

Pengembangan media pembelajaran laboratorium virtual pada materi elektrolisis

Cynthia Eka¹, Munzil²^{1,2} Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

Info Artikel**Riwayat Artikel:**

Diserahkan 8 8, 2024

Direvisi 8 30, 2024

Diterima 9 17, 2024

Kata Kunci:

Elektrolisis

Laboratorium virtual

Media pembelajaran

ABSTRAK

Praktikum kimia di sekolah sering kali tidak dapat dilaksanakan karena mengalami beberapa kendala. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan media pembelajaran laboratorium virtual pada materi elektrolisis, untuk mengatasi kendala keterbatasan fasilitas laboratorium di sekolah-sekolah. Laboratorium virtual ini memberikan simulasi interaktif yang memungkinkan peserta didik untuk memahami proses elektrolisis dengan lebih mendalam. Penelitian menggunakan model pengembangan multimedia Lee & Owens, yang meliputi tahap penilaian, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa laboratorium virtual ini valid dan layak digunakan untuk pembelajaran, dengan persentase kelayakan sebesar 80% dari segi media dan 79,2% dari segi materi. Uji coba keterbacaan pada kelompok kecil oleh 17 peserta didik di SMA Negeri 3 Malang menunjukkan tingkat kelayakan sangat tinggi sebesar 87,1%. Disimpulkan bahwa media pembelajaran Edulisis dapat digunakan untuk membantu dalam proses pembelajaran dan meningkatkan motivasi peserta didik dalam mempelajari materi.

ABSTRACT

Chemistry practicums in schools often cannot be carried out due to several obstacles. This study aims to develop and implement virtual laboratory learning media on electrolysis material, to overcome the constraints of limited laboratory facilities in schools. This virtual laboratory provides interactive simulations that allow students to understand the electrolysis process in more depth. The study used the Lee & Owens multimedia development model, which includes the stages of assessment, design, development, implementation, and evaluation. The results of expert validation show that this virtual laboratory is valid and feasible to be used for learning, with a feasibility percentage of 80% in terms of media and 79.2% in terms of material. The readability test in small groups by 17 students at SMA Negeri 3 Malang showed a very high feasibility level of 87.1%. It is concluded that the Edulisis learning media can be used to assist in the learning process and increase student motivation in learning the material.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.

Penulis Korespondensi:

Munzil

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang No. 5, Malang, Indonesia

Email: munzil.fmipa@um.ac.id

1. PENDAHULUAN

Konsep-konsep dasar kimia sangat penting dipahami oleh peserta didik, karena kimia merupakan dasar bagi banyak ilmu pengetahuan lain dan aplikasinya sangat luas dalam industri. Proses pembelajaran kimia tidak hanya fokus pada teori dan konsep, tetapi juga didukung oleh eksperimen yang bertujuan untuk membuktikan atau mengembangkan teori yang dipelajari (Nais et al., 2019). Praktikum kimia memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik, oleh karena itu, praktikum menjadi salah satu komponen penting yang dilakukan dalam pembelajaran kimia. Praktikum dilakukan untuk mengamati fenomena kimia, memahami prosedur laboratorium, dan mengembangkan keterampilan eksperimen. Melalui praktikum, peserta didik dapat memahami dan menghubungkan teori yang telah dipelajari di kelas dengan aplikasi nyata, sehingga pemahaman terhadap konsep-konsep kimia menjadi lebih mendalam (Syafrina et al., 2018).

Namun pelaksanaan praktikum kimia di laboratorium sering kali mengalami berbagai kendala. Beberapa kendala utama meliputi keterbatasan alat dan bahan kimia, serta biaya yang tinggi untuk pengadaan dan pemeliharaan peralatan laboratorium. Kendala yang banyak dialami sekolah di Indonesia yaitu keterbatasan anggaran yang menyebabkan kurangnya fasilitas laboratorium yang memadai, sehingga peserta didik tidak dapat melakukan praktikum secara optimal (Khaeruman et al., 2018). Untuk mengatasi berbagai tantangan tersebut, pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi menjadi solusi yang relevan. Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah laboratorium virtual. Laboratorium virtual adalah suatu simulasi komputer yang meniru lingkungan laboratorium nyata yang memungkinkan peserta didik untuk melakukan praktikum secara digital (Herga & Dinevski, 2012). Laboratorium virtual juga dapat diakses di mana saja dan memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam pembelajaran.

Elektrolisis merupakan materi kimia di Sekolah Menengah Atas yang membutuhkan percobaan untuk menambah pemahaman peserta didik. Dalam proses elektrolisis, unsur-unsur dipisahkan dari senyawanya menggunakan arus listrik. Banyak industri kimia yang memanfaatkan proses elektrolisis, seperti pemurnian logam, pembuatan bahan kimia, dan produksi gas. Namun, pemahaman konsep elektrolisis sering kali menjadi tantangan bagi peserta didik karena sifatnya yang abstrak (Yerimadesi et al., 2018). Terjadinya perubahan energi dari listrik menjadi kimia dalam elektrolisis yang sering kali sulit dipahami tanpa visualisasi yang jelas menyebabkan peserta didik tidak sepenuhnya memahami konsep dalam materi tersebut.

Di era teknologi ini, banyak muncul inovasi baru untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Salah satu contoh dari inovasi tersebut adalah pengembangan media pembelajaran laboratorium virtual pada materi elektrolisis yang telah dilakukan oleh (Pradani et al., 2020) dengan hasil uji coba keterbacaan sebesar 87,4%. Laboratorium virtual yang telah dikembangkan sebelumnya berupa animasi *augmented reality*, hal ini yang menjadi tantangan peneliti dalam mengembangkan media agar laboratorium virtual yang memungkinkan peserta didik untuk dapat menggerakkan alat dan bahan sehingga dapat meningkatkan aspek keterampilan.

Berdasarkan pemaparan di atas, pengembangan media pembelajaran laboratorium virtual pada materi elektrolisis menjadi alternatif solusi untuk menunjang pembelajaran dan memotivasi peserta didik dalam belajar materi elektrolisis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain dan mengaplikasikan laboratorium virtual yang efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep elektrolisis. Laboratorium virtual ini menyediakan simulasi interaktif yang dapat membantu peserta didik untuk mengamati proses elektrolisis secara visual dan dinamis. Selain itu, laboratorium virtual ini juga menyediakan materi dan latihan soal yang dapat digunakan oleh peserta didik untuk mempelajari konsep elektrolisis.

TINJAUAN PUSTAKA

Praktikum dalam Pembelajaran Kimia

Praktikum dapat diartikan sebagai salah satu kegiatan dalam pembelajaran untuk menambah pengetahuan bagi peserta didik tentang konsep yang mereka pelajari dengan melakukan serangkaian percobaan untuk mengalami dan mengamati objek konkret yang berhubungan dengan materi secara langsung. Menurut (Dalgarno et al., 2009) tujuan utama dari pembelajaran praktikum antara lain: (1) untuk membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan mereka dalam menjelaskan teori yang mendasarinya, (2) untuk membantu peserta didik belajar menggunakan peralatan laboratorium dengan mengikuti prosedur standar praktikum, (3) dan untuk mengembangkan pemahaman peserta didik mengenai proses pendekatan ilmiah seperti merancang percobaan, mengolah data, dan menarik kesimpulan.

Dalam pembelajaran kimia diperlukan kegiatan praktikum untuk melatih keterampilan eksperimen peserta didik. Namun, kebanyakan peserta didik datang ke laboratorium untuk melaksanakan praktikum tanpa memiliki persiapan, kemudian melakukan praktikum tanpa benar-benar berpikir mengenai apa yang mereka pelajari (Rowe et al., 2018). Pelaksanaan praktikum kimia di sekolah memiliki kelemahan, diantaranya percobaan dilakukan secara terbatas karena keterbatasan alat dan bahan, dan beberapa percobaan membutuhkan waktu yang relatif lama. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, diperlukan suatu media pembelajaran yang tepat sebagai alat bantu untuk memaksimalkan kegiatan praktikum dalam memahamkan konsep kepada peserta didik.

Laboratorium Virtual

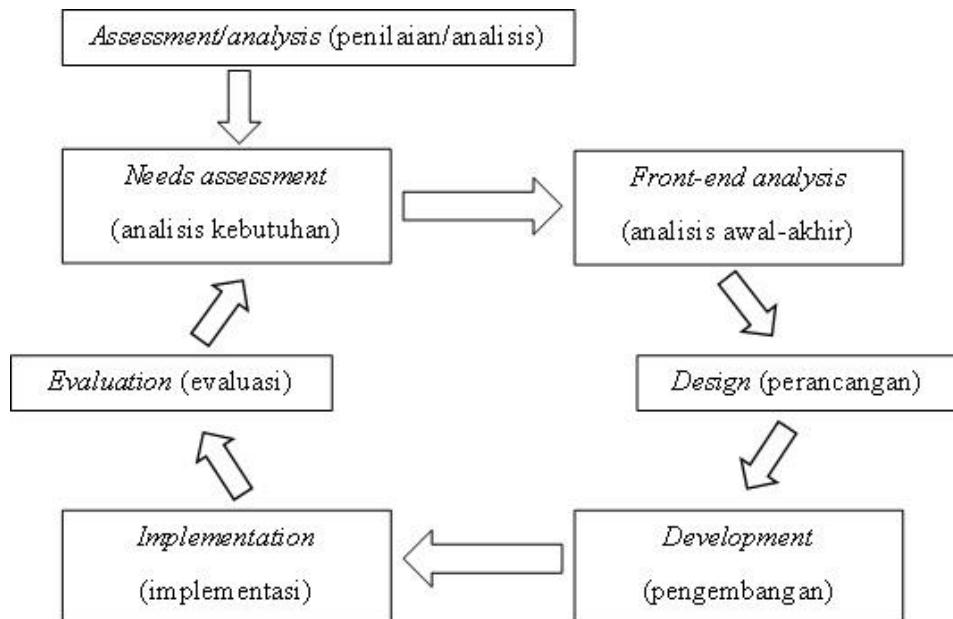
Laboratorium virtual merupakan perangkat lunak komputer berbasis multimedia interaktif yang menyajikan serangkaian alat-alat laboratorium dan simulasi kegiatan praktikum di laboratorium (Suarja, 2015). Laboratorium virtual juga merupakan salah satu jenis permainan edukasi berbasis komputer (Jagodziński & Wolski, 2015). Laboratorium virtual tidak hanya menampilkan gambar, tetapi juga animasi dan simulasi interaktif yang dapat digunakan oleh peserta didik sebagai alat bantu untuk mempelajari materi elektrolisis agar proses belajar menjadi lebih menarik. Berdasarkan tipenya, laboratorium virtual dibagi menjadi dua, yaitu: (1) laboratorium berbasis simulator yang menggunakan model perangkat lunak untuk merepresentasikan objek atau sistem dalam tingkat abstraksi tertentu dan (2) laboratorium virtual berbasis pada peralatan nyata, baik dalam bentuk 2D maupun 3D yang mencakup sebagian besar kualitas jenis laboratorium berbasis simulator (Jaya, 2013).

Elektrolisis

Elektrolisis merupakan proses penggunaan energi listrik untuk memecah senyawa elektrolit. Dalam memahami proses elektrolisis, penting bagi peserta didik untuk mengamati perubahan yang terjadi pada katode dan anode dan mengidentifikasi produk yang dihasilkan di katode dan anode. Elektrolisis terdeteksi melalui adanya perubahan warna atau pembentukan gelembung. Oleh karena itu, cara terbaik dalam mempelajari elektrolisis adalah dengan cara mengamati dan memvisualisasikan perubahan yang terjadi dengan melakukan percobaan di laboratorium (Huri & Karpudewan, 2019). Dalam materi elektrolisis terdapat konsep dan fenomena yang dapat diadaptasi menjadi media pembelajaran laboratorium virtual, seperti simulasi percobaan elektrolisis larutan kalium iodida untuk mengamati pembentukan iodin di anode dan gas hidrogen di katode. Selain itu, visualisasi dan simulasi reaksi yang terjadi di anode dan katode secara submikroskopik juga dapat ditampilkan dalam laboratorium virtual (Ilahi et al., 2022)

2. METODE PENELITIAN

Produk media pembelajaran laboratorium virtual ini dikembangkan menggunakan model pengembangan menurut (Lee & Owen, 2004) yaitu model pengembangan multimedia yang meliputi tahap *assessment/analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation* yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Prosedur Pengembangan Media Pembelajaran Menurut Lee & Owens

Tahap *assessment/analysis* bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan kondisi yang terjadi lapangan dengan kondisi yang diharapkan sehingga kebutuhan dalam proses pembelajaran dapat diketahui. Tahap analisis dilakukan dengan mempelajari karakteristik peserta didik yang menjadi target media pembelajaran, analisis teknologi yang akan digunakan untuk pengembangan media pembelajaran, pengkajian materi yang akan dijadikan topik pada laboratorium virtual yang dikembangkan, serta analisis tujuan pembelajaran. Pada tahap perancangan dilakukan kegiatan pembuatan *storyboard*, perancangan spesifikasi media, dan isi konten

materi untuk media yang akan dikembangkan. Selain itu, dilakukan juga penyusunan angket yang dibutuhkan untuk proses validasi ahli dan uji coba peserta didik.

Storyboard yang telah dibuat kemudian dikembangkan pada tahap pengembangan. Selanjutnya dilakukan pemrograman media pembelajaran. Program yang digunakan meliputi *CorelDraw* untuk mendesain tampilan media dan alat-alat pada objek 3D dan ikon-ikon aplikasi, *Blender* untuk pembuatan dan pengeditan objek 3D, serta *Unity3D* untuk pembuatan simulasi praktikum.

Validasi ahli materi dan ahli media juga dilakukan pada tahap pengembangan. Validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kevalidan dan kelayakan laboratorium virtual yang dikembangkan. Dilakukan validasi adalah untuk mendapatkan data berupa penilaian, komentar, dan saran dari ahli bidang kimia maupun media pembelajaran serta dari pengguna. Angket validasi yang dibuat meliputi angket validasi dari segi media dan materi menggunakan skala Likert lima tingkat.

Data yang diperoleh dianalisis dengan teknik analisis persentase menggunakan rumus berikut.

$$P = \frac{\Sigma x}{\Sigma xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase kelayakan/kevalidan

Σx = jumlah total skor jawaban validator

Σxi = jumlah total skor jawaban tertinggi

Kevalidan media pembelajaran laboratorium virtual ditentukan berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus tersebut. Untuk menentukan kevalidan media pembelajaran digunakan interval penentuan tingkat kevalidan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan

| Percentase (%) | Kriteria |
|----------------|---------------------------|
| 0-20 | Tidak layak/tidak valid |
| 21-40 | Kurang layak/kurang valid |
| 41-60 | Cukup layak/cukup valid |
| 61-80 | Layak/valid |
| 81-100 | Sangat layak/sangat valid |

(Sumber: Riduwan, 2012)

Produk yang telah dikembangkan kemudian direvisi. Perbaikan produk dilakukan berdasarkan komentar dan saran dari validator sehingga didapatkan laboratorium virtual yang lebih baik. Setelah melakukan revisi dengan menerapkan komentar dan saran dari validator baik dari segi media dan segi materi, laboratorium virtual selanjutnya diuji coba keterbacaan oleh 17 peserta didik di SMA Negeri 3 Malang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan aplikasi laboratorium virtual yang diberi nama “Edulisis”. Edulisis merupakan media pembelajaran laboratorium virtual yang berfokus pada materi elektrolisis. Terdapat penjelasan materi elektrolisis, praktikum elektrolisis larutan kalium iodida dan natrium sulfat, serta latihan soal dalam aplikasi tersebut. Berikut adalah hasil pengembangan media pembelajaran Edulisis.



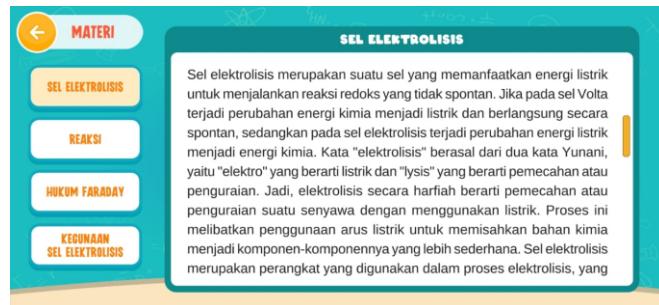
Gambar 2. Tampilan Utama

Gambar 2 merupakan tampilan utama ketika aplikasi pertama kali dibuka. Peserta didik dapat memencet tombol “MULAI” untuk menuju ke halaman berikutnya yaitu halaman menu.



Gambar 3. Tampilan Halaman Menu

Pada halaman menu, terdapat beberapa ikon yang mengarahkan peserta didik ke halaman yang lain. Beberapa menu yang terdapat pada aplikasi Edulisis yaitu materi, alat dan bahan, laboratorium, dan tujuan pembelajaran. Halaman menu ditampilkan seperti pada Gambar 3.



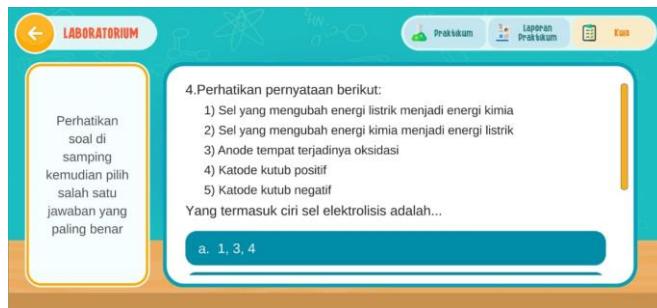
Gambar 4. Tampilan Halaman Materi

Pada halaman materi, terdapat beberapa tombol yang mengarahkan pada poin-poin materi yang terdapat pada materi sel elektrolisis. Beberapa poin materi sel elektrolisis yakni prinsip dasar sel elektrolisis, reaksi-reaksi pada sel elektrolisis, Hukum Faraday, dan kegunaan sel elektrolisis dalam industri. Halaman menu materi ditampilkan seperti pada Gambar 4.



Gambar 5. Halaman Menu Laboratorium

Gambar 5 merupakan tampilan dari menu laboratorium. Pada menu laboratorium terdapat dua praktikum elektrolisis yaitu elektrolisis larutan kalium iodida dengan elektrode inert dan elektrolisis larutan sodium sulfat dengan elektrode inert. Setelah melakukan praktikum, peserta didik dapat mengisi laporan praktikum dan mengerjakan soal kuis yang tersedia dalam aplikasi. Tombol laporan praktikum dan kuis terdapat pada bagian atas halaman laboratorium. Halaman soal kuis ditampilkan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Soal Kuis

Aplikasi media pembelajaran Edulisis yang telah dikembangkan dapat diakses oleh peserta didik melalui *smartphone* dengan sistem operasi android. Penerapan media dalam proses kegiatan pembelajaran dapat dilakukan peserta didik secara mandiri maupun dibimbing oleh pendidik untuk hasil yang lebih maksimal. Media pembelajaran Edulisis berisi simulasi praktikum elektrolisis yang dapat digunakan sebagai pengganti praktikum di laboratorium yang tidak dapat dilakukan karena terkendala keterbatasan fasilitas praktikum, sehingga peserta didik tetap dapat melakukan pengamatan layaknya praktikum di laboratorium.

3.1. Validitas Laboratorium Virtual dari Segi Media Pembelajaran

Media pembelajaran Edulisis dari segi media dapat dikatakan valid dan layak untuk diuji cobakan kepada peserta didik. Berdasarkan hasil pengisian angket yang dilakukan oleh ahli media diperoleh persentase rata-rata hasil validasi produk sebagai media pembelajaran sebesar 80% yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran

| No. | Kriteria yang Dinilai | Persentase | Kriteria |
|-----|---------------------------------|------------|----------|
| 1. | Tampilan menu aplikasi Edulisis | 80% | Layak |
| 2. | Tampilan keseluruhan media | 80% | Layak |

Saran yang diberikan oleh validator adalah (1) tambahkan tombol kembali ke “home” pada setiap bagian, tidak hanya dengan tombol panah balik.

3.2. Validitas Laboratorium Virtual dari Segi Materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh salah satu Dosen Kimia Fisika Universitas Negeri Malang. Dari hasil validasi yang disajikan pada Tabel 3, diperoleh persentase rata-rata hasil validasi sebesar 79,2%. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran Edulisis valid dan layak untuk diuji cobakan kepada peserta didik.

Tabel 3. Hasil Validasi Laboratorium Virtual dari Segi Materi

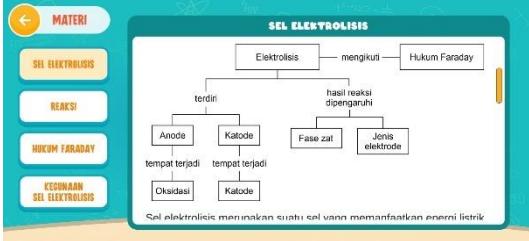
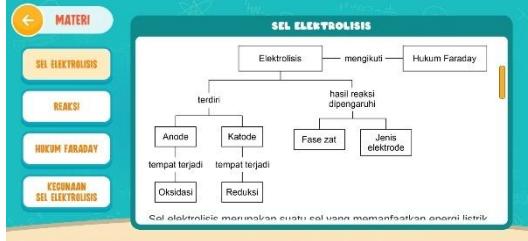
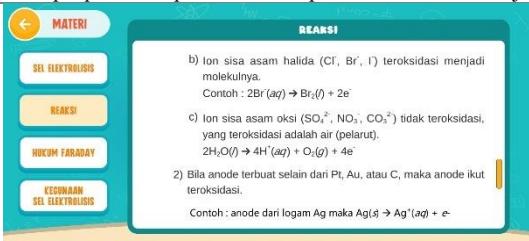
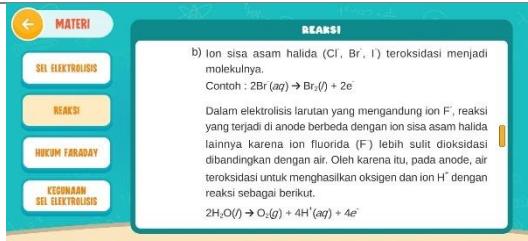
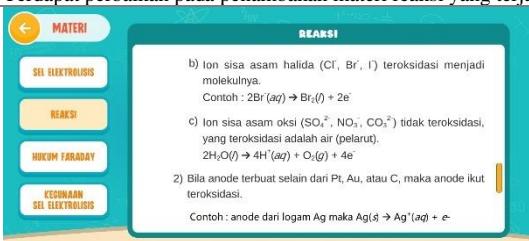
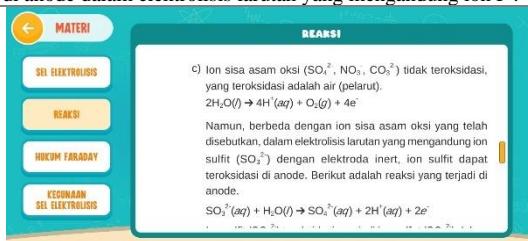
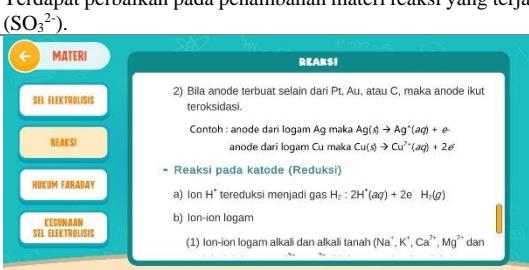
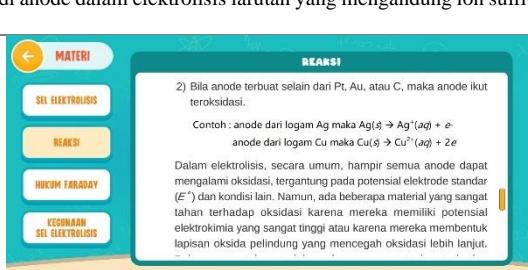
| No. | Kriteria yang Dinilai | Persentase | Kriteria |
|-----|---------------------------|------------|----------|
| 1. | Kejelasan materi | 79,1% | Layak |
| 2. | Keseluruhan sajian materi | 80% | Layak |

Saran yang diberikan oleh validator adalah (1) pada peta konsep terdapat kesalahan penulisan, (2) perbanyak kuis yang sesuai dengan tujuan pembelajaran, (3) perbaikan beberapa konsep pada bagian materi yang kurang tepat.

3.3. Revisi Produk

Media pembelajaran Edulisis yang telah divalidasi oleh para ahli kemudian direvisi berdasarkan saran dan komentar dari validator sebelum diuji coba pada kelompok kecil. Revisi yang telah dilakukan terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Revisi yang Dilakukan Berdasarkan Saran dan Komentar Validator

| No. | Sebelum Revisi | Setelah Revisi |
|-----|--|---|
| 1. |  <p>SEL ELEKTROLISIS</p> <p>Elektrolisis — mengikuti Hukum Faraday</p> <p>terdiri</p> <p>Anode Katode</p> <p>tempat terjadi tempat terjadi</p> <p>Oksidasi Katode</p> <p>hasil reaksi dipengaruhi</p> <p>Fase zat Jenis elektrode</p> <p>Sel elektrolisis merupakan suatu sel yang memanfaatkan energi listrik</p> |  <p>SEL ELEKTROLISIS</p> <p>Elektrolisis — mengikuti Hukum Faraday</p> <p>terdiri</p> <p>Anode Katode</p> <p>tempat terjadi tempat terjadi</p> <p>Oksidasi Reduksi</p> <p>hasil reaksi dipengaruhi</p> <p>Fase zat Jenis elektrode</p> <p>Sel elektrolisis merupakan suatu sel yang memanfaatkan energi listrik</p> |
| | <p>Keterangan: Terdapat perbaikan pada kesalahan penulisan “katode” menjadi “reduksi”.</p> | |
| 2. |  <p>REAksi</p> <p>b) Ion sisa asam halida (Cl⁻, Br⁻, I⁻) teroksidasi menjadi molekulnya. Contoh : $2\text{Br}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^-$</p> <p>c) Ion sisa asam oksi (SO₄²⁻, NO₃⁻, CO₃²⁻) tidak teroksidasi, yang teroksidasi adalah air (pelarut). $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{e}^-$</p> <p>2) Bila anode terbuat selain dari Pt, Au, atau C, maka anode ikut teroksidasi. Contoh: anode dari logam Ag maka $\text{Ag}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$</p> |  <p>REAksi</p> <p>b) Ion sisa asam halida (Cl⁻, Br⁻, I⁻) teroksidasi menjadi molekulnya. Contoh : $2\text{Br}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^-$</p> <p>Dalam elektrolisis larutan yang mengandung ion F⁻, reaksi yang terjadi di anode berbeda dengan ion sisa asam halida lainnya karena ion fluorida (F⁻) lebih sulit dioksidasi dibandingkan dengan air. Oleh karena itu, pada anode, air teroksidasi untuk menghasilkan oksigen dan ion H⁺ dengan reaksi sebagai berikut. $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^-$</p> |
| | <p>Keterangan: Terdapat perbaikan pada penambahan materi reaksi yang terjadi di anode dalam elektrolisis larutan yang mengandung ion F⁻.</p> | |
| 3. |  <p>REAksi</p> <p>b) Ion sisa asam halida (Cl⁻, Br⁻, I⁻) teroksidasi menjadi molekulnya. Contoh: $2\text{Br}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^-$</p> <p>c) Ion sisa asam oksi (SO₄²⁻, NO₃⁻, CO₃²⁻) tidak teroksidasi, yang teroksidasi adalah air (pelarut). $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{e}^-$</p> <p>2) Bila anode terbuat selain dari Pt, Au, atau C, maka anode ikut teroksidasi. Contoh: anode dari logam Ag maka $\text{Ag}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$</p> |  <p>REAksi</p> <p>c) Ion sisa asam oksi (SO₄²⁻, NO₃⁻, CO₃²⁻) tidak teroksidasi, yang teroksidasi adalah air (pelarut). $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{e}^-$</p> <p>Namun, berbeda dengan ion sisa asam oksi yang telah disebutkan, dalam elektrolisis larutan yang mengandung ion sulfat (SO₄²⁻) dengan elektroda inert, ion sulfat dapat teroksidasi di anode. Berikut adalah reaksi yang terjadi di anode. $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$</p> |
| | <p>Keterangan: Terdapat perbaikan pada penambahan materi reaksi yang terjadi di anode dalam elektrolisis larutan yang mengandung ion sulfat (SO₃²⁻).</p> | |
| 4. |  <p>REAksi</p> <p>2) Bila anode terbuat selain dari Pt, Au, atau C, maka anode ikut teroksidasi. Contoh: anode dari logam Ag maka $\text{Ag}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$ anode dari logam Cu maka $\text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$</p> <p>- Reaksi pada katode (Reduksi)</p> <p>a) Ion H⁺ tereduksi menjadi gas H₂: $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$</p> <p>b) Ion-ion logam</p> <p>(1) Ion-ion logam alkali dan alkali tanah (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ dan</p> |  <p>REAksi</p> <p>2) Bila anode terbuat selain dari Pt, Au, atau C, maka anode ikut teroksidasi. Contoh: anode dari logam Ag maka $\text{Ag}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$ anode dari logam Cu maka $\text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$</p> <p>Dalam elektrolisis, secara umum, hampir semua anode dapat mengalami oksidasi, tergantung pada potensial elektrode standar (E^o) dan kondisi lain. Namun, ada beberapa material yang sangat tahan terhadap oksidasi karena mereka memiliki potensial elektrokimia yang sangat tinggi atau karena mereka membentuk lapisan oksida pelindung yang mencegah oksidasi lebih lanjut.</p> |
| | <p>Keterangan: Terdapat perbaikan pada penambahan materi reaksi yang terjadi di anode jika anode bukan elektrode inert.</p> | |
| 5. |  <p>LABORATORIUM</p> <p>Klik corong untuk meletakan corong pada tabung U</p> <p>Na₂SO₄</p> |  <p>LABORATORIUM</p> <p>Klik corong untuk meletakan corong pada tabung U</p> <p>Na₂SO₄</p> |
| | <p>Keterangan: Terdapat perbaikan pada kesalahan penulisan N_a2SO₄ menjadi Na₂SO₄.</p> | |

3.4. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba keterbacaan oleh peserta didik dilakukan setelah melakukan revisi terhadap produk berdasarkan saran dari validator. Uji coba dilakukan oleh 17 peserta didik kelas XII SMA Negeri 3 Malang dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Coba Keterbacaan

| No. | Kriteria yang Dinilai | Percentase | Kriteria |
|-----|-----------------------|------------|--------------|
| 1 | Penyajian media | 88,8% | Sangat layak |
| 2. | Kejelasan informasi | 88,2% | Sangat layak |

| | | |
|----------------------|-------|--------------|
| 3. Pemakaian program | 85,8% | Sangat layak |
| 4. Keefektifan media | 84,4% | Sangat layak |
| 5. Kejelasan materi | 87,4% | Sangat layak |
| 6. Keseluruhan media | 87,7% | Sangat layak |
| Persentase rata-rata | 87,1% | Sangat layak |

Hasil uji coba menunjukkan bahwa diperoleh rata-rata sebesar 87,1%, sehingga dapat dikatakan produk media pembelajaran Edulisis sangat valid dan sangat layak untuk diimplementasikan ke tahap selanjutnya yaitu pada kelompok yang lebih besar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran laboratorium virtual Edulisis mampu memberikan solusi efektif dalam mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium di sekolah. Dengan menggunakan model pengembangan Lee & Owens, media ini berhasil melewati tahap validasi dan uji coba dengan hasil yang memuaskan. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa dari segi media, Edulisis memiliki tingkat kelayakan sebesar 80%, sementara dari segi materi mencapai 79,2%. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran ini tidak hanya layak digunakan tetapi juga memiliki kualitas yang baik dalam menyampaikan konsep elektrolisis secara interaktif dan menarik. Simulasi interaktif yang disediakan oleh Edulisis memungkinkan siswa untuk mengamati langsung proses elektrolisis yang sulit divisualisasikan di kelas, sehingga meningkatkan pemahaman dan motivasi siswa dalam mempelajari materi. Karena siswa dapat termotivasi dengan adanya visualiasi terkait materi yang dipelajari (Schoenherr et al., 2024).

Uji coba keterbacaan yang dilakukan terhadap 17 siswa kelas XII SMA Negeri 3 Malang menunjukkan hasil yang sangat memuaskan dengan persentase keterbacaan sebesar 87,1%. Angka ini mengindikasikan bahwa Edulisis sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran sehari-hari. Penyajian media yang jelas (88,8%) dan kejelasan informasi (88,2%) menjadi faktor penting yang mendukung keberhasilan media ini dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kimia. Penggunaan laboratorium virtual seperti Edulisis juga sejalan dengan tren global dalam dunia pendidikan yang mulai beralih ke pembelajaran berbasis teknologi untuk memperkaya pengalaman belajar siswa (Jagodziński & Wolski, 2015). Oleh karena itu, Edulisis dapat menjadi model dalam pengembangan media pembelajaran serupa di bidang sains lainnya, terutama dalam mata pelajaran yang memerlukan praktikum untuk pemahaman konsep yang lebih mendalam.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan produk media pembelajaran laboratorium virtual pada materi elektrolisis berupa aplikasi yang diberi nama Edulisis. Aplikasi ini dapat diakses melalui *smartphone* android tanpa perlu koneksi internet. Pada aplikasi terdapat menu materi, alat dan bahan, serta laboratorium. Dilengkapi dengan latihan soal yang dapat dikerjakan oleh peserta didik. Adapun rata-rata persentase hasil validitas produk dari segi media sebesar 80% (layak), dari segi materi 79,2% (layak), dan dari hasil uji coba kelompok kecil 87,1% (sangat layak). Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran Edulisis dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam mempelajari materi elektrolisis. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan produk dapat diimplementasikan kepada peserta didik dalam kelompok yang lebih besar dan diuji keefektifannya terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik serta menambah kedalaman materi agar peserta didik dapat memahami materi secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W., & Bedgood, D. R. (2009). Effectiveness of a virtual laboratory as a preparatory resource for distance education chemistry students. *Computers and Education*, 53(3), 853–865. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.005>

Herga, N., & Dinevski, D. (2012). Virtual laboratory in chemistry-experimental study of understanding, reproduction and application of acquired knowledge of subject's chemical content. *Organizacija*, 45(3), 108–116. <https://doi.org/10.2478/v10051-012-0011-7>

Huri, N. H. D., & Karpudewan, M. (2019). Evaluating the effectiveness of integrated STEM-lab activities in improving secondary school students' understanding of electrolysis. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(3), 495–508. <https://doi.org/10.1039/c9rp00021f>

Jagodziński, P., & Wolski, R. (2015). Assessment of application technology of natural user interfaces in the creation of a virtual chemical laboratory. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 16–28. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9517-5>

Jaya, H. (2012). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2(1), 81–90. <https://doi.org/10.21831/jpv.v2i1.1019>

Khaeruman, Khery, Y., & Murdiono. (2018). Pengembangan laboratorium virtual pada materi larutan elektrolit dan non-elektrolit. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 3(2), 691. <https://ejournal.undikma.ac.id/index.php/jiim/article/view/234>

Ilahi, K. A., Subarkah, Z. C., & Yulia, S. (2022). Application of Virtual Laboratory Learning Media to Improve Chemical Representation Capabilities in Electrolysis Cell Material. *Gunung Djati Conference Series*, 7, 25–35.

Lee, W. W., & Owen, D. L. (2004). *Multimedia-Based Instructional Design*, (2nd Ed) (2nd Editio). Pfeiffer.

Nais, M. K., Sugiyarto, K. H., & Ikhsan, J. (2019). Virtual chemistry laboratory (virtual chem-lab): Potential experimental media in hybrid learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1156(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012028>

Pradani, N., Munzil, & Muchson, M. (2020). Development of guided inquiry based learning materials enriched with augmented reality in electrolysis cell material. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(12), 4–15. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V14I12.15597>

Riduwan. 2012. Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian. Bandung: Alfabeta.

Rowe, R. J., Koban, L., Davidoff, A. J., & Thompson, K. H. (2018). Efficacy of Online Laboratory Science Courses. *Journal of Formative Design in Learning*, 2(1), 56–67. <https://doi.org/10.1007/s41686-017-0014-0>

Schoenherr, J., Strohmaier, A. R., Schukajlow, S. (2024). Learning with visualizations helps: a meta-analysis of visualization interventions in mathematics education. *Educational Research Review*, 45, 100639. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100639>

Suarja, Z. A. (2015). Penggunaan Laboratorium Virtual pada Pembelajaran Biologi di SMA Kota Banda Aceh. *Jurnal Bio-Natural (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 1(2), 33–38.

Syafrina, R., Rohman, I., & Yuliani, G. (2018). Analysis of chemical concepts as the basic of virtual laboratory development and process science skills in solubility and solubility product subject. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012092>

Yerimadesi, Y., Bayharti, B., & Oktavirayanti, R. (2018). Validitas Dan Praktikalitas Modul Reaksi Redoks dan Sel Elektrokimia Berbasis Guided Discovery Learning untuk SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 2(1), 17-24. <https://doi.org/10.24036/jep/vol2-iss1/143>