibandingkan buku cetak konvensional. Fitur-fitur yang terdapat pada buku digital, seperti animasi molekul, simulasi interaktif, kuis evaluasi, dan video penjelasan, mendukung siswa dalam memahami konsep ikatan kimia secara menyeluruh. Dengan adanya berbagai representasi, siswa dapat menghubungkan konsep abstrak dengan fenomena nyata sehingga pemahaman mereka menjadi lebih mendalam. Hal ini sejalan dengan penelitian Wijayanti et al. (2015) yang mengembangkan *e-book* interaktif pada materi kesetimbangan kimia berbasis representasi kimia dan

mendapat respons sangat baik dari guru dan siswa dengan persentase kelayakan mencapai 98,46%. Wonda et al. (2022) menunjukkan bahwa buku digital dapat meningkatkan motivasi belajar siswa hingga 9,74% dengan tingkat keefektifan 60,59%. Alga et al. (2024) mengonfirmasi bahwa presentasi interaktif dan video animasi tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tetapi juga memperkaya pengalaman belajar secara keseluruhan, menunjukkan peningkatan hasil belajar dibandingkan metode konvensional.

Dari segi kelayakan isi, buku digital ini memenuhi standar kurikulum kimia SMA dan sesuai dengan prinsip-prinsip pedagogik modern, seperti pendekatan konstruktivistik dan pembelajaran berbasis sains. Materi disusun secara sistematis, dimulai dari konsep dasar atom, teori ikatan kimia, hingga jenis-jenis ikatan dan sifat senyawa, sehingga memudahkan siswa dalam mengikuti alur pembelajaran. Dari aspek kelayakan penyajian, buku digital ini menampilkan antarmuka yang ramah pengguna dan interaktif. Desain visual yang menarik, penggunaan warna yang konsisten, ikon navigasi yang jelas, serta adanya fitur evaluasi mandiri membuat siswa lebih termotivasi untuk belajar. Selain itu, buku ini dapat diakses melalui perangkat digital seperti laptop, tablet, atau smartphone, sehingga fleksibilitas belajar meningkat. Uji coba terhadap siswa menunjukkan bahwa penggunaan buku digital berbasis multiple representasi dapat meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, dan kemampuan memecahkan masalah kimia. Siswa dapat dengan mudah melihat hubungan antara struktur molekul dan sifat senyawa, memahami mekanisme pembentukan ikatan, serta mengevaluasi diri melalui kuis interaktif. Hasil ini menunjukkan bahwa buku digital bukan hanya sebagai sumber belajar, tetapi juga sebagai alat pembelajaran yang aktif dan menyenangkan. Secara keseluruhan, pengembangan buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia terbukti efektif sebagai sumber belajar mandiri bagi siswa SMA kelas X. Penggunaan multiple representasi memperkuat keterhubungan antara konsep abstrak dan fenomena nyata, meningkatkan pemahaman, serta mendukung

pembelajaran kimia yang lebih kreatif dan inovatif.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pengembangan buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia sebagai sumber belajar digital untuk siswa SMA kelas X, dapat disimpulkan bahwa:

1. Buku digital berbasis multiple representasi yang dikembangkan telah terbukti layak digunakan sebagai sumber belajar, dengan hasil penilaian ahli media sebesar 86,23% (kategori sangat baik), ahli materi sebesar 85,20% (kategori sangat baik), dan respon siswa sebesar 94,35% (kategori sangat baik).
2. Produk ini berhasil mengintegrasikan tiga level representasi kimia (makroskopik, submikroskopik, dan simbolik) melalui fitur-fitur interaktif seperti animasi molekul, simulasi, video penjelasan, dan kuis evaluasi yang membantu siswa memahami konsep ikatan kimia yang abstrak.

Dengan demikian, buku digital berbasis multiple representasi pada materi ikatan kimia ini merupakan inovasi pembelajaran yang relevan untuk pendidikan abad ke-21 dan dapat menjadi alternatif sumber belajar yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia di SMA.

Daftar Pustaka

- Akbar, J. S., Dharmayanti, P. A., Nurhidayah, V. A., Lubis, S. I. S., Saputra, R., Sandy, W., ... & Yulastuti, C. (2023). *Model & metode pembelajaran inovatif: Teori dan panduan praktis*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Akbar, J. S., & Djakariah, D. (2023). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Android Menggunakan Pendekatan Inkuiri Untuk Memperkuat Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Calon Guru. *Oxygenius Journal Of Chemistry Education*, 5(1), 46–53.
- Alga, R. K., Hsb, A. A. A., Azhara, S., Hakim, E. H., Afia, N., & Yusnaldi, E. (2024). Pemanfaatan media pembelajaran digital: Meningkatkan minat belajar IPS di sekolah dasar melalui presentasi interaktif dan video animasi. *Continuous Education: Journal of Science and Research*, 5(3), 200-212.
- Ariani, M., Zulhawati, Z., Haryani, H., Zani, B. N., Husnita, L., Firmansyah, M. B., ... & Hamsiah, A. (2023). *Penerapan Media Pembelajaran Era Digital*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Effendy (2016). *Ilmu Kimia Untuk Peserta didik SMA Dan MA*. Malang: Academic Publishing Indonesian.
- Helsy, I., & Andriyani, L. (2017). Pengembangan bahan ajar pada materi kesetimbangan kimia berorientasi multipel representasi kimia. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 2(1), 104-108.
- Hudaya, R., Zakiah, A., & Fahira, N. A. (2024). Tantangan profesional guru di era digital. *Cemara Education and Science*, 2(3).
- Kurniawan et al., 2023. *Teknik Penulisan Karya Ilmiah: Cara Membuat Karya Ilmiah Yang Baik Dan Benar*. Jambi: Sonpedia Publishing Indonesia.
- Nisa, K., Amanda, N., & Pribadi, R. A. (2023). Kolaborasi pendidik dan peserta didik dalam mewujudkan digitalisasi dan penguasaan teknologi pada pembelajaran abad 21. *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1433-1445.
- Nurlaila, N. (2018). Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik dengan Menggunakan Media Animasi dengan Pendekatan Submikroskopik Pada Pembelajaran Ikatan Kimia di Kelas X IPA. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 1(1).
- Nurpratami, H., Farida, I., & Helsy, I. (2015). Pengembangan Bahan Ajar pada Materi Laju Reaksi Berorientasi Multipel Representasi Kimia. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains, 353.
- Pongpalilu et al, (2023). *Perkembangan Peserta Didik: Teori & Konsep Perkembangan Peserta Didik Era Society 5.0*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Ramli, Akhmad, Rahmadani Putri, Eliza Trimadona, Ayuliamita Abadi, Yolla Ramadani, Andi Muh Akbar Saputra, Pebrina Pirmani, Nurhasanah Nurhasanah, Iin Nirwana, and Khotimah Mahmudah. (2023). *Landasan Pendidikan: Teori Dan Konsep Dasar Landasan Pendidikan Era Industri 4.0 Dan Society 5.0 Di Indonesia*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Safitri, N. C., Nursaadah, E., & Wijayanti, I. E. (2019). Analisis multipel representasi kimia siswa pada konsep laju reaksi. *EduChemia: Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 4(1), 1-12.
- Sari, C. W., & Helsy, I. (2018). Analisis kemampuan tiga level representasi siswa pada konsep asam-basa menggunakan kerangka DAC (definition, algorithmic, conceptual). *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 3(2), 158-170.
- 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.
- Widiyowati, I. I. (2014). Hubungan pemahaman konsep struktur atom dan sistem periodik unsur dengan hasil belajar kimia pada pokok bahasan ikatan kimia. *Pancaran pendidikan*, 3(4), 99-116.
- Wijayanti, S., adiawati, N., & Tania, L. (2015). Pengembangan e-book interaktif kesetimbangan kimia berbasis representasi kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 4(2), 138852.
- Wonda, H., Kota, M. K., & Arianti, C. D. (2022). Pengembangan buku digital sebagai media untuk meningkatkan motivasi belajar siswa kelas IV. *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 11(6), 1751-1762.
- Zuhroti, B., Marfu'ah, S., & Ibnu, M. S. (2018). Identifikasi pemahaman konsep tingkat representasi makroskopik, mikroskopik dan simbolik siswa pada materi asam-basa. *Jurnal Pembelajaran Kimia OJS*, 3(2).
- Zulkhairi, Z. (2022). Studi literatur: analisis miskonsepsi siswa pada topik ikatan kimia. *Jurnal Kajian Pendidikan Ipa*, 2(1), 133-140.