



JURNAL RISET PEMBELAJARAN KIMIA

Volume 11 Edisi 2 Bulan Agustus 2026, halaman 76-90

<https://journal.student.uny.ac.id/index.php/jrpk>

PENGEMBANGAN *WEBSITE* KIMIA INTERAKTIF SEBAGAI SUMBER BELAJAR KESETIMBANGAN KIMIA BERBASIS *MULTIPLE REPRESENTATION*

Diah Oktaviyanti*, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Retno Arianingrum, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: diahoktaviyanti.2020@student.uny.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kelayakan *website* kimia interaktif sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia. Model penelitian pengembangan yang digunakan adalah *mixed method* dengan desain penelitian *exploratory sequential design*. Subjek uji coba pada penelitian ini adalah dua orang ahli materi, dua orang ahli media, enam guru kimia SMA/MA, tiga orang calon guru kimia/mahasiswa kimia, dan 30 siswa SMA/MA. Hasil penelitian ini berupa *website* kimia interaktif sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia dengan karakteristik yaitu memuat materi yang memuat 3 tingkatan representasi, terdiri dari 6 menu yaitu *home*, profil, materi, video penunjang, latihan soal dan pembahasan, serta forum diskusi. Ahli materi dan ahli media menyatakan bahwa *website* pembelajaran layak digunakan sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia untuk siswa kelas XI SMA/MA dengan revisi sesuai saran. Hasil uji kelayakgunaan dari *reviewer*, dan uji keterbacaan dari siswa diperoleh persentase keidealan berturut-turut sebesar 85%, 97%, dan 88% dengan kategori Sangat Baik.

Kata kunci: *website* kimia interaktif, sumber belajar, *multiple representation*, kesetimbangan kimia

DEVELOPMENT OF AN INTERACTIVE CHEMISTRY WEBSITE AS CHEMICAL EQUILIBRIUM LEARNING RESOURCE USING MULTIPLE REPRESENTATION

Abstract. This study aims to determine the characteristics and feasibility of interactive chemistry website as a multiple representation-based learning resource on chemical equilibrium material. The development research model used is mixed method with exploratory sequential design. The test subjects in this study were two material experts, two media experts, six SMA/MA chemistry teachers, three prospective teachers/chemistry students, and 30 SMA/MA students. The results of this study are in the form of an interactive chemistry website as a multiple representation-based learning resource on chemical equilibrium material with characteristics, namely containing material that contains 3 levels of representation, consisting of 6 menus, namely home, profile, material, supporting videos, practice questions and discussions, and discussion forums. Material experts and media experts stated that the learning website is feasible to use as a multiple representation-based learning resource on chemical equilibrium material for class XI SMA / MA students with revisions according to suggestions. The results of the usability test from the reviewer, and the readability test from students obtained an ideal percentage of 85%, 97%, and 88% respectively with a very good category.

Keywords: interactive chemistry website, learning resources, multiple representation, chemical equilibrium

PENDAHULUAN

Keberhasilan suatu negara dalam menghadapi era revolusi industri 5.0 bergantung kepada kualitas pendidik, terutama guru yang harus memiliki keahlian dan kemampuan untuk beradaptasi dengan teknologi baru serta tantangan global yang terus berkembang (Hanjowo *et al.*, 2023). Dunia pendidikan mempunyai tantangan yang mampu menjawab tuntutan perkembangan IPTEK di era *society* 5.0 yaitu kesiapan guru dalam memanfaatkan teknologi dan meningkatkan kemampuan serta *skill* yang dimiliki guru dalam menggunakan teknologi, tetapi pada kenyataannya hanya sebagian guru yang dapat mengakses teknologi informasi. Hal ini dikarenakan guru masih belum maksimal menerapkan IPTEK dalam proses pembelajaran (Mutia *et al.*, 2023). Perkembangan teknologi ini menuntut adanya inovasi dalam pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran (Ozdener & Demirei, 2019). Sejalan dengan hal tersebut, guru dituntut untuk dapat memanfaatkan perkembangan IPTEK dalam melaksanakan proses pembelajaran di dalam maupun di luar kelas.

Pelayanan digital dengan memanfaatkan *smartphone* hasil dari inovasi teknologi baru saat ini mengalami kenaikan yang signifikan yaitu sebesar 38% (Surani *et al.*, 2020). Berdasarkan berita yang dimuat oleh Simon pada tahun 2024, pengguna *smartphone* di dunia mencapai 5,65 miliar pada April 2024 atau sebesar 69,7% dari populasi manusia di dunia. Pengguna *smartphone* di Indonesia juga diprediksi akan terus meningkat diproyeksikan mencapai 194,26 juta pengguna pada tahun 2024, bertambah 2,23% atau 4,23 juta dibandingkan dengan tahun 2023 (Muslim, 2024).

Perkembangan teknologi informasi memiliki pengaruh besar pada perubahan di banyak bidang, termasuk bidang pendidikan. Dalam dunia pendidikan, penerapan teknologi dalam proses pembelajaran dapat dilakukan melalui media pembelajaran berbasis teknologi. Media pembelajaran dengan menggunakan teknologi telah terbukti lebih efektif dan efisien untuk proses belajar mengajar (Adnan *et al.*, 2017). Pendayagunaan teknologi untuk kegiatan dalam proses belajar mengajar ini merupakan pergeseran dari cara konvensional menjadi lebih modern (Khusniyah & Hakim, 2019). Diantara berbagai rumpun ilmu, ilmu yang sangat terkait dengan kemajuan teknologi adalah ilmu sains. Dalam pembelajaran sains, penting untuk mengaitkan dan mengaplikasikan konsep sains pada teknologi, sehingga siswa dapat memahami manfaat dari mempelajari sains (Juwairiah, 2013). Dengan cara ini, siswa dapat lebih terhubung dengan materi pembelajaran dan memahami relevansi sains dalam kehidupan sehari-hari.

Ilmu kimia termasuk diantara disiplin ilmu dalam bidang sains yang berfokus pada struktur materi, sifat materi, perubahan materi, teori-teori, dan aturan-aturan yang menggambarkan alih bentuk materi. Selain itu, ilmu kimia juga mencakup teori dan konsep yang berfungsi untuk menguraikan atau menjelaskan fenomena perubahan materi tersebut (Slaubaugh & Parsons, 1972). Ilmu kimia adalah ilmu sains yang menjelaskan tentang karakteristik objek, struktur, komposisi, serta perubahan yang disebabkan oleh interaksi yang disebut reaksi. Konsep kimia sering disajikan sebagai seperangkat simbol, rumus, serta persamaan tentang benda dan fenomena yang tidak terlihat dengan mata secara langsung, sehingga membuat sebagian siswa melihatnya sebagai ilmu yang bersifat abstrak dan materi pelajaran yang sulit dipahami (Taber, 2018). Pemahaman siswa dalam mempelajari konsep kimia perlu dikaitkan dengan melalui tiga tingkatan representasi sehingga pemahaman menjadi lebih bermakna. Tiga tingkatan representasi kimia tersebut yakni representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik (Johnstone, 1991; Johnstone, 2000; Wu *et al.*, 2001).

Menghubungkan ketiga level representasi dalam proses pembelajaran merupakan hal yang penting. Dalam proses pembelajaran kimia, pengintegrasian pemahaman ketiga level ini kepada siswa secara menyeluruh sulit untuk dilaksanakan (Syahri *et al.*, 2017). Sebagian siswa kesulitan untuk memahami level representasi simbolik dan mikroskopik karena kedua representasi ini bersifat abstrak dan tidak bisa dilihat secara langsung (Ranmarain & Joseph,

2012). Hal ini menjadikan siswa kesulitan dalam memvisualisasikan struktur, perilaku, dan proses yang terjadi di tingkat partikulat dan menghubungkan ke tingkat makroskopik (Fratiwi, *et al.*, 2019).

Kemampuan representasi memiliki peran penting dalam mempelajari ilmu kimia. Representasi kimia merupakan sarana siswa dalam menyelesaikan masalah kimia (Madden *et al.*, 2011). Pembelajaran kimia melibatkan pemahaman dan keterkaitan fenomena kimiawi pada tingkat makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Namun pada kenyataannya, siswa masih mengalami kesulitan dalam merepresentasikan materi kimia dan mengaitkan ketiga aspek representasi tersebut terutama representasi mikroskopik (Gkitzia *et al.*, 2020). Pengabaian salah satu representasi kimia dapat mengakibatkan siswa cenderung untuk menghafal materi sehingga menambah kesulitan siswa untuk memahami konsep kimia (Chittleborough & Treagust, 2007). Oleh karena itu, dalam mempelajari kimia diperlukan pemahaman hubungan antar konsep yang benar (Zidny & Eilks, 2020). Pemahaman siswa diawali dari memahami konsep yang sederhana lalu konsep yang lebih kompleks.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sari (2023) menjelaskan bahwa sumber belajar yang sering digunakan untuk menunjang proses pembelajaran adalah buku paket dan modul. Berdasarkan hal tersebut, sumber belajar yang digunakan masih tergolong sederhana dan bersifat konvensional karena buku paket belum mampu menyampaikan materi kimia secara nyata. Buku dinilai kurang interaktif karena tidak dapat menampilkan gambar bergerak, suara, dan animasi (Yulianto *et al.*, 2013). Buku memiliki keterbatasan dari segi penyajian materi yang mengakibatkan siswa mengalami kejenuhan dalam mengikuti pembelajaran (Puspitasari, 2019). Sebagian besar siswa hanya mengandalkan sumber belajar yang diberikan oleh pendidik saja. Hal ini menyebabkan pemahaman siswa kurang maksimal, minat belajar rendah, dan media tersebut kurang interaktif (Syafwan *et al.*, 2019). Oleh karena itu, diperlukan sumber belajar yang menarik untuk meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar kimia siswa. Sumber belajar berbantuan teknologi dan jaringan internet memiliki keunggulan dari segi sistem penyajian yang dapat divariasikan menyesuaikan kebutuhan siswa dan karakteristik materi pembelajaran (Putra *et al.*, 2020).

Association for Educational Communications and Technology mendefinisikan sumber belajar sebagai segala sesuatu yang digunakan pelajar, mahasiswa, bahkan pendidik sebagai acuan serta rujukan untuk tujuan meningkatkan efisiensi pembelajaran. Sumber belajar diciptakan lebih efisien agar terkesan menarik dan tidak bosan (Afifa *et al.*, 2021). Sumber belajar memiliki lima kriteria yakni ekonomis, praktis, mudah tersedia di sekitar kita, fleksibel dan bermakna (Muhammad, 2018). Sumber belajar yang menarik dan mudah diakses menjadi hal yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pembelajaran (Ruth & Oishi, 2020). Salah satu media belajar yang dimanfaatkan saat ini adalah *website* (Setiyani, 2020).

Website menjadi media alternatif yang digunakan untuk pembelajaran dengan mengakses melalui internet (Ayu *et al.*, 2021). *Website* dapat digunakan sebagai bahan edukasi yang tidak terikat tempat dan waktu (Oktaviani & Ayu, 2021). Adapun keunggulan dari pembelajaran berbasis *website* antara lain: (1) informasi didapat dengan cepat dan tidak terbatas ruang waktu; (2) memberikan pengalaman pembelajaran yang bermakna; (3) memberikan informasi yang *up to date* (terbarukan); dan (4) mudah diaplikasikan dalam berbagai macam perangkat (*smartphone* maupun komputer) (Peprizal & Syah, 2020). Dengan begitu, *website* mendukung siswa dalam belajar di dalam maupun di luar kelas. *Website* yang baik adalah yang dapat memanfaatkan perkembangan teknologi seperti multimedia, video hingga animasi *online* (Assidiqi & Sumarni, 2020).

Meskipun sudah banyak tersedia situs *web* tentang materi kesetimbangan kimia, tetapi pembuatan situs *web* masih relevan dan bermanfaat saat ini. Alasan penulis mengembangkan *website* yaitu dari *website* yang tersedia masih memiliki kekurangan konten khusus tentang kesetimbangan kimia berdasarkan aspek representasi kimianya. Selain itu, *web* yang sudah ada

masih kekurangan interaktivitas karena informasi statis hanya bentuk teks atau gambar, tanpa menyediakan fitur interaktif dalam bentuk forum diskusi yang dapat membantu pemahaman konsep kimia yang lebih mendalam. Pengembangan *website* interaktif berbasis *multiple representation* dalam menunjang pembelajaran dapat dilakukan sesuai pemenuhan kriteria kelengkapan yang diperlukan berdasarkan materi yang akan diajarkan. Salah satu konsep materi dalam pembelajaran kimia adalah materi kesetimbangan kimia.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 033/H/KR/2022 materi kesetimbangan kimia merupakan salah satu materi yang terdapat pada Fase F siswa kelas XI. Materi kesetimbangan kimia membahas mengenai kesetimbangan kimia berdasarkan sifat berlangsungnya reaksi, ciri-ciri reaksi kesetimbangan kimia, dan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan yaitu pengaruh konsentrasi, tekanan dan volume, serta suhu. Materi ini merupakan salah satu materi yang cukup membuat siswa merasa kesulitan. Karakteristik konsep yang kompleks dan abstrak menjadikan siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan penerapannya. Materi kesetimbangan kimia menuntut siswa untuk memiliki kemampuan konseptual, sistematis, dan pemahaman istilah kimia yang cukup (Basyiroh *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian Basyiroh *et al.* (2022), Dewi *et al.* (2023), dan Seliwati *et al.* (2020) bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan pemahaman konsep materi kesetimbangan kimia. Kesulitan tersebut dapat menyebabkan pemahaman konsep yang kurang baik.

Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan media sumber belajar yang dapat merepresentasikan materi dalam tiga level representasi yang dapat digunakan sebagai penunjang sumber belajar siswa, dan terdapat fitur interaktif dalam bentuk forum diskusi. Salah satunya adalah sumber belajar berbasis *multiple representation* dalam bentuk *website* kimia interaktif. Keefektifan pengembangan media pembelajaran berbasis *website* telah dibuktikan oleh beberapa penelitian terdahulu, yakni: Fatah *et al.*, (2021) mengemukakan bahwa media pembelajaran berbasis *website* layak digunakan sebagai alternatif pembelajaran yang efektif bagi siswa. A'yun & Satriyani, (2021) menjelaskan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis *website* terbukti layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran, serta berhasil meningkatkan hasil belajar siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *website* kimia interaktif sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia untuk siswa kelas XI SMA/MA dan untuk mengetahui kelayakan atau kualitas dari media yang dikembangkan. Penelitian pengembangan ini diharapkan dapat membantu guru dalam menyampaikan representasi materi kimia dan dapat membantu siswa dalam memahami materi kesetimbangan kimia.

METODE

Penelitian yang dilakukan termasuk ke dalam penelitian pengembangan. Penelitian ini menggunakan paradigma penelitian *mixed methods* yang menggabungkan antara penelitian kualitatif dan kuantitatif. Desain penelitian yang digunakan adalah *exploratory sequential design*. Pada penelitian pengembangan ini akan dihasilkan suatu produk sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia yang disajikan dalam bentuk *website* kimia interaktif. Tahapan pada penelitian ini terdiri dari tahap pengumpulan dan analisis data kualitatif, tahap pengembangan produk, tahap pengumpulan dan analisis data kuantitatif dengan mengujicobakan produk, serta interpretasi produk (Creswell & Clark, 2007). Pada tahap pengumpulan dan analisis data kualitatif dilakukan analisis kebutuhan guru dan siswa yang digunakan sebagai dasar pengembangan produk. Kemudian pada tahap pengembangan produk dilakukan perancangan *website* kimia interaktif pada materi kesetimbangan kimia yang ditinjau oleh dosen pembimbing, kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Validasi bertujuan untuk mengetahui kelayakan *website* kimia interaktif

yang dikembangkan berdasarkan pendapat ahli. Hasil revisi pada tahap ini yang akan diujicobakan kepada guru dan siswa.

Selanjutnya, produk diujicobakan kepada guru dan siswa. Bentuk penilaian yang digunakan berupa angket kedisiplinan untuk guru dan angket keterbacaan untuk siswa. Pada tahap ini diperoleh produk akhir sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia yang disajikan dalam bentuk *website* kimia interaktif. Subjek uji coba pada penelitian ini adalah dua ahli materi, dua ahli media, enam guru kimia SMA/MA (SMAN 2 Yogyakarta, SMAN 4 Yogyakarta, SMAN 1 Bantul, SMAN 2 Bantul, MAN 2 Yogyakarta, dan MAN 3 Sleman), serta 30 siswa SMA/MA (15 siswa SMA dan 15 siswa MA).

Penelitian ini menggunakan teknik analisis data secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Teknik analisis deskriptif kualitatif dilakukan dengan cara mengolah dan memetakan informasi dari data kualitatif yang berupa saran, komentar, dan masukan digunakan sebagai bahan pertimbangan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk yang dikembangkan. Teknik analisis deskriptif kuantitatif adalah suatu cara pengolahan data yang dilakukan dengan mengelompokkan secara sistematis dalam bentuk angka-angka atau persentase mengenai suatu objek yang diteliti sehingga diperoleh kesimpulan umum (Sugiyono, 2019). Analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- a. Mengubah nilai dari penilaian kedisiplinan guru dan keterbacaan siswa yang berupa data kualitatif dari penilaian menjadi data kuantitatif dengan skala Likert dengan kategori seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori penilaian skala Likert

Kategori	Skor
Sangat setuju	5
Setuju	4
Kurang setuju	3
Tidak setuju	2
Sangat tidak setuju	1

- b. Menghitung skor rata-rata dari seluruh aspek penilaian dan setiap aspek penilaian menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

$\bar{X}$ = Skor rata-rata seluruh aspek atau setiap aspek

$\sum x$ = Jumlah skor seluruh aspek atau setiap aspek

n = Jumlah *reviewer* atau siswa

- c. Konversi menjadi data kuantitatif

Data perhitungan skor rata-rata seluruh aspek dan setiap aspek dikonversi menjadi data kualitatif untuk mengetahui kualitas dari produk berdasarkan kriteria penilaian pada Tabel 2.

Tabel 2. Pedoman Konversi Ideal (Widoyoko, 2020)

No.	Rentang Skor	Kategori
1.	$\text{Skor} > M_i + 1,8 \times SD_i$	Sangat Baik (SB)
2.	$M_i + 0,6 \times SD_i < \text{Skor} \leq M_i + 1,8 \times SD_i$	Baik (B)
3.	$M_i - 0,6 \times SD_i < \text{Skor} \leq M_i + 0,6 \times SD_i$	Cukup (C)
4.	$M_i - 1,8 \times SD_i < \text{Skor} \leq M_i - 0,6 \times SD_i$	Kurang (K)
5.	$\text{Skor} \leq M_i - 1,8 \times SD_i$	Sangat Kurang (SK)

Keterangan:

$$M_i = \text{Rerata ideal} = \frac{1}{2} (\text{skor maksimal ideal} + \text{skor minimum ideal})$$

SB_i = Simpangan baku ideal

$$= \left(\frac{1}{2}\right) \left(\frac{1}{3}\right) (\text{skor maksimal ideal} - \text{skor minimum ideal})$$

Skor maksimal ideal = Σ item $\times$ skor tertinggi

Skor minimum ideal = Σ item $\times$ skor terendah

d. Menentukan kelayakan produk

Menentukan kelayakan produk sumber belajar dengan membandingkan skor rata-rata yang diperoleh dengan kriteria penilaian ideal. Produk sumber belajar dikatakan layak apabila skor rata-rata yang diperoleh yaitu minimal Baik.

e. Menghitung persentase kelayakan produk

Persentase kelayakan produk dari nilai keidealan produk sumber belajar dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ Kelayakan} = \frac{\Sigma \text{ skor rata-rata}}{\Sigma \text{ skor maksimal ideal}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Tahap pengumpulan data kualitatif

Pengumpulan data kualitatif digunakan untuk memperoleh informasi tentang permasalahan dalam proses pembelajaran kimia di sekolah yang dihadapi oleh guru dan siswa. Pengumpulan data ini dilakukan dengan penyebaran angket analisis kebutuhan (*need assessment*) dan studi literatur.

2. Tahap analisis data kualitatif

Analisis data kualitatif dilakukan untuk mengidentifikasi kendala yang dialami oleh guru kimia dan siswa. Data kualitatif yang diperoleh dari hasil jawaban angket kebutuhan guru kimia dan siswa yang selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan kurikulum, analisis kebutuhan materi, analisis kebutuhan desain *website* sebagai berikut.

a. Analisis Kebutuhan Kurikulum

Analisis kebutuhan kurikulum dilakukan untuk mengetahui kurikulum yang diterapkan di sekolah khususnya pada mata pelajaran kimia. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru kimia didapatkan hasil bahwa kurikulum yang diterapkan yaitu kurikulum merdeka untuk kelas XI. Selanjutnya dilakukan analisis capaian pembelajaran mata pelajaran kimia kelas XI yaitu pada Fase F kurikulum merdeka sesuai dengan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022. Materi yang diidentifikasi yaitu materi kesetimbangan kimia.

b. Analisis Kebutuhan Materi

Pada tahap ini, peneliti menganalisis salah satu materi utama yang perlu dipelajari siswa pada Fase F yaitu materi kesetimbangan kimia. Pemilihan materi ini didukung berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru dan siswa mengenai tingkat kesulitan dan keabstrakan materi kesetimbangan kimia sebanyak 66,7% guru dan 93,3% menyatakan bahwa siswa materi kesetimbangan kimia merupakan materi yang sulit dan abstrak. Pokok bahasan materi kesetimbangan berdasarkan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 033/H/KR/2022 terdapat pada Fase F siswa kelas XI. Materi kesetimbangan mempelajari tentang konsep kesetimbangan kimia, kesetimbangan dinamis, pengaruh pergeseran kesetimbangan, tetapan kesetimbangan, dan kesetimbangan kimia dalam industri.

c. Analisis Proses Pembelajaran

Pada tahap ini peneliti menganalisis pengalaman proses pembelajaran guru dan siswa. Data yang diperoleh ini dari hasil jawaban angket analisis kebutuhan guru dan siswa. Poin pertanyaan angket analisis kebutuhan guru dan siswa tentang pengalaman penggunaan sumber belajar. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa mayoritas jenis sumber belajar yang digunakan oleh guru dan siswa adalah buku paket. Hal ini dikarenakan buku paket merupakan sumber belajar yang disediakan oleh sekolah dan guru belum banyak yang menemukan sumber belajar lainnya. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan sumber belajar berbasis teknologi yang praktis dan mudah digunakan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Astuti dan Mulyatun (2019) bahwa pembelajaran kimia menggunakan penerapan multimedia berbasis *multiple representation* efektif diterapkan pada pembelajaran kimia. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sumber belajar dalam bentuk *website* pembelajaran.

d. Analisis Kebutuhan Desain Media

Pada tahap ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan desain media yang akan dikembangkan yaitu sumber belajar berbasis *multiple representation* dalam bentuk *website* kimia interaktif. *Website* dibuat bersifat interaktif dan dikemas menarik dalam tampilan desain *website responsive*. Desain *website responsive* memiliki keunggulan dalam segi tampilan konten dengan kemampuan secara otomatis dapat beradaptasi dalam berbagai resolusi perangkat sehingga memudahkan untuk diakses menggunakan *smartphone* maupun komputer (Siregar *et al.*, 2020). Pengembangan *website* pembelajaran memerlukan *software* program *Hyper Text Markup Language* (HTML) 5 yang dipergunakan untuk menyusun dan membentuk dokumen agar dapat ditampilkan pada program *browser*. Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan *Cascading Style Sheet* (CSS) untuk mengolah format atau *layout* halaman *website* agar tampilan halaman lebih menarik dan mudah dikelola.

Pertanyaan yang diajukan kepada guru kimia dan siswa melalui angket analisis kebutuhan mengenai harapan *website* yang akan dikembangkan. Terdapat gambar ilustrasi struktur dan pergerakan partikel materi serta terdapat video percobaan/penunjang sangat diharapkan oleh siswa dengan frekuensi tertinggi. Hal ini dikarenakan dengan adanya sumber belajar yang menyertakan gambar ilustrasi dan video penunjang dapat membuat proses pembelajaran akan lebih menarik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Adiati *et al.*, (2023) bahwa penggunaan video penunjang dapat memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Selain itu, harapan guru dan siswa yaitu media pembelajaran yang interaktif, menarik dan mudah dalam pengoperasian media, karena salah satu kriteria pemilihan media yakni kemudahan akses di mana media harus merupakan bagian dalam interaksi dan aktivitas siswa (Susilana & Riana., 2009).

3. Tahap Pengembangan

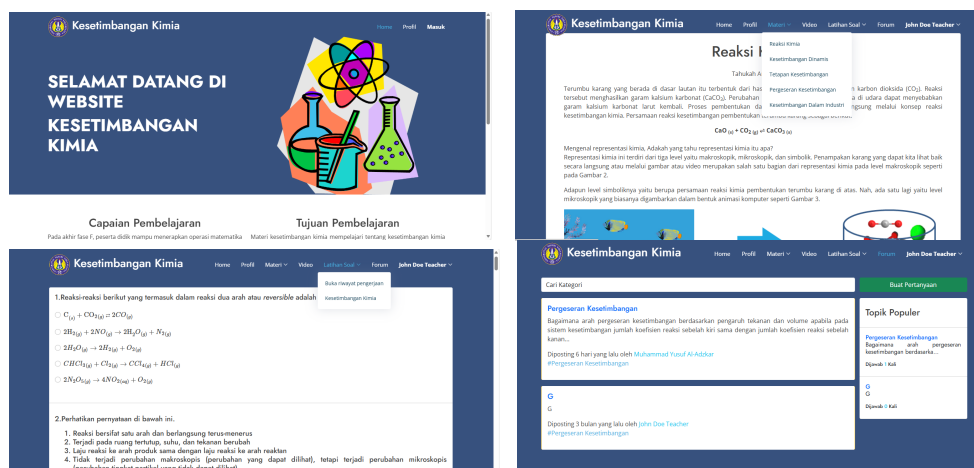
Pada tahap pengembangan ini meliputi penyusunan instrumen penelitian, pembuatan rancangan desain produk, dan hasil rancangan produk. Produk yang dikembangkan sesuai dengan hasil analisis kebutuhan guru dan siswa. Setelah itu, peneliti dan dosen pembimbing berdiskusi untuk mengevaluasi hasil rancangan produk.

a. Pembuatan Rancangan Desain Website

Pembuatan rancangan desain *website* ini digambarkan melalui *storyboard* yang berisi materi, halaman menu, tampilan tata letak, dan penjelasan lainnya. Penggambaran *storyboard* bertujuan untuk memudahkan gambaran dalam mengembangkan produk. Rancangan desain *website* kimia interaktif sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* ini terdiri dari fitur *home* yang berisi capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran, profil pengembang, materi, video penunjang pembelajaran, latihan soal dan pembahasan, serta forum diskusi.

b. Hasil Desain Website

Website yang dikembangkan menggunakan bantuan aplikasi *Framework Laravel* dengan format HTML5 dan CSS. Website dapat diakses melalui web browser pada *smartphone* maupun laptop dengan link <https://kesetimbangankimia.site/>. Website yang dikembangkan terdiri dari 6 menu yaitu menu *home*, profil, materi, video penunjang, latihan soal, dan forum diskusi terdiri dari 6 menu yaitu menu *home*, profil, materi, video penunjang, latihan soal dan pembahasan, serta forum diskusi. Hasil desain website kimia interaktif dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Desain Website

Website kesetimbangan kimia tersebut dirancang sedemikian rupa untuk mampu merepresentasikan setiap level baik makroskopik, submikroskopik, dan simbolik agar memudahkan siswa dalam memahami dan memvisualisasikan materi kesetimbangan kimia.

Pembahasan

Setelah produk dikembangkan, terbentuk produk akhir berupa website kimia interaktif yang kemudian dilakukan uji coba produk. Hasil uji coba produk terdiri dari hasil uji validasi produk dan hasil uji coba terbatas yaitu uji kelayakgunaan dari *reviewer* dan *peer reviewer*, serta hasil uji keterbacaan dari siswa. Hasil uji tersebut dijabarkan sebagai berikut.

1. Hasil Uji Validasi Produk

Setelah pengembangan produk, peneliti berkonsultasi dengan dosen pembimbing mengenai produk yang telah dikembangkan. Tahap validasi produk bertujuan untuk mengetahui kevalidan dan kelayakan suatu instrumen dan produk yang telah dikembangkan. Validasi produk dilakukan oleh dua ahli materi dan dua ahli media. Data yang diperoleh dari validasi produk yaitu data kualitatif berupa saran, komentar, dan masukan dari ahli. Pada bagian akhir, dosen ahli menentukan kesimpulan umum pada lembar validasi mengenai kelayakan produk yang dikembangkan. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media menyatakan bahwa website kimia interaktif yang dikembangkan layak digunakan sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia dengan revisi sesuai saran.

2. Hasil Uji Coba Terbatas

Tujuan dari uji coba terbatas ini yaitu untuk menguji kualitas dan kelayakgunaan produk yang dikembangkan. Responden pada uji coba terbatas ini terdiri dari enam guru kimia SMA/MA, tiga calon guru /mahasiswa kimia, dan 30 siswa. Data yang diperoleh pada uji coba terbatas ini berupa data kualitatif dan kuantitatif. Rincian tahapan uji coba terbatas sebagai berikut.

a. Uji Kedapatgunaan dari Reviewer

Pada tahap uji kedapatgunaan dari *reviewer* ini bertujuan untuk mengetahui kualitas dan kedapatgunaan produk sebagai sumber belajar. Uji kedapatgunaan oleh *reviewer* yaitu guru kimia sebanyak enam guru dari MAN 2 Yogyakarta, MAN 3 Sleman, SMAN 2 Yogyakarta, SMAN 4 Yogyakarta, SMAN 1 Bantul, dan SMAN 2 Bantul. Uji kedapatgunaan oleh *reviewer* mencakup aspek konteks pembelajaran, aspek materi, aspek bahasa, aspek penyajian, dan aspek *multiple representation*. Skala penilaian yang digunakan berupa skor 5-1 dengan kategori berturut-turut yaitu Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK). Selanjutnya data dianalisis dengan menentukan total skor keseluruhan dan skor rata-rata setiap aspek. Skor rata-rata digunakan untuk menentukan persentase keidealan dan kategori kualitas produk yang dikembangkan. Rangkuman hasil penilaian keseluruhan oleh *reviewer* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rangkuman Hasil Penilaian Uji kedapatgunaan dari *Reviewer*

No	Aspek	Jumlah Item	Skor Rerata	Kategori	Persentase Keidealan (%)
1	Konteks Pembelajaran	4	17,7	Sangat Baik	88
2	Materi	8	33,5	Baik	84
3	Bahasa	3	12,7	Sangat Baik	84
4	Penyajian	4	17	Sangat Baik	85
5	<i>Multiple Representation</i>	3	12,7	Sangat Baik	84
Keseluruhan		22	93,5	Sangat Baik	85

Tabel 4. Kriteria Penilaian pada Keseluruhan Aspek Uji Kedapatgunaan dari *Reviewer*

No	Rentang Skor	Kategori
1	$\bar{x} > 92,4$	Sangat Baik (SB)
2	$74,8 < \bar{x} \leq 92,4$	Baik (B)
3	$57,2 < \bar{x} \leq 74,8$	Cukup (C)
4	$39,6 < \bar{x} \leq 57,2$	Kurang (K)
5	$\bar{x} \leq 39,6$	Sangat Kurang (SK)

Berdasarkan hasil uji kedapatgunaan oleh *reviewer*, didapatkan skor rata-rata pada keseluruhan aspek sebesar 93,5. Berdasarkan Tabel 4, skor tersebut berada pada rentang $\bar{x} > 92,4$. Oleh karena itu, produk yang dikembangkan pada aspek penyajian memperoleh kategori Sangat Baik dengan persentase keidealan 85%. Berdasarkan hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan layak digunakan sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia menurut *reviewer*.

b. Uji Kedapatgunaan dari Peer Reviewer

Uji kedapatgunaan oleh *peer reviewer* dilakukan untuk mengetahui kualitas dan kedapatgunaan produk. Uji kedapatgunaan ini dilakukan oleh *peer reviewer* yaitu calon guru kimia atau dalam hal ini adalah mahasiswa pendidikan kimia yang berjumlah tiga orang. Uji kedapatgunaan oleh *peer reviewer* mencakup aspek konteks pembelajaran, aspek kegrafikan, dan aspek *multiple representation*. Skala penilaian yang digunakan berupa skor 5-1 dengan kategori berturut-turut yaitu Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK). Selanjutnya data dianalisis dengan menentukan total skor keseluruhan dan skor rata-rata setiap aspek. Skor rata-rata digunakan untuk menentukan persentase keidealan dan

kategori kualitas produk yang dikembangkan. Rangkuman hasil penilaian keseluruhan oleh *peer reviewer* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rangkuman Hasil Penilaian Uji Kedapatgunaan dari *Peer Reviewer*

No	Aspek	Jumlah Item	Skor Rerata	Kategori	Persentase Keidealan (%)
1	Konteks Pembelajaran	4	18,7	Sangat Baik	93
2	Kegrafikan	6	29	Sangat Baik	97
3	<i>Multiple Representation</i>	3	14,7	Sangat Baik	98
Keseluruhan		13	62,3	Sangat Baik	96

Tabel 6. Kriteria Penilaian pada Keseluruhan Aspek Uji Kedapatgunaan dari *Peer Reviewer*

No	Rentang Skor	Kategori
1	$\bar{x} > 54,6$	Sangat Baik (SB)
2	$44,2 < \bar{x} \leq 54,6$	Baik (B)
3	$33,8 < \bar{x} \leq 44,2$	Cukup (C)
4	$23,4 < \bar{x} \leq 33,8$	Kurang (K)
5	$\bar{x} \leq 23,4$	Sangat Kurang (SK)

Berdasarkan hasil uji kedapatgunaan oleh *peer reviewer*, didapatkan skor rata-rata pada keseluruhan aspek sebesar 62,3. Berdasarkan Tabel 6, skor tersebut berada pada rentang $\bar{x} > 54,6$. Oleh karena itu, produk yang dikembangkan pada aspek penyajian memperoleh kategori Sangat Baik dengan persentase keidealan 96%. Berdasarkan hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan layak digunakan sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia menurut *peer reviewer*.

c. Uji Keterbacaan dari Siswa

Uji keterbacaan oleh siswa bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap produk yang dikembangkan. Uji keterbacaan ini dilakukan oleh siswa SMA/MA sebanyak 30 siswa yang telah mempelajari materi kesetimbangan kimia. Uji keterbacaan oleh siswa mencakup aspek konteks pembelajaran dan materi, aspek bahasa, aspek kegrafikan, dan aspek *multiple representation*. Skala penilaian yang digunakan berupa skor 5-1 dengan kategori berturut-turut yaitu Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK). Selanjutnya data dianalisis dengan menentukan total skor keseluruhan dan skor rata-rata setiap aspek. Skor rata-rata digunakan untuk menentukan persentase keidealan dan kategori kualitas produk yang dikembangkan. Rangkuman hasil penilaian uji keterbacaan oleh siswa keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rangkuman Hasil Penilaian Uji Keterbacaan dari Siswa

No	Aspek	Jumlah Item	Skor Rerata	Kategori	Persentase Keidealan (%)
1	Konteks Pembelajaran dan materi	5	22	Sangat Baik	88
2	Bahasa	3	13,7	Sangat Baik	91
3	Kegrafikan	6	26,1	Sangat Baik	87
4	<i>Multiple Representation</i>	3	13,4	Sangat Baik	90
Keseluruhan		17	75,2	Sangat Baik	88

Tabel 8. Kriteria Penilaian pada Keseluruhan Aspek Uji Keterbacaan dari Siswa

No	Rentang Skor	Kategori
1	$\bar{x} > 71,4$	Sangat Baik (SB)
2	$57,8 < \bar{x} \leq 71,4$	Baik (B)
3	$44,2 < \bar{x} \leq 57,8$	Cukup (C)
4	$30,6 < \bar{x} \leq 44,2$	Kurang (K)
5	$\bar{x} \leq 30,6$	Sangat Kurang (SK)

Berdasarkan hasil uji keterbacaan dari siswa, didapatkan skor rata-rata pada keseluruhan aspek sebesar 75,2. Berdasarkan Tabel 8, skor tersebut berada pada rentang $\bar{x} > 71,4$. Oleh karena itu, produk yang dikembangkan berdasarkan uji keterbacaan oleh siswa memperoleh kategori Sangat Baik dengan persentase keidealan 88%. Aspek yang memperoleh persentase keidealan dari tertinggi ke terendah yaitu aspek Bahasa, aspek *multiple representation*, aspek konteks pembelajaran dan materi, serta aspek kegrafikan. Berdasarkan hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa aspek bahasa merupakan aspek dengan persentase keidealan tertinggi yaitu 91%. Hal ini membuktikan bahwa aspek bahasa yang digunakan pada *website* kesetimbangan kimia runtut, terpadu, sederhana dan mudah dipahami. Oleh karena itu, bahasa yang digunakan ini mendukung kemudahan siswa dalam memahami materi yang disajikan.

Selanjutnya disusul dengan aspek *multiple representation* dengan persentase keidealan yang diperoleh 90%. Pada aspek *multiple representation* membuktikan bahwa *website* kesetimbangan kimia memuat tiga aspek representasi yaitu makroskopik, mikroskopik, dan simbolik yang disajikan dengan tepat dan akurat.

Pada aspek konteks pembelajaran dan materi diperoleh persentase keidealan 88%. Hal ini menyatakan bahwa materi disajikan runtut dan sistematis. Latihan soal yang diberikan dapat melatih kemampuan memahami dan menerapkan konsep yang berkaitan dengan materi yang disampaikan. Selain itu, menu forum diskusi dapat menjalin hubungan antar siswa dan guru serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif bertanya. *Website* kesetimbangan kimia sebagai sumber belajar interaktif dapat digunakan berulang-ulang dan terdapat contoh ilustrasi materi yang disajikan mendukung pemahaman konsep materi siswa.

Berdasarkan hasil uji coba terbatas diperoleh persentase keidealan dari hasil uji kelayakan dari *reviewer*, *peer reviewer*, dan uji keterbacaan dari siswa secara berturut-turut sebesar 85%, 96%, dan 88%. Oleh karena itu, *website* kesetimbangan kimia dapat diterima dengan baik oleh guru kimia, calon guru kimia/mahasiswa, dan siswa sebagai calon pengguna. Produk akhir yang dikembangkan pada penelitian ini adalah sumber belajar berbasis *multiple representation* yang disajikan dalam bentuk *website* kimia interaktif pada materi kesetimbangan kimia. *Website* dapat diakses melalui link <https://kesetimbangankimia.site/>. Produk ini telah direvisi sebanyak tiga kali.

Berdasarkan hasil validasi ahli materi, validasi ahli media, dan uji coba terbatas yang telah dilakukan, maka dapat dinyatakan bahwa *website* kimia interaktif layak digunakan sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia. Berikut rincian keunggulan dari *website* kesetimbangan kimia:

- 1) Materi kesetimbangan kimia disajikan disertai dengan tingkatan representasi yaitu makroskopik, mikroskopik, dan simbolik sehingga dapat merepresentasikan konsep materi yang bersifat abstrak.
- 2) *Website* dilengkapi dengan latihan soal dan pembahasannya dilengkapi dengan skor pada bagian akhir beserta keterangan kesalahan siswa dalam menjawab soal.

- 3) *Website* dilengkapi dengan forum diskusi sebagai ruang komunikasi secara *online* yang dapat digunakan oleh guru dan siswa sebagai tempat diskusi untuk mengemukakan pendapat atau pertanyaan terkait materi yang dikaji.
- 4) *Website* dapat digunakan secara fleksibel dan efisien.

SIMPULAN

Website kimia interaktif sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia telah berhasil dikembangkan dengan karakteristik yaitu a) memuat materi kesetimbangan kimia dengan tiga tingkatan representasi (makroskopik, mikroskopik, dan simbolik); b) terdiri dari 6 menu yaitu menu *home*, profil, materi, video penunjang, latihan soal dan pembahasan, serta forum diskusi; c) bersifat praktis dan fleksibel yang dapat digunakan berulang-ulang. Hasil validasi ahli materi dan ahli media menyatakan bahwa *website* kimia interaktif layak digunakan sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia untuk siswa kelas XI SMA/MA dengan revisi sesuai saran. Hasil uji kelayakan *website* yang telah dikembangkan memperoleh persentase keidealan 85% oleh *reviewer* dan 96% oleh *peer reviewer* yang termasuk dalam kategori Sangat Baik sehingga *website* kimia interaktif layak digunakan sebagai sumber belajar berbasis *multiple representation* pada materi kesetimbangan kimia untuk siswa kelas XI SMA/MA. Hasil uji keterbacaan siswa memperoleh persentase keidealan 88% dengan kategori Sangat Baik sehingga *website* kimia interaktif dinyatakan layak digunakan sebagai sumber belajar siswa dan memperoleh respon positif dari siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada orang tua, keluarga, dosen pembimbing, dosen ahli materi dan ahli media, teman-teman Pendidikan Kimia UNY Angkatan 2020, guru kimia SMAN 2 Yogyakarta, SMAN 4 Yogyakarta, SMAN 1 Bantul, SMAN 2 Bantul, MAN 2 Yogyakarta, dan MAN 3 Sleman, serta siswa SMAN 2 Yogyakarta dan MAN 3 Sleman yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian ini, sehingga penelitian ini berjalan seperti yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, F., Prasetyo, B., & Nuriman. N. (2017). Usability Testing Analysis on The Bana Game as Education Game Design References on Junior High School. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 88-94. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9597>.
- Afifa, A. N., Ula, S., & Azizah, S. A. (2021). Pengaruh Penggunaan Teknologi di Masa Pandemi Covid-19 Terhadap Hasil Belajar pada Mata Pelajaran Biologi di MAN 2 Jember. *ALVEOLI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(1). <https://doi.org/10.35719/alveoli.v2i1.35>.
- Assidiqi, M. H., & Sumarni, W. (2020). Pemanfaatan Platform Digital di Masa Pandemi Covid-19. Seminar Nasional Pascasarjana 2020. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)*, 3(1), 298-303.
- Ayu, M., Sari, F. M., & Muhaqiqin. (2021). Pelatihan Guru dalam Menggunakan Website Grammar sebagai Media Pembelajaran Selama Pandemi. *Al-Mu'awanah: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 2(1), 49-55. <http://dx.doi.org/10.24042/almuawanah.v2i1.8904>.
- A'yun, S. N. Q., & Satryani, F. Y. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Website Matematika di Kelas 5 SDN Cikoko 01 Pagi Jakarta. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.24036/jippsd.v5i2.114495>.

- Basyiroh, U., Mulyani, B., & Ariani, S.R.D. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Pada Materi Kesetimbangan Kimia dengan Tes Diagnostik Three-Tier Multiple Choice pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Surakarta Tahun Pelajaran 2020/2021. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11(1), 51-59. <https://doi.org/10.20961/jpkim.v11i1.49899>.
- Chittleborough, G. D. & Treagust, D. F. (2007). The Modelling Ability of Non-Major Chemistry Students and Their Understanding of the Sub-Microscopic Level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-292. <http://doi.org/10.1039/B6RP90035F>.
- Dewi, R.A., Haryati, S., & Aldresti, F. (2023). Analisis Kesulitan Pemahaman Konsep Peserta Didik Pada Pokok Bahasan Kesetimbangan Kimia Menggunakan Instrumen Tes Diagnostik Four-Tier Multiple Choice. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 8(1), 43-49. <http://dx.doi.org/10.33578/jpk-unri.v8i1.7836>.
- Fatah, A. H., Asi, N. B., Anggraeni, M. E., Wulandari, A., & Latif, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Dasar Berbasis Web Pada Pokok Bahasan Termokimia. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 12(1), 56-64. <https://doi.org/10.37304/jikt.v12i1.122>.
- Fratiwi, N. J., Utari, S., & Samsudin, A. (2019). Study of Concept Mastery of Binocular K-11 Students Through the Implementation of a Multi-Representative Approach. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(8), 1637-1642.
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2020). Students' Competence in Translating Between Different Types of Chemical Representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 307-330. <http://doi.org/10.1039/C8RP00301G>.
- Hanjowo, M. D. F. F., Athahirah, N., Saputra, R. F., Al-Farisi, S., & Rozaq, R. W. A. (2023). Peran Pendidikan Indonesia di Era Society 5.0. *Jurnal Ekonomi-Teknik*, 2(5), 423-428. <http://doi.org/10.54543/etnik.v2i5.190>.
- Johnstone A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7 (2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230x>.
- Johnstone, A.H. (2000). Teaching of Chemistry Logical or Psychological. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>.
- Juwairiah, J. (2013). Alat Peraga dan media pembelajaran kimia. *Visipena Journal*, 4(1), 1-13. <http://doi.org/10.46244/visipena.v4i1.85>.
- Khusniyah, N. L., & Hakim, L. (2019). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Daring: Sebuah Bukti pada Pembelajaran Bahasa Inggris. *Jurnal Tatqif*, 17(1), 19-33. <http://doi.org/10.20414/jtq.v17i1.667>.
- Madden, S. P., Jones, L. L., & Rahm, J. (2011). The Role of Multiple Representations in the Understanding of Ideal Gas Problem. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(3), 283-293. <https://doi.org/10.1039/C1RP90035H>.
- Mendikbudristek. (2020). *Keputusan Kepala BSKAP Nomor 033 Tahun 2022 tentang Perubahan atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka*. Jakarta.
- Muhammad. (2018). *Sumber Belajar*. Malang: Sanabil.
- Muslim, A. (2024). Pengguna *Smartphone* RI Diprediksi 194 Juta. Diakses pada 20 Agustus 2024 dari <https://investor.id/business/353856/pengguna-smartphone-ri-diprediksi-194-juta>.

- Mutia, I. K., Wosal, Y. N., & Monigir, N. N. (2023). Kesiapan Guru dalam Menghadapi Tantangan Pendidikan di Bidang IPTEK. *Jurnal Basicedu*, 7(6), 3571-3579. <https://doi.org/10.31004.basicedu.v&i6.6387>.
- Oktaviani, L., & Ayu, M. (2021). Pengembangan Sistem Informasi Sekolah Berbasis Web Dua Bahasa SMA Muhammadiyah Gading Rejo. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(2), 437-444. <https://doi.org/10.30653/002.202162.731>.
- Ozdener, N. & Demirci, F. (2019). Determining students' views about an educational game-based mobile application supported with sensors. *Knowledge and Learning*, 24, 143-159. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9368-x>.
- Peprizal, P., & Syah, N. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3), Article 3. <https://doi.org/10.23887/jipp.v4i3.28217>.
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 17-25. <https://doi.org/10.24252/jpf.v7i1.7155>.
- Putra, R. D. Y. S., Susilaningsih, & Abidin, Z. (2020). Pengembangan Media Website E - Learning Berbasis Model Responsive Web Design Untuk Siswa SMA. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(3), 292-302. <https://doi.org/10.17977/um038v3i32020p29>.
- Ramnarain, U., & Joseph, A. (2012). Learning Difficulties Experienced by Grade 12 South African Students in the Chemical Representation of Phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 462-470. <https://doi.org/10.1039/C2RP20071F>.
- Ruth, I., & Oishi, V. (2020). Pentingnya Belajar Mandiri Bagi Peserta Didik di Perguruan Tinggi. *Jurnal IKRA-ITH Humaniora*, 4(2), 50-55.
- Sari, W. P. P. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis *Green Chemistry* untuk SMA kelas XI materi Asam Basa. *Jurnal Riset Pembelajaran Kimia*, 8(1), 1-12.
- Seliwati, S., Sidauruk, S., & Damsyik, A. (2020). Difficulty Understanding Factors Affecting Chemical Equilibrium in Senior High School Students in Palangka Raya City. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 11(2), 315-327. <https://doi.org/10.37304/jikt.v11i2.103>.
- Setiyani, R. (2020). Pemanfaatan Internet Sebagai Sumber Belajar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 2(1), 99-103. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v1i2.603>.
- Slaubaugh, W. H. & Parsons, T. D. (1972). *General Chemistry 3rd Edition*. Mc Graw-Hill Book Company.
- Surani, D., Kusuma, J. W., & Kusumawati, N. (2020). Platform online dalam perkuliahan pada masa pandemi covid-19. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(9), 1338-1349. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i9.14057>.
- Syafwan, H., Putri, P., & Mariana, M. (2019). Perancangan Media Pembelajaran Kimia Tentang Struktur Atom Berbasis Multimedia. *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, 1. <https://doi.org/10.30645/senaris.v1i0.110>.
- Syahri, W., Muhaimin, M., & Ardi, A.M. (2017). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Representasi Kimia Pada Materi Laju Reaksi untuk Siswa Kelas XI SMAN 4 Kota Jambi. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 9(1), 26-34. <https://doi.org/10.22437/jisic.v9i1.5081>.
- Taber, K. S. (2018). Representations and visualization in teaching and learning chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(2), 405-409. <http://dx.doi.org/10.1039/c8rR90003e>.
- Wu, H. K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 8212-842. <https://doi.org/10.1002/tea.1033>.
- Yulianto, B., Heriyanni, E., Sembiring, R. E., Amalia, R., & Fridian, R. (2013). Aplikasi Pembelajaran Algoritma Dasar Interaktif Berbasis Computer Assisted Instruction.

ComTech: Computer Mathematics and Engineering Applications, 4(2), 1255-1266.
<https://doi.org/10.21512/comtech.v4i2.2611>.

Zidny, R. & Eilks, I. (2020). Integrating Perspectives from Indigenous Knowledge and Western Science in Secondary and Higher Chemistry Learning to Contribute to Sustainability Education. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 16.
<https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100229>.