

Pengembangan Laboratorium Virtual Dan Animasi 3 Dimensi (*Le Chatelier Virtual Laboratory*) Pada Materi Keseimbangan Kimia

Fadhilah Nur Laila^a, Julia Mardhiya^{a*}

^aUniversitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Jalan Prof. Hamka Ngaliyan, 50185, Kota Semarang

INFO ARTIKEL

Diterima 2 Januari 2024
Disetujui 1 Desember 2024

Key word:

chemical equilibrium
virtual laboratory
learning media
three dimensions

Kata kunci:

keseimbangan kimia
laboratorium virtual
media pembelajaran
tiga dimensi

ABSTRACT

The digital era requires teachers and prospective teachers to innovate in the development of effective, efficient and not boring learning media. This study aims to develop interactive learning media based on virtual laboratories and 3-dimensional animation on chemical equilibrium material called *Le Chatelier Virtual Laboratory*. The research and development method used is 4D. The research study was used to determine the feasibility and student responses to virtual laboratory-based interactive learning media and 3D animation on chemical equilibrium. Product validation results were performed by experts using Aiken's V data analysis. The validity result reached a value of 0.91, a category with high validity. The small-scale trial produced a fairly good response with an overall quality percentage of 83.46%. This study concluded that learning media can be used in the learning process and further research can be carried out at the disseminate stage (large scale implementation).

ABSTRAK

Era digital mewajibkan guru untuk melakukan inovasi dalam pengembangan media pembelajaran yang efektif, efisien dan tidak membosankan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis laboratorium virtual dan animasi 3 dimensi pada materi keseimbangan kimia yang diberi nama *Le Chatelier Virtual Laboratory*. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D dari Thiagarajan. Kajian penelitian digunakan untuk mengetahui kelayakan dan respon siswa terhadap media pembelajaran interaktif berbasis laboratorium virtual dan animasi 3 dimensi pada materi keseimbangan kimia. Hasil validasi produk dilakukan oleh para ahli dengan menggunakan analisis data Aiken's V. Hasil validitas memperoleh nilai sebesar 0,91 dengan kategori kevalidan yang tinggi. Uji coba skala kecil menghasilkan respon yang cukup baik dengan persentase kualitas secara keseluruhan 83,46%. Penelitian ini memperoleh kesimpulan bahwa media pembelajaran dapat digunakan dalam proses pembelajaran dan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut pada tahap *disseminate* (implementasi skala besar).

*e-mail:

julia.mardhiya@walisongo.ac
.id

*Telp: 082362264755

Pendahuluan

Perubahan ilmu pengetahuan dan teknologi yang cepat mengharuskan adanya berbagai inovasi [1]. Hal ini merupakan konsekuensi dari era industri 5.0 yang memberikan dampak dalam penyelesaian tantangan dan permasalahan berpusat pada bidang teknologi, termasuk dalam dunia pendidikan [2,3]. Era industri 5.0 akan menciptakan manusia yang

paham teknologi[4] khususnya pada dunia pendidikan dengan memanfaatkan teknologi pada proses pembelajaran [5]. Teknologi merupakan sarana penting untuk menciptakan dan pembelajaran yang menarik bagi siswa [6]. Teknologi dapat berupa media pembelajaran interaktif untuk membuat siswa lebih aktif dalam belajar [7]. Tenaga pendidik maupun peserta didik diwajibkan mengikuti

perkembangan teknologi yang berjalan semakin cepat untuk menghindari munculnya kesenjangan antara dunia pendidikan dan teknologi [8]. Demikian juga dengan pembelajaran kimia yang harus beradaptasi dengan perkembangan yang ada saat ini [9].

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu yang mempelajari struktur, susunan, sifat dan perubahan pada suatu materi. Pembelajaran kimia memerlukan kegiatan praktikum untuk memahami konsep abstrak kimia secara spesifik dan lebih mendalam [10]. Kegiatan praktikum penting untuk dilakukan karena merupakan aspek penting dalam kurikulum pembelajaran pendidikan sains [11]. Kegiatan praktikum dapat menumbuhkan interaksi dan umpan balik antara guru dengan siswa yang dapat mempermudah siswa dalam memahami konsep kimia [12].

Pembelajaran kimia menghadapi beberapa kendala diantaranya keharusan pelaksanaan pembelajaran jarak jauh akibat penyebaran covid (Code, Ralph and Forde, 2020), tidak tersedianya laboratorium yang memadai (Mardhiya, Silaban, Mahmud, 2017[13], terbatasnya alat dan bahan yang dimiliki, banyaknya limbah yang dihasilkan dari kegiatan praktikum [14] dan terbatasnya media pembelajaran yang digunakan guru [15]. Permasalahan ini mengakibatkan tidak tercapainya kompetensi siswa.

Berdasarkan hasil wawancara di SMAN 2 Ponorogo Jawa Timur, kegiatan pembelajaran kimia khususnya pada kegiatan praktikum tidak dapat dilaksanakan secara maksimal karena terbatasnya waktu untuk melakukan praktikum sehingga guru hanya memberikan penjelasan konsep secara langsung tanpa menunjukkan asal konsep tersebut diperoleh. Materi kimia memerlukan praktikum, namun tidak semua kegiatan praktikum dapat dilaksanakan karena terbatasnya waktu dan bahan praktikum. Sehingga, hanya materi tertentu yang dilaksanakan kegiatan praktikumnya. Salah satunya adalah materi asam basa karena praktikum ini dapat dilakukan dengan bahan-bahan alami disekitar siswa, sedangkan untuk materi kesetimbangan belum dapat dilaksanakan. Selain itu, kegiatan praktikum tidak dilaksanakan karena gedung yang masih direnovasi. Hal ini mengakibatkan

beberapa siswa masih mengalami kesulitan untuk memahami beberapa konsep yang ada, salah satunya pada materi kesetimbangan kimia (Eko, wawancara 10 September 2022).

Kesetimbangan kimia merupakan salah satu materi kimia yang sulit dipahami karena bersifat abstrak. Asal mula fenomena ini dikaitkan dengan kesalahpahaman dan tumpang tindih pemahaman yang sering terjadi dalam proses pembelajaran, sehingga diperlukan perubahan metodologi untuk pembelajaran materi kesetimbangan kimia [16]. Menurut penelitian Haluk (2018) terdapat siswa yang tidak dapat memahami konsep kesetimbangan kimia dengan baik, salah satu alasannya karena cara pembelajaran yang masih tradisional dan tidak efektif untuk membangun konsep yang. Pengaruh perubahan konsentrasi, tekanan, suhu dan volume merupakan faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia. Faktor tersebut cenderung mempersulit pemahaman siswa untuk memahami materi secara mendalam [17]. Hal ini didukung dengan ditemukannya 62,82% siswa kesulitan memahami faktor perubahan konsentrasi, 61,96% siswa kesulitan memahami faktor perubahan volume, 55,28% siswa kesulitan memahami faktor perubahan suhu dan 53,56% siswa kesulitan memahami faktor perubahan tekanan [18]. Sehingga perlu adanya media pembelajaran yang dapat memudahkan siswa dalam memahami materi pelajaran kimia [19].

Media dapat memberikan pengetahuan baru kepada siswa menjadi lebih mudah, dan mempermudah visualisasi konsep abstrak [20]. Media melibatkan alat komunikasi *software* dan *hardware* yang merupakan bagian dari teknologi. Media pembelajaran harus dikembangkan dan dikelola untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran dalam mencapai pembelajaran yang produktif dan efektif [21]. Pengembangan media pembelajaran dapat dibuat dengan *tools* yang sering digunakan oleh pengajar berupa *Powerpoint* yang mudah untuk dibuat dan dapat membantu siswa dalam memahami materi [22].

Powerpoint merupakan media presentasi produk dari *microsoft* yang familier dan dapat digunakan dengan mudah. Perkembangan teknologi terutama pada media presentasi telah

merancang *powerpoint* menjadi program multimedia dengan berbagai kelengkapan fasilitas untuk transisi, latar belakang, integrasi dengan musik, video, bahkan dapat dihubungkan dengan file format dari aplikasi pembuatan 3D desain seperti blender dan masih banyak lagi fasilitas yang dapat digunakan [23,24]. Asumsi ini didukung dengan penelitian pengujian keefektifitasan *powerpoint* interaktif dalam membantu siswa dalam memahami materi. Hasil dari penelitian tersebut terjadi peningkatan persentase ketuntasan belajar siswa dalam hal ketuntasan dan poin aktivitas siswa khususnya di kelas VIII-C SMPN 1 Mojo tahun pelajaran 2020/2021 [24]. Peneliti menggunakan animasi 3D untuk memvisualisasikan proses praktikum dalam media pembelajaran laboratorium virtual.

Animasi merupakan multimedia yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran sebagai media alternatif karena mampu menarik minat siswa [25,26]. Animasi memiliki suatu tampilan yang menggabungkan unsur media grafik, text dan unsur suara [27]. Adanya bantuan animasi (2D atau 3D) dalam media pembelajaran, dapat menjadikan materi kimia yang sebelumnya bersifat abstrak menjadi lebih nyata [28,29]. Pemanfaatan animasi sebagai media pembelajaran dapat diwujudkan, salah satunya menggunakan media *powerpoint* sebagai format akhir media yang dikembangkan.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, maka peneliti termotivasi untuk membuat suatu penelitian mengenai pengembangan media pembelajaran dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Laboratorium Virtual dan Animasi 3 Dimensi pada Materi Kesetimbangan Kimia".

Metode

Penelitian pada jurnal ini menggunakan jenis penelitian R&D (*Research and Development*) dengan metode pengembangan 4D. Metode pengembangan 4D terdiri beberapa tahap yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan) dan *disseminate* (penyebaran) [30].

Tahapan pengembangan pada penelitian

ini dibatasi sampai tahap *develop* karena terbatasnya waktu. Tahap *define* diawali dengan menganalisis media pembelajaran yang sudah diterapkan pada siswa SMA dengan melihat kekurangan dan kelebihan dari setiap media pembelajaran, kemudian mengidentifikasi sarana prasarana yang menjadi kendala selama proses pembelajaran berlangsung dan mengidentifikasi kompetensi dasar pada materi kesetimbangan kimia. Tahap *design* diawali dengan menyusun tampilan awal media pembelajaran berupa *prototype* dengan menggunakan aplikasi figma dan membuat animasi 3D menggunakan aplikasi blender, kemudian digabungkan dengan menyusunnya pada *powerpoint* dan dipercantik dengan tampilan warna yang cocok sehingga bisa tercipta media pembelajaran dengan desain yang menarik dan mudah digunakan untuk siswa. Setelah media pembelajaran siap digunakan kemudian dilanjutkan dengan penyusunan lembar validasi yang disesuaikan dengan masing-masing validator dan kebutuhan pada tahap *define*.

Tahap *develop* diawali dengan melakukan revisi pada media pembelajaran sesuai dengan arahan dari validator yang dilakukan pada tahap *design*, sehingga revisi ini didasarkan dari proses validasi yang dilakukan oleh validator yang merupakan tiga orang yang berpengalaman di bidang tersebut dengan kualifikasi pendidikan minimal S2 dan tiga orang guru yang berpengalaman pada bidang tersebut dengan kualifikasi pendidikan minimal S1. Dalam penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data berupa angket uji validitas kelayakan media pembelajaran dari masing-masing validator dan angket respon siswa. Angket validator dianalisis menggunakan analisis validitas isi Aiken's V dengan rumus sebagai berikut.

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

Keterangan dari rumus koefisien validitas aiken's yaitu :

V : koefisien validitas isi

n : banyaknya penilai (rater)

s : r – lo

c : angka penilaian validitas tertinggi (5)

lo : angka penilaian validitas terendah (1)

Media dengan penilai (*rater*) 6 orang

dikatakan valid apabila nilai V lebih dari atau sama dengan 0,79 dengan presentase kesalahan 0,5% [31]. Angket respon siswa dianalisis dengan rumus sebagai berikut [32].

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

keterangan dari rumus tersebut sebagai berikut.

$\bar{X}$: skor rata-rata setiap indikator

$\sum X$: jumlah skor total setiap indikator

n : jumlah *reviewer* (peserta didik)

Hasil yang diperoleh dari perhitungan rumus diatas, kemudian dianalisis sesuai dengan kriteria yang tertera dalam tabel 1 berikut untuk mengetahui respons siswa terhadap media yang dikembangkan.

Tabel 1. Kriteria penilaian kualitas

Rentang skor	Kategori kualitas
$\bar{X} > X_i + 1,8 Sb_i$	Sangat baik
$X_i + 0,6 Sb_i < \bar{X} \leq X_i + 1,8 Sb_i$	Baik
$X_i - 0,6 Sb_i < \bar{X} \leq X_i + 0,6 Sb_i$	Cukup baik
$X_i - 1,8 Sb_i < \bar{X} \leq X_i - 0,6 Sb_i$	Kurang baik
$\bar{X} \leq X_i - 1,8 Sb_i$	Sangat kurang baik

Hasil dan Pembahasan

Kimia merupakan salah satu pelajaran yang wajib ada dalam setiap SMA, dalam kimia pasti terdapat kegiatan praktikum untuk memahami konsep-konsep kimia secara spesifik dan lebih mendalam serta praktikum juga digunakan untuk menemukan konsep baru. Media pembelajaran interaktif berbasis laboratorium virtual dan animasi 3 dimensi pada materi kesetimbangan kimia dapat menjadi salah satu solusi untuk menciptakan pembelajaran kimia yang menyenangkan dan tidak monoton sesuai dengan penelitian Harahap dan Sinegar (2020).

Media pembelajaran dikombinasikan dengan animasi 3 dimensi, sehingga dapat memudahkan siswa untuk memahami suatu konsep kimia. Hal ini sesuai dengan penelitian Apriansyah (2020) yang menyatakan bahwa animasi lebih berhasil dalam penyampaian dan membuat siswa lebih paham karena mampu masuk melalui dua indera manusia yaitu mata dan telinga. Penggunaan animasi pada media pembelajaran interaktif berbasis laboratorium virtual dan animasi 3 dimensi yang dapat memudahkan siswa dalam memahami materi kimia juga sesuai dengan penelitian Ikhsan (2020). Penelitian Ikhsan

(2020) menyatakan bahwa laboratorium virtual dapat memperkuat pemahaman siswa sebagai media pengganti dari praktikum di dunia nyata, sehingga dapat diulang kembali kegiatannya secara tak terbatas.

Penelitian pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis laboratorium virtual dan animasi 3 dimensi pada materi kesetimbangan kimia diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada di SMAN 2 Ponorogo melalui tahap *define*. Tahap *define* dilakukan dengan 5 tahapan, yaitu (a) analisis awal-akhir; (b) analisis peserta didik; (c) analisis tugas; (d) analisis konsep; (e) perumusan tujuan pembelajaran. Kegiatan awal dilakukan dengan observasi, wawancara dengan guru kimia dan siswa serta dokumentasi. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia SMAN 2 Ponorogo secara lebih mendalam, kesetimbangan merupakan salah satu materi yang sulit dipahami oleh siswa dimana materi ini memerlukan kegiatan praktikum untuk mempermudah pemahaman siswa. Namun, karena terbatasnya waktu pembelajaran, alat bahan praktikum menyebabkan tidak semua praktikum dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya. Praktikum yang dilaksanakan mayoritas praktikum sederhana dengan bahan-bahan disekitar kita, seperti praktikum reaksi eksoterm endoterm, kekuatan asam basa dan indikator alami asam basa.

Observasi peneliti menunjukkan hal yang selaras, dimana kegiatan praktikum belum dapat dilaksanakan dengan baik karena terbatasnya sarana prasarana yang ada dan didukung dengan proses renovasi laboratorium yang masih berlangsung hingga saat ini. Hal ini mengakibatkan guru menjelaskan konsep secara langsung secara singkat, namun siswa belum dapat memahaminya dengan baik sehingga hal ini kurang efektif dilakukan dalam proses pembelajaran dan dibutuhkan alternatif media pembelajaran lainnya yang dapat memudahkan siswa dalam memahami suatu konsep.

Hasil wawancara dan observasi menunjukkan masih diperlukannya media pembelajaran yang menarik dan dapat menjembatani siswa dalam memahami konsep kimia. Keterbatasan waktu dan fasilitas menjadi

salah satu faktor yang menghambat pembelajaran kimia, khususnya pembelajaran yang memerlukan praktikum [33]. Sehingga guru cenderung menjelaskan konsep secara langsung.

Hasil wawancara dengan siswa pada tahap analisis peserta didik, menunjukkan bahwa kesetimbangan kimia merupakan salah satu konsep yang dirasa sulit oleh siswa karena materi ini memerlukan praktikum untuk memudahkan pemahaman siswa, sedangkan kegiatan praktikum tidak dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya. Faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia menjadi salah satu konsep yang sulit dipahami siswa [18]. Media pembelajaran interaktif berbasis laboratorium virtual dan animasi 3 dimensi pada materi kesetimbangan kimia dapat menjadi solusi yang tepat terutama pada pembelajaran kimia di era industri 5.0 [4].

Analisis tugas diawali dengan mengidentifikasi Kompetensi Inti (KI) dan mengidentifikasi Kompetensi Dasar (KD). Kompetensi Dasar yang digunakan yaitu KD 3.9 menganalisis faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan dan perannya dalam industri dan KD 4.9 merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) disesuaikan dengan materi yang ada. Indikator yang peneliti kembangkan yaitu menganalisis pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia, membuktikan pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia dan menyimpulkan hasil percobaan pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia.

Analisis konsep dilakukan dengan menganalisis konsep-konsep mengenai materi kesetimbangan kimia yang sesuai dengan KI dan IPK yang telah dianalisis sebelumnya. Peneliti berfokus pada materi pergeseran arah kesetimbangan atau Asas *Le Chatelier*. Asas *Le Chatelier*, jika terhadap suatu sistem kesetimbangan dilakukan suatu tindakan (aksi), sistem kesetimbangan tersebut akan

mengalami perubahan (pergeseran) yang cenderung mengurangi pengaruh aksi tersebut. Pada kesetimbangan kimia terdapat faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan yaitu konsentrasi, volume, tekanan dan suhu [34].

Tujuan pembelajaran dianalisis berdasarkan IPK dan peta konsep yang telah ditentukan sebelumnya. IPK, peta konsep dan tujuan pembelajaran harus saling berkesinambungan. Media pembelajaran laboratorium virtual memuat beberapa praktikum mengenai pengaruh konsentrasi, volume, suhu dan tekanan terhadap pergeseran arah kesetimbangan kimia. Media pembelajaran berjudul *Le Chatelier Virtual Laboratory* memiliki beberapa tujuan yaitu siswa dapat menganalisis, membuktikan dan menyimpulkan hasil percobaan pengaruh faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia menggunakan media *Le Chatelier Virtual Laboratory* dengan tepat, jelas dan benar.

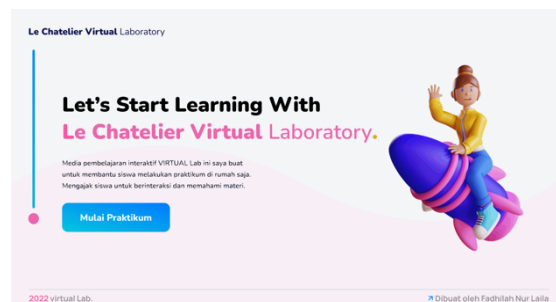
Tahap *design* diawali dengan tahap (a) penyusunan *flow*; (b) pembuatan *storyboard*; (c) pembuatan animasi 3 dimensi; (d) pembuatan *prototype*. Tahap ini bertujuan untuk merancang media pembelajaran sesuai dengan proses percobaan yang dilakukan pada laboratorium sesungguhnya. Penyusunan *flow* bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam mengembangkan alur media pembelajaran. *Storyboard* berisi tata letak tampilan dan gambaran secara garis besar dari media yang dikembangkan. *Storyboard* dibuat dalam bentuk kerangka dari setiap halaman media pembelajaran.

Pembuatan animasi 3 dimensi menggunakan aplikasi blender sebagai pembuatan model objeknya. Setelah proses pembuatan objek, peneliti mengimplementasikan animasi dan pengaturan perubahan kondisi berupa warna dan lain-lain sesuai dengan praktikum yang sesungguhnya. Proses pembuatan animasi selesai, peneliti kemudian melakukan *rendering* animasi. Hasil *rendering* animasi kemudian diimplementasikan ke dalam produk akhir berupa *powerpoint*. Pembuatan desain tampilan yang kemudian dijadikan *prototype* menggunakan aplikasi figma. Pembuatan

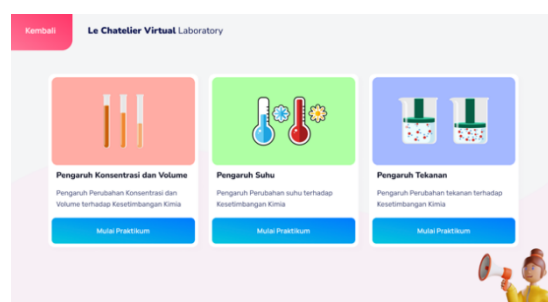
desain pada figma yang telah selesai, kemudian dilanjutkan *mengeport* hasil desain ke *powerpoint*.

Tahap *develop* diawali dengan menggabungkan animasi 3 dimensi dan *prototype* ke dalam bentuk akhir menjadi laboratorium virtual dengan format *powerpoint* berukuran 70,7 Mb. Hasil pengembangan media pembelajaran berupa virtual laboratorium yang memuat percobaan mengenai pengaruh perubahan konsentrasi, suhu, tekanan dan volume pada materi kesetimbangan kimia. Konsentrasi, suhu, tekanan dan volume merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia [35]. Langkah kerja pada laboratorium virtual disusun langkah demi langkah secara sistematis dengan menempatkan langkah percobaan pada sisi sebelah kiri dan animasi 3 dimensi mengenai proses praktikum pada sebelah kanan sehingga siswa dapat mengamati langkah kerja sesuai dengan animasi yang ada. Setiap akhir percobaan terdapat halaman yang berisi perbedaan warna larutan sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Hal ini bertujuan untuk memperjelas hasil pengamatan siswa pada langkah halaman sebelumnya.

Media pembelajaran virtual laboratorium terdiri atas tampilan awal yang disebut *home page* dan dimulai dari judul, Kompetensi Dasar, Tujuan Pembelajaran, menu jenis praktikum, dasar teori, alat bahan serta langkah kerja secara berurutan. Media pembelajaran yang dikembangkan berupa media pembelajaran interaktif berbasis laboratorium virtual dan animasi 3 dimensi yang menarik dan dilengkapi suara sebagai *background* sehingga dengan adanya media ini dapat meningkatkan interaksi dan minat siswa selama proses pembelajaran. Media pembelajaran juga dapat dijalankan menggunakan laptop ataupun *handphone* tanpa memerlukan spesifikasi perangkat yang tinggi.



Gambar 1. Tampilan awal media pembelajaran interaktif berbasis laboratorium virtual dan animasi 3 dimensi



Gambar 2. Menu pilihan jenis praktikum dalam media pembelajaran

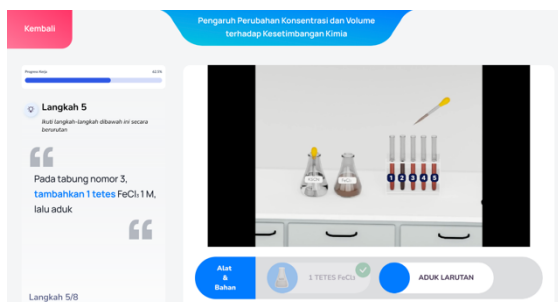


Gambar 3. Halaman kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai

Percobaan pengaruh konsentrasi dan volume terhadap pergeseran arah kesetimbangan kimia terdiri dari 8 langkah percobaan. Langkah pertama menuangkan 50 mL aquades ke dalam erlenmeyer secara perlahan. Langkah kedua menambahkan 20 tetes FeCl_3 dan 2 tetes KSCN ke dalam erlenmeyer. Langkah ketiga mengaduk larutan dan membaginya ke dalam lima tabung reaksi. Langkah keempat menambahkan 1 tetes KSCN pada tabung nomor 2 kemudian diaduk. Langkah kelima menambahkan 1 tetes FeCl_3 pada tabung nomor 3 kemudian diaduk. Langkah keenam menambahkan sedikit kristal anhidrat NaHPO_4 pada tabung nomor 4 dan

diaduk hingga larut. Langkah ketujuh menambahkan 5 tetes aquades pada tabung nomor 5 dan diaduk. Langkah terakhir mengamati perubahan yang terjadi pada tabung reaksi. Setiap langkah yang telah selesai dilakukan, akan muncul animasi langkah tersebut berhasil dilakukan.

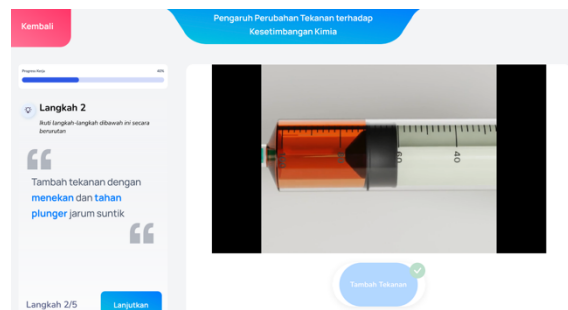
Percobaan pengaruh tekanan terhadap pergeseran arah kesetimbangan kimia terdiri dari 5 langkah percobaan. Langkah pertama mengamati warna larutan Nitrogen Dioksida pada jarum suntik. Langkah kedua menambah tekanan dengan menekan *pluger* jarum suntik. Langkah ketiga mengamati perubahan warna larutan setelah penambahan tekanan. Langkah keempat mengurangi tekanan dengan menarik *pluger* jarum suntik. Langkah terakhir mengamati warna larutan setelah pengurangan tekanan. Setiap langkah yang telah selesai dilakukan, akan muncul animasi langkah tersebut berhasil dilakukan.



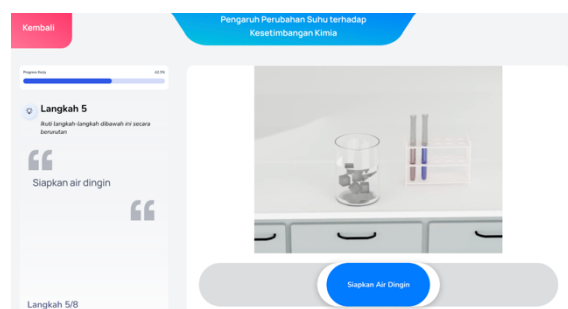
Gambar 4. Salah satu proses percobaan pengaruh konsentrasi dan volume terhadap pergeseran arah kesetimbangan kimia

Percobaan pengaruh suhu terhadap pergeseran arah kesetimbangan kimia terdiri dari 8 langkah percobaan. Langkah pertama mengamati warna larutan kompleks kobalt pada tabung reaksi. Langkah kedua memasukkan tabung reaksi nomor 2 ke dalam gelas kimia yang berisi air panas, dicek suhunya dan didiamkan hingga larutan berubah warna. Langkah ketiga mengangkat tabung reaksi dan diletakkan di rak tabung reaksi. Langkah keempat mengamati perubahan warna larutan kompleks kobalt. Langkah kelima menyiapkan air dingin. Langkah keenam memasukkan tabung reaksi nomor 2 ke dalam gelas kimia yang berisi air dingin, dicek suhunya dan didiamkan hingga larutan berubah warna. Langkah ketujuh mengangkat tabung reaksi

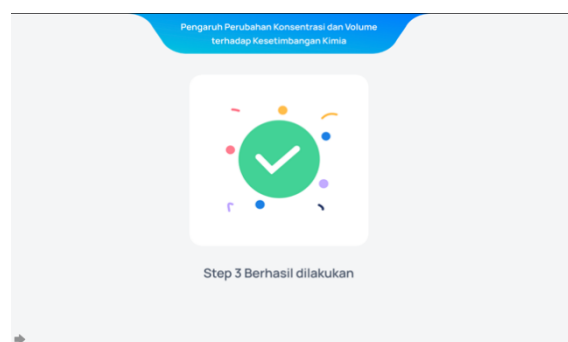
dan diletakkan di rak tabung reaksi. Langkah kedelapan mengamati perubahan warna larutan. Setiap langkah yang telah selesai dilakukan, akan muncul animasi langkah tersebut berhasil dilakukan.



Gambar 5. Salah satu proses percobaan pengaruh tekanan terhadap pergeseran arah kesetimbangan kimia



Gambar 6. Salah satu proses percobaan pengaruh suhu terhadap pergeseran arah kesetimbangan kimia



Gambar 7. Animasi setelah setiap langkah kerja berhasil dilakukan



Gambar 8. Salah satu perbandingan warna

larutan sebelum dan sesudah penambahan senyawa

Virtual laboratorium ini dapat diakses beberapa kali oleh siswa tanpa memerlukan koneksi internet, dapat mengurangi penggunaan senyawa kimia dan limbah yang ditimbulkan dari hasil samping percobaan di laboratorium, sehingga media pembelajaran ini sangat cocok digunakan oleh siswa dan dapat digunakan jangka panjang. Hal ini didukung dengan hasil validasi yang baik. Hasil validasi dilakukan oleh enam validator yang terdiri dari tiga guru dan tiga dosen dengan total 21 pernyataan. Peneliti mendapatkan berbagai saran dan masukan dari validator yang telah direkapitulasi sesuai tabel 2.

Tabel 2. Saran dan masukan validator

Validator	Saran/masukan
I	Penambahan identitas (nama) pembuat atau pengembang pada halaman awal virtual laboratorium.
	Penyesuaian gambar/ilustrasi yang berhubungan dengan materi pada praktikum yang akan dilakukan.
	Penambahan suara (<i>backsound</i>) ketika tombol pada virtual laboratorium ditekan.
II	Penyesuaian nama alat praktikum.
	Penambahan petunjuk penggunaan laboratorium virtual.
III	Perbaikan pada ukuran angka dan penulisan senyawa anhidrat.
	Penambahan tujuan pembelajaran.
	Penambahan beberapa definisi pada glosarium.
IV	Penyesuaian warna zat yang digunakan diusahakan menyerupai warna zat aslinya.
V	Penambahan nama peneliti pada halaman awal laboratorium virtual.
VI	Penambahan suara (<i>backsound</i>) yang sesuai agar media yang dikembangkan lebih menyenangkan.

Hasil validasi dianalisis menggunakan teknik validitas Aiken's V dengan *rater* 6 orang.

Hasil validasi diperoleh rerata v sebesar 0,91 dan nilai v setiap aspeknya lebih dari atau sama dengan 0.79, hal ini berarti media pembelajaran valid dan dapat digunakan secara lebih lanjut dalam proses pembelajaran. Hal ini sesuai dengan penelitian Aiken dimana nilai validitas dengan penilai (*rater*) 6 orang, dikatakan tinggi apabila nilainya lebih dari atau sama dengan 0,79 [36].

Media yang valid dilanjutkan dengan uji coba produk dengan mengimplementasikan media laboratorium virtual yang telah divalidasi dan diperbaiki. Uji coba produk dilakukan dengan subjek penelitian 30 siswa SMAN 2 Ponorogo yang telah menerima materi kesetimbangan kimia. Media laboratorium virtual secara keseluruhan memperoleh respon yang cukup positif dengan kualitas yang baik dan presentase kualitas 83,46%. Setiap aspek media yang dikembangkan mendapatkan respon yang cukup positif dari siswa. Aspek materi pembelajaran memperoleh kualitas yang baik dengan presentase kualitas 82,67%. Aspek kemudahan pengguna memperoleh kualitas yang baik dengan presentase kualitas 83,56%. Aspek tampilan memperoleh kualitas yang sangat baik dengan presentase kualitas 84,93%. Media pembelajaran laboratorium virtual yang dikembangkan menunjukkan hasil respon siswa cukup baik. Siswa lebih suka mengikuti pembelajaran menggunakan media pembelajaran yang tidak membosankan, salah satunya dalam bentuk laboratorium virtual yang peneliti kembangkan. Berdasarkan pengamatan peneliti saat uji coba produk, siswa cukup antusias dengan laboratorium virtual yang dikembangkan dan mencoba media beberapa kali. Siswa berpendapat bahwa media laboratorium virtual cukup menarik, tidak membosankan dan cukup membantu memahami konsep pergeseran arah kesetimbangan kimia. Hal ini sesuai dengan kebutuhan siswa untuk saat ini, sehingga siswa cukup tertarik dengan adanya laboratorium virtual yang dikembangkan untuk membantu siswa memahami konsep pergeseran arah kesetimbangan

Kesimpulan

Berdasarkan tahap-tahap penelitian yang sudah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis laboratorium virtual dan animasi 3 dimensi pada materi kesetimbangan kimia layak untuk digunakan secara lebih lanjut dalam proses pembelajaran dengan nilai rerata validitas 0,91 dan respon siswa yang baik dengan persentase kualitas 83,46%. Media dilengkapi dengan animasi dan tampilan yang menarik serta dapat digunakan pada *smartphone* maupun laptop.

Daftar Pustaka

1. Raja, R.; Nagasubramani, P.C. Impact of Modern Technology in Education. *J. Appl. Adv. Res.* **2018**, *3*, S33–S35, doi:10.21839/jaar.2018.v3is1.165.
2. Ria, D.R.; Wahidy, A. Guru Kreatif Di Era Society 5.0. In Proceedings of the Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang 10 Januari 2020; 2020; pp. 985–992.
3. Aprilisa, E. Realizing Society 5.0 to Face the Industrial Revolution 4.0 and Teacher Education Curriculum Readiness in Indonesia. *Proceeding Int. Conf. Sci. Eng.* **2020**, *3*, 543–548, doi:10.14421/icse.v3.559.
4. Habash, R. Phenomenon-Based Learning for Age 5.0 Mindsets: Industry, Society, and Education. *2022 IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON* **2022**, 1910–1915.
5. Dewi, R.K. Inovasi Pembelajaran Biokimia Dalam Menyongsong Era Super Smart Society 5.0. *PISCES Proceeding Integr. Sci. Educ. Semin.* **2021**, *1*, 33–41.
6. Selwyn, N. *Education in a Digital World: Global Perspectives on Technology and Education*; Routledge, 2012;
7. McKnight, K.; O'Malley, K.; Ruzic, R.; Horsley, M.K.; Franey, J.J.; Bassett, K. Teaching in a Digital Age: How Educators Use Technology to Improve Student Learning. *J. Res. Technol. Educ.* **2016**, *48*, 194–211.
8. Lin, M.H.; Chen, H.C.; Liu, K.S. A Study of the Effects of Digital Learning on Learning Motivation and Learning Outcome. *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.* **2017**, *13*, 3553–3564, doi:10.12973/eurasia.2017.00744a.
9. Seery, M.K. Flipped Learning in Higher Education Chemistry: Emerging Trends and Potential Directions. *Chem. Educ. Res. Pract.* **2015**, *16*, 758–768, doi:10.1039/c5rp00136f.
10. DeKorver, B.K.; Towns, M.H. General Chemistry Students' Goals for Chemistry Laboratory Coursework. *J. Chem. Educ.* **2015**, *92*, 2031–2037, doi:10.1021/acs.jchemed.5b00463.
11. Mardhiya, J.; Laila, F.N. Designing Small-Scale Chemistry for General Chemistry Practical Work Course. *J. Res. Sci. Educ.* **2022**, *8*, 3102–3109, doi:10.29303/jppipa.v8i6.2440.
12. Hofstein, A.; Mamlok-Naaman, R. The Laboratory in Science Education: The State of the Art. *Chem. Educ. Res. Pract.* **2007**, *8*, 105–107, doi:10.1039/B7RP90003A.
13. Prokša, M.; Drozdíková, A.; Haláková, Z. Learners' Understanding of Chemical Equilibrium at Submicroscopic, Macroscopic and Symbolic Levels. *Chem.-Didact.-Ecol.-Metrol.* **2019**, *23*, 97–111, doi:10.1515/cdem-2018-0006.
14. Goh, H.Y.; Wong, W.W.C.; Ong, Y.Y. A Study to Reduce Chemical Waste Generated in Chemistry Teaching Laboratories. *J. Chem. Educ.* **2019**, 87–96, doi:10.1021/acs.jchemed.9b00632.
15. Ollino, M.; Aldoney, J.; Domínguez, A.M.; Merino, C. A New Multimedia Application for Teaching and Learning Chemical Equilibrium. *Chem. Educ. Res. Pract.* **2018**, *19*, 364–374, doi:10.1039/c7rp00113d.
16. Ballen, A.B.; Ospina, Y.L. Assessment: A Suggested Strategy for Learning Chemical Equilibrium. *Educ. Sci.* **2019**, *9*, doi:10.3390/educsci9030174.
17. Permatasari, M.B.; Muchson, M.; Hakimah, N.; Rokhim, D.A.; Herunata, H.; Yahmin, M. Identifikasi Miskonsepsi Materi Kesetimbangan Kimia Pada Siswa SMA Menggunakan Tes Three Tier Berbasis Web. *J. Inov. Pendidik. Kim.* **2022**, *16*, 1–7, doi:10.15294/jipk.v16i1.29407.
18. Seliwati; Sidauruk, S.; Damsyik, A. Kesulitan Memahami Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kesetimbangan Kimia Pada Siswa SMA Negeri Di Kota Palangka Raya. *J. Ilm. Kanderang Tingang* **2020**, *11*, 315–320.
19. Dewi, R.K.; Wardani, S.; Wijayati, N.; Sumarni, W. Demand of ICT-Based Chemistry Learning Media in the Disruptive Era. *Int. J. Eval. Res. Educ.* **2019**, *8*, 265–270, doi:10.11591/ijere.v8i2.17107.
20. Turkoguz, S. Learn to Teach Chemistry Using Visual Media Tools. *Chem. Educ. Res. Pract.* **2012**, *13*, 401–409, doi:10.1039/c2rp20046e.
21. Royani, E.; Haris, M.; Hadisaputra, S.; Studi, P.; Kimia, P.; Mataram, U. Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Website 2 Apk Builder Pada Materi Larutan Asam Basa. **2021**, *2*, doi:10.29303/cep.v4i2.2670.
22. Leszczyński, P.; Charuta, A.; Łaziuk, B.; Gałązkowski, R.; Wejnarski, A.; Roszak, M.; Kołodziejczak, B.; Leszczyński, P.; Charuta, A.; Łaziuk, B.; et al. Multimedia and Interactivity in Distance Learning of Resuscitation Guidelines: A Randomised Controlled Trial. **2017**, 0–12,

- doi:10.1080/10494820.2017.1337035.
23. Roopa, D.; Prabha, R.; Senthil, G.A. Revolutionizing Education System with Interactive Augmented Reality for Quality Education. In Proceedings of the Materials Today: Proceedings; Elsevier Ltd, 2020; Vol. 46, pp. 3860–3863.
24. Prayitno; Mardianto, M.F.F. Peningkatan Hasil Evaluasi Pembelajaran Daring Saat Pandemi Covid-19 Berdasarkan Media Powerpoint Interaktif. **2020**, 5, 171–181.
25. Azzajjad, M.F.; Ahmar, D.S.; Syahrir, Muh. The Effect of Animation Media in Discovery Learning Model on Students' Representation Ability on Chemical Equilibrium Materials. *J. Appl. Sci. Eng. Technol. Educ.* **2020**, 2, 204–209, doi:10.35877/454ri.asci22125.
26. Pekdag, B. Alternative Methods in Learning Chemistry: Learning with Animation, Simulation, Video and Multimedia. *J. Turk. Sci. Educ.* **2010**, 7, 79–110.
27. Soika, K.; Reiska, P.; Mikser, R. The Importance of Animation as a Visual Method in Learning Chemistry. *Concept Maps Mak. Learn. Meaningful* **2010**, 3, 9.
28. Schwartz, R.N.; Milne, C.; Homer, B.D.; Plass, J.L. Designing and Implementing Effective Animations and Simulations for Chemistry Learning. *ACS Symp. Ser.* **2013**, 1142, 43–76, doi:10.1021/bk-2013-1142.ch003.
29. Susanti, L.Y. Penerapan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sma/ Smk Pada Materi Reaksi Redoks. *J. Pendidik. Sains Jps* **2018**, 6, 32, doi:10.26714/jps.6.2.2018.32-40.
30. Thiagarajan, S.; Semmel, D.S.; Semmel, M.I. *Instructional Development for Training Teacher of Exceptional Children*; Indiana University: Bloomington Indiana, 1947;
31. Aiken, L.R. Three Coefficients for Analyzing The Reliability and Validity of Ratings. *Educ. Psychol. Meas.* **1985**, 45, 131–142, doi:10.1177/0013164485451012.
32. Widoyoko, E.P. *Evaluasi Program Pembelajaran*; Pustaka pelajar: Yogyakarta, 2010;
33. Sari, I.; Sinaga, P. Chemistry Learning via Distance Learning during the Covid-19 Pandemic. **2020**, 5, 155–165, doi:10.24042/tadris.v5i1.6346.
34. Yamtinah, S.; Indriyanti, N.Y.; Saputro, S.; Mulyani, S.; Ulfa, M.; Mahardiani, L.; Satriana, T.; Shidiq, A.S. The Identification and Analysis of Students' Misconception in Chemical Equilibrium Using Computerized Two-Tier Multiple-Choice Instrument. *J. Phys. Conf. Ser.* **2019**, 1157, doi:10.1088/1742-6596/1157/4/042015.
35. Pamenang, F.D.N.; Harta, J.; Listyarini, R. V.; Wijayanti, L.W.; Ratri, M.C.; Hapsari, N.D.; Asy'Ari, M.; Lee, W. Developing Chemical Equilibrium Practicum Module Based on Guided Inquiry to Explore Students' Abilities in Designing Experiments. *J. Phys. Conf. Ser.* **2020**, 1470, 0–6, doi:10.1088/1742-6596/1470/1/012097.
36. Aiken, Lewis.R. Three Coefficients For Analyzing The Reliability And Validity Of Ratings. *Educ. Psychol. Meas.* **1985**, 45, 131–141.



© 2024 by the authors. Licensee Oxygenius Journal Of Chem. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).