

## Penerapan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Kimia pada Materi Sel Elektrolisis

ANIS KURNIA ILAHI<sup>1</sup>, CUCU ZENAB SUBARCAH<sup>1</sup>, DAN YULIA SUKMAWARDINI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung,  
Jl. A. H. Nasution No. 105 Bandung

\*alamat email korespondensi: kurniaanis00@gmail.com

### Informasi Artikel

### Abstrak/Abstract

Kata Kunci:  
laboratorium virtual;  
representasi kimia;  
sel elektrolisis.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan laboratorium virtual terhadap kemampuan representasi kimia, mendeskripsikan kemampuan mahasiswa dalam mengerjakan lembar kerja serta menganalisis peningkatan kemampuan representasi kimia setelah pembelajaran menggunakan laboratorium virtual pada materi sel elektrolisis. Elektrolisis adalah penguraian suatu zat akibat adanya arus searah yang dilewatkan kedalam larutan atau lelehan zat tersebut. Contoh penerapan elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari yaitu pelapisan dan pemurnian logam. Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa pendidikan kimia semester II yang mengambil mata kuliah Praktikum Kimia dasar II. Sampel yang digunakan yaitu sebanyak 34 orang. Metode penelitian yang digunakan adalah pre experiment dengan desain one group pretest-posttest design. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan tes tertulis berupa pretest dan posttest Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dan lembar observasi. Analisis data menggunakan uji t dengan nilai signifikansi < 0,001. Maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penerapan laboratorium virtual terhadap peningkatan kemampuan representasi kimia mahasiswa. Berdasarkan rata-rata hasil uji N-gain sebesar 0,5 dengan interpretasi sedang. Artinya, peningkatan kemampuan representasi kimia pada materi sel elektrolisis berada pada kriteria sedang.

*Keywords: virtual laboratory; chemical representation; electrolysis cell.*

*This study aims to describe the application of a virtual laboratory to the ability of chemical representation, to describe students' ability to work on worksheets and to analyze the improvement of chemical representation abilities after learning using a virtual laboratory on electrolysis cell material. Electrolysis is the decomposition of a substance due to the direct current that is passed into the solution or melt of the substance. Examples of the application of electrolysis in everyday life are metal plating and refining. This research was conducted on second semester chemistry education students who took the basic Chemistry II Practicum course. The sample used is as many as 34 people. The research method used is a pre-experiment with a one group pretest-posttest design. Data were collected using a written test in the form of pretest and posttest Student Worksheets (LKM) and observation sheets. Data analysis used t test with significance value < 0.001. So  $H_0$  is rejected and  $H_a$  is accepted, so it can be concluded that there is an effect of implementing a virtual laboratory on increasing students' chemical representation abilities. Based on the average N-gain test results of 0.5 with a moderate interpretation. That is, the increase in the ability of the chemical representation of the electrolytic cell material is in the moderate criteria.*

## PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas hidup manusia guna menjamin perkembangan bangsa di masa yang akan datang [1]. Namun, saat ini pelaksanaan pendidikan mengalami kendala yang disebabkan adanya pandemi covid-19 [2]. Covid-19 ini memiliki kecepatan penyebaran yang tinggi [3] sehingga pembelajaran tidak bisa dilakukan seperti

biasa yaitu secara tatap muka melainkan harus dilaksanakan secara daring [4].

Pembelajaran secara daring diartikan sebagai pembelajaran jarak jauh [4] yang memanfaatkan jaringan internet dalam proses penyampaian materi ataupun sebagai sarana untuk berinteraksi antara guru dengan peserta didiknya [5]. Selain itu, pembelajaran jarak jauh juga menghambat pelaksanaan praktikum.

Dalam pembelajaran sains, hampir setiap materi yang diajarkan memerlukan adanya praktikum sebagai pendukung untuk mencapai tujuan pembelajaran [6]. Beberapa peneliti melaporkan bahwa eksperimen memainkan peran penting dalam pendidikan sains dan teknik [7]. Namun menurut penelitian Hikmah et al., [6] masih banyak ditemukan beberapa sekolah yang tidak dapat melaksanakan praktikum. Hal tersebut dikarenakan kurangnya pemahaman guru terhadap pentingnya praktikum, alat dan bahan yang dibutuhkan untuk praktikum tidak tersedia sehingga mengakibatkan kurangnya pemahaman dan pengalaman yang diperoleh siswa.

Dengan demikian dibutuhkan media pembelajaran yang mampu menarik minat peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar untuk menciptakan pembelajaran yang efektif. Media pembelajaran adalah suatu alat baik berupa hardware atau software sebagai sarana dan prasarana proses pembelajaran yang harus terus dikembangkan mengikuti perkembangan teknologi untuk menciptakan kelas yang aktif dan efektif [8]. Perkembangan media pembelajaran saat ini sangat pesat, tidak hanya menggunakan media cetak dan media berbasis computer, tetapi sudah mulai dikembangkan media berbasis android [9]. Perangkat android sangat dekat dengan kehidupan peserta didik, selain untuk komunikasi perangkat android juga memiliki potensi untuk dijadikan sebagai media pembelajaran yang menarik bagi peserta didik [8].

Laboratorium virtual merupakan suatu media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi untuk memberikan gambaran tentang simulasi praktikum di laboratorium bagi lembaga pendidikan yang mengalami kendala mengenai kondisi, biaya, tempat, alat dan bahan untuk melakukan eksperimen di laboratorium nyata [10]. Seperti kondisi saat ini, hampir seluruh lembaga pendidikan tidak memungkinkan untuk mengadakan praktikum secara langsung di laboratorium, sehingga laboratorium virtual bisa dijadikan sebagai alternatif untuk melaksanakan praktikum.

Menurut Nur Hikmah, et al., [6] pada penelitiannya menjelaskan bahwa penggunaan media laboratorium virtual dapat memudahkan peserta didik dalam memahami konsep, hal tersebut karena media laboratorium virtual dapat menggambarkan sesuatu yang bersifat rumit atau abstrak [11] serta mampu meningkatkan kreativitas peserta didik maupun pendidik [12]. Hal tersebut

selaras dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Hermansyah et al., bahwa laboratorium virtual mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif.

Pembelajaran kimia terdiri dari dua aspek, yaitu teori dan praktikum [13]. Ilmu kimia merupakan salah satu cabang ilmu yang memiliki konsep abstrak [14]. Adapaun salah satu contoh materi dalam ilmu kimia yang membutuhkan visualisasi untuk menjelaskan konsep abstrak serta perlu melakukan eksperimen di laboratorium yaitu materi mengenai sel elektrolisis [15].

Elektrolisis adalah penguraian suatu zat akibat adanya arus searah yang dilewatkan kedalam larutan atau lelehan zat tersebut. Proses elektrolisis berlangsung dalam sebuah sel yang disebut sel elektrolisis. Elektrolisis terjadi dengan tidak spontan, sehingga memerlukan energi listrik dari luar untuk menghasilkan reaksi redoks, sebagaimana reaksi redoks yang dihasilkan oleh elektrokimia. Komponen utama proses elektrolisis ini adalah larutan elektrolit dan elektroda [15]. Contoh penerapan elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari yaitu pemurnian logam dan pelapisan logam [16].

Pelapisan logam atau lebih dikenal dengan electroplating didefinisikan sebagai suatu proses yang dilakukan untuk melapisi logam untuk melindungi logam dari kerusakan dengan menggunakan logam lain. Pelapisan logam dilakukan dengan mencelupkan logam yang akan dilapisi dan logam yang berperan sebagai pelapis ke dalam larutan elektrolit yang mengandung garam-garam logam pelapis [17]. Pemurnian logam atau lebih dikenal dengan nama electrorefining adalah proses untuk memurnikan logam dengan memanfaatkan teknologi elektro kimia berdasarkan prinsip kerja sel elektrolisis [18].

Materi sel elektrolisis ini mengandung tiga tingkatan multipel representasi yang harus dipahami [19]. Tiga tingkatan tersebut yaitu mikroskopik, submikroskopik dan simbolik [20].

Level makroskopik merupakan tingkatan pemahaman ilmu kimia berdasarkan perubahan secara fisik, seperti perubahan warna, wujud dan perubahan lainnya yang bisa dilihat secara kasat mata [21]. Sedangkan submikroskopik merupakan pemahaman pada tingkat molekuler yang tak bisa dilihat secara kasat mata [22]. Adapun untuk simbolik, sesuai dengan namanya merupakan berupa simbol-simbol seperti persamaan reaksi, perhitungan dan lain sebagainya [21].

Belakangan ini laboratorium virtual telah banyak dikembangkan di berbagai cabang ilmu

namun pengembangan tersebut hanya sampai uji terbatas tidak diterapkan secara luas. sehingga belum banyak peneliti yang menerapkan media tersebut untuk mengetahui pengaruh penggunaannya terhadap hasil belajar peserta didik serta kekurangan dari media tersebut agar bisa diperbaiki oleh peneliti lain. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan media pembelajaran laboratorium virtual pada materi sel elektrolisis yang telah dibuat sebelumnya oleh [18].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini yaitu mengenai bagaimana kemampuan mahasiswa dalam mengerjakan lembar kerja, serta bagaimana peningkatan kemampuan representasi kimia mahasiswa pada materi sel elektrolisis setelah menggunakan media pembelajaran laboratorium virtual. Penggunaan media ini diharapkan bisa dijadikan sebagai alternatif untuk melaksanakan praktikum pada materi sel elektrolisis bagi lembaga pendidikan yang mengalami kendala dalam melaksanakan praktikum. Selain itu, media ini juga diharapkan mampu memudahkan peserta didik dalam memahami materi sel elektrolisis yang bersifat abstrak melalui penggambaran yang disajikan dalam media laboratorium virtual tersebut.

## EKSPERIMEN

### *Pendekatan dan Metode*

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, karena pada pelaksanaannya menggunakan analisis yang berupa angka-angka, baik pada pengumpulan data, penafsiran data serta hasil dari penelitiannya. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sugiyono bahwa, metode kuantitatif merupakan metode yang memiliki data penelitian berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik [23].

Berdasarkan pendekatan penelitian tersebut, maka metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode pre-experiment. Desain penelitian dari metode tersebut yang sesuai dengan kebutuhan peneliti yaitu one group pretest-posttest design. Bentuk rancangan desain pretest posttest dapat digambarkan melalui **Tabel 1** [24].

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biologi FMIPA Universitas Tanjungpura dan Laboratorium ITD Desain tersebut menggunakan satu kelas kontrol yaitu mahasiswa pendidikan kimia semester II yang

diberikan tes awal berupa *pretest* untuk mengetahui kemampuan sebelum perlakuan. Selanjutnya diberikan perlakuan berupa pembelajaran pada Praktikum Kimia Dasar II dengan menggunakan media pembelajaran laboratorium virtual Kemudian diberikan tes akhir berupa *posttest* untuk mengetahui kemampuan akhir mahasiswa. Peningkatan hasil belajar mahasiswa dapat dilihat dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest* [24].

**Tabel 1.** Rancangan *Pretest* dan *Posttest*.

Subjek	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Mahasiswa pendidikan kimia semester II	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

Keterangan:

O<sub>1</sub> = *Pretest*

X = Perlakuan

O<sub>2</sub> = *Posttest*

Proses pembelajaran pada penelitian ini dilakukan secara online melalui *Whatsapp group*, *google form*, dan *zoom meeting*. Adapun prosedur penelitian ini terdiri dari tiga tahapan. Tahap pertama persiapan, tahap kedua pelaksanaan, dan tahap ketiga analisis data [25]. Tahap persiapan meliputi analisis jurnal yang relevan, menyusun proposal penelitian, membuat instrumen yang akan digunakan serta validasi instrumen dan memperbaiki komponen pada media yang akan digunakan. Pada tahap pelaksanaan meliputi proses pembelajaran dengan menggunakan media laboratorium virtual pada materi pelapisan dan pemurnian logam berdasarkan prinsip sel elektrolisis. Dan pada tahap akhir merupakan proses untuk mengumpulkan data, pengolahan data, analisis data yang diperoleh serta penyusunan laporan penelitian dan penarikan kesimpulan penelitian.

### *Jenis dan Sumber Data*

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Kimia semester II yang mengambil mata kuliah Praktikum Kimia Dasar II UIN Sunan Gunung Djati Bandung dengan jumlah 34 orang. Mahasiswa tersebut dibagi kedalam 4 kelompok berdasarkan susunan nomor urut absen. Kelompok tersebut digunakan untuk berdiskusi pada saat penerapan media laboratorium virtual.

Adapun pengisian lembar kerja mahasiswa (LKM) dilakukan secara individu.

Data yang diambil meliputi hasil dari LKM, lembar observasi dan tes tertulis. Data tersebut diperoleh selama kegiatan pembelajaran berlangsung. LKM digunakan untuk mengetahui kemampuan mahasiswa dalam mengerjakan lembar kerja eksperimen serta mengukur kemampuan representasi kimia mahasiswa pada materi sel elektrolisis. Lembar observasi digunakan untuk mengetahui aktivitas mahasiswa selama kegiatan pembelajaran dengan menggunakan

media laboratorium virtual. Dengan menggunakan lembar observasi yang telah dibuat sebelumnya, observer mengamati setiap aktivitas yang dilakukan mahasiswa selama proses pembelajaran. Selanjutnya yaitu tes tertulis berupa soal *pretest* dan *posttest* yang digunakan untuk menganalisis peningkatan kemampuan representasi kimia mahasiswa pada materi sel elektrolisis sebelum dan setelah pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran laboratorium virtual. Secara rinci, teknik pengumpulan data dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** teknik pengumpulan data.

No	Sumber Data	Target	Teknik Pengumpulan Data	Instrumen
1	Mahasiswa	Aktivitas mahasiswa selama proses pembelajaran	Observasi yang dilakukan oleh observer pada saat pembelajaran berlangsung	Lembar Observasi
2	Mahasiswa	Peningkatan hasil belajar	Melakukan tes kemampuan representasi kimia dalam bentuk soal-soal mengenai sel elektrolisis	Tes tertulis ( <i>google form</i> )
3	Mahasiswa	Peningkatan hasil belajar	Memeriksa hasil pengerjaan LKM dengan menggunakan media laboratorium virtual dan laporan praktikum	Tes tertulis dalam bentuk lembar kerja ( <i>google classroom</i> dan <i>whatsapp group</i> )

### Teknik Analisis Data

#### Analisis lembar kerja mahasiswa

Lembar kerja yang sudah diisi kemudian diberi skor berdasarkan rubrik penilaian LKM yang sudah dibuat oleh peneliti dan diubah kedalam bentuk nilai dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Nilai} = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

Keterangan:

R = Jumlah skor yang diperoleh

SM = Jumlah skor maksimal

100 = Bilangan tetap

Kemudian nilai rata-rata lembar kerja mahasiswa dihitung menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum X}{N}$$

Keterangan:

$\sum X$  = Jumlah total nilai lembar kerja siswa seluruh kelompok

N = jumlah seluruh kelompok dalam satu kelas

#### Analisis data tes tertulis

Mahasiswa diberikan tes tertulis berupa *pretest* dan *posttest* yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar dengan menggunakan media Laboratorium Virtual.

Peningkatan kemampuan representasi kimia mahasiswa dapat dilihat dari hasil uji-t pada data hasil *pretest* dan *posttest*. Untuk melakukan uji-t, data yang diperoleh harus diuji normalitas terlebih dahulu dengan menggunakan aplikasi *SPSS* untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak. Data berdistribusi normal jika nilai signifikansi > 0,05 dan sebaliknya, data tidak berdistribusi normal jika nilai signifikasinya < 0,05. Jika data berdistribusi normal, maka data bisa dilakukan uji-t [25].

Analisis data dengan uji-t bertujuan untuk mengetahui apakah hasil *pretest* dan *posttest* memiliki perbedaan yang signifikan atau tidak. Nilai uji-t bisa ditentukan dengan bantuan aplikasi *SPSS*.  $H_0$  ditolak jika nilai signifikan yang diperoleh < 0,05 dan  $H_a$  diterima. Begitupun sebaliknya, jika nilai signifikan > 0,05 maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak [25].

$H_0$ : Tidak terdapat peningkatan kemampuan representasi kimia mahasiswa pada materi sel

elektrolisis setelah penerapan media pembelajaran laboratorium virtual untuk meningkatkan kemampuan representasi kimia.

Ha: Terdapat peningkatan kemampuan representasi kimia pada materi sel elektrolisis setelah penerapan media pembelajaran laboratorium virtual untuk meningkatkan kemampuan representasi kimia.

Analisis N-gain dilakukan untuk mengetahui persentase kriteria peningkatan hasil belajar sebelum dan sesudah perlakuan. Nilai N-gain dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}} \times 100$$

Kriteria nilai N-Gain dapat dilihat pada **Tabel 3** di bawah ini.

**Tabel 3.** Interpretasi nilai N-gain

N-Gain	Keterangan
$G < 0,3$	Peningkatan rendah
$0,3 < G < 7$	Peningkatan sedang
$G > 7$	Peningkatan tinggi

#### Analisis lembar observasi aktivitas mahasiswa

Hasil observasi aktivitas mahasiswa dianalisis dengan menghitung skor yang telah diisi oleh observer. Kemudian dihitung persentase dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{penilaian} = \frac{\text{jumlah aspek yang dinilai}}{\text{jumlah total aspek penilaian}} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

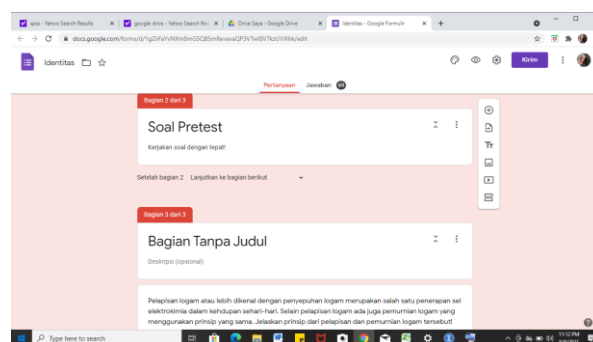
Berikut adalah pemaparan hasil penelitian yang telah dilakukan. Hasil penelitian ini didasarkan pada rumusan yang telah dibuat, yaitu mengenai kemampuan mahasiswa dalam mengerjakan lembar kerja mahasiswa untuk mengetahui perkembangan kemampuan representasi kimia serta peningkatan kemampuan representasi kimia.

Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan, yaitu persiapan, pelaksanaan dan analisis data. Pertama yaitu tahap persiapan. Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis jurnal terlebih dahulu mengenai perkembangan media yang akan diterapkan berupa laboratorium virtual. Kemudian peneliti menyusun proposal penelitian mengenai penerapan media pembelajaran laboratorium

virtual beserta instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini. Instrumen tersebut diantaranya yaitu lembar kerja mahasiswa, tes tertulis berupa *pretest-posttest*, lembar observasi dan lembar validasi instrumen yang sudah dibuat. instrumen yang telah dibuat kemudian divalidasi oleh validator dan diperbaiki berdasarkan saran yang diberikan oleh validator.

Kedua tahap pelaksanaan. Sebelum pelaksanaan penelitian, mahasiswa ditugaskan untuk mengisi daftar hadir yang telah disediakan oleh asisten praktikum melalui *googleform*. Selanjutnya, mahasiswa diberikan gambaran tentang tahapan percobaan yang akan dilakukan pada penelitian ini. Adapun pemaparan materi percobaan dilakukan sebelum pelaksanaan penelitian yang disampaikan pada mata kuliah kimia dasar II yang diikuti oleh semua mahasiswa pendidikan kimia semester II, dosen pengampu mata kuliah kimia dasar II beserta peneliti untuk menyampaikan materi yang berkaitan dengan percobaan tersebut.

Kemudian peneliti mengarahkan mahasiswa melalui *whatsapp group* untuk mengerjakan soal *pretest* berupa soal uraian sebanyak 5 butir soal yang dibuat menggunakan *googleform*. Tes ini digunakan untuk mengetahui kemampuan awal mahasiswa terhadap representasi kimia pada materi sel elektrolisis. Nilai yang diperoleh pada pelaksanaan *pretest* ini yaitu sebesar 67,68. Sebagian besar mahasiswa tidak mengerjakan soal dengan benar, bahkan ada beberapa mahasiswa yang tidak mengerjakan soal sama sekali. Tampilan *pretest* bisa dilihat pada **Gambar 1**.



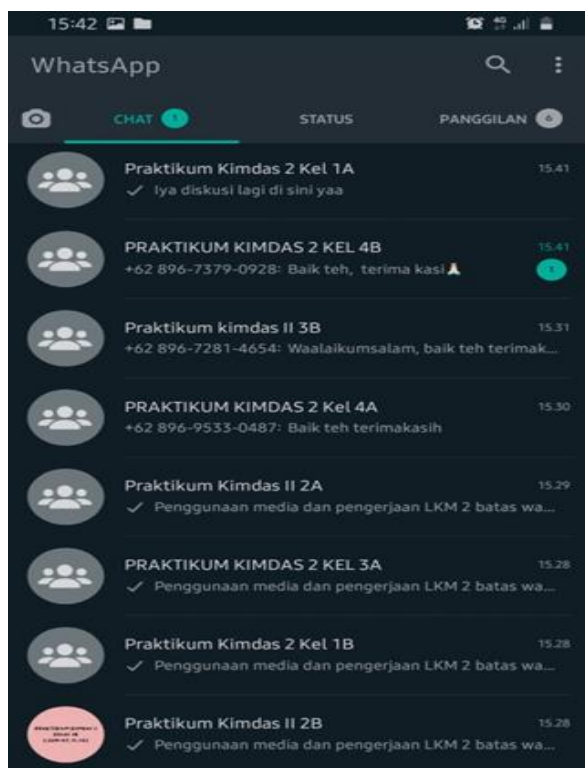
**Gambar 1.** Tampilan *pretest* pada *googleform*.

Setelah mengerjakan *pretest* mahasiswa kemudian dibagi kedalam empat kelompok secara acak tanpa adanya kriteria tertentu. Setiap kelompok terdiri dari 7-8 orang. Setiap kelompok akan melakukan diskusi menggunakan *whatsapp*

group yang didalamnya diikuti oleh observer dan juga peneliti untuk pengerjaan LKM.

LKM yang diisi terbagi kedalam dua bagian. LKM bagian pertama berisi pertanyaan pra praktikum. Mahasiswa diberi kesempatan untuk memahami wacana yang dicantumkan dalam lembar kerja. Kemudian melakukan diskusi untuk mengisi berbagai pertanyaan pra praktikum yang meliputi: judul percobaan, rumusan masalah, tujuan, prinsip, alat dan bahan, prosedur serta rangkaian alat yang digunakan untuk praktikum sel elektrolisis.

Setelah mengerjakan LKM mahasiswa, selanjutnya yaitu melakukan percobaan sel elektrolisis menggunakan media laboratorium virtual. Laboratorium virtual berbasis AR ini dibagikan kepada mahasiswa melalui *whatsapp group* beserta *barcode* AR yang telah dibuat berdasarkan media tersebut. Penggunaan media dilakukan secara individu. Tampilan *Whatsapp group* yang digunakan oleh mahasiswa bisa dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Tampilan *Whatsapp Group*.

Selanjutnya yaitu penyelesaian LKM bagian kedua yang berupa pengisian tabel pengamatan, mekanisme pelapisan dan pemurnian logam, perhitungan dan persamaan reaksi. Setelah itu, mahasiswa diminta untuk membuat laporan

praktikum berdasarkan format yang telah ditentukan oleh peneliti.

Setelah selesai mengerjakan LKM dan laporan praktikum, kemudian mahasiswa di arahkan untuk mengerjakan tes tertulis berupa *posttest* yang dikerjakan melalui *google form*. Tes ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis peningkatan kemampuan representasi kimia pada materi sel elektrolisis. Nilai rata-rata yang diperoleh yaitu 84,15. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar mahasiswa sebelum dan sesudah perlakuan pembelajaran dengan menggunakan media laboratorium virtual.

Tahap ketiga yaitu analisis data. Data yang diperoleh dalam proses pelaksanaan penelitian diolah dan dianalisis untuk mengetahui hasil penelitian yang telah dilakukan. Berikut adalah pemaparan dari analisis dan hasil penelitian yang diperoleh.

### ***Kemampuan mahasiswa dalam mengerjakan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)***

Lembar kerja mahasiswa (LKM) ini dibuat sebagai lembar kerja eksperimen yang disusun dengan menggunakan pendekatan saintifik untuk mengukur perkembangan kemampuan representasi kimia mahasiswa pada materi sel elektrolisis. Pendekatan saintifik menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung baik menggunakan observasi, eksperimen maupun cara lainnya [22]. Penyelesaian LKM dilakukan secara individu dan diskusi kelompok melalui *whatsapp group* dengan pembelajaran daring. Sebelum mengisi LKM, mahasiswa diberi pemaparan materi terlebih dahulu mengenai prinsip dasar sel elektrolisis. LKM ini terdiri dari lima tahapan, yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan data, menafsirkan data (mengasosiasi), dan mengkomunikasikan.

Pada tahap pertama, mahasiswa diminta untuk mengamati dan menganalisis wacana yang disajikan dalam LKM. Setelah mengamati wacana, mahasiswa dituntut untuk menentukan judul dan prinsip percobaan yang akan dilakukan. Nilai rata-rata yang diperoleh mahasiswa pada tahap ini yaitu sebesar 87,3 dengan interpretasi sangat baik. Secara keseluruhan mahasiswa dapat menuliskan judul percobaan dengan tepat, tetapi masih ada sebagian mahasiswa yang tidak menuliskan prinsip percobaan secara lengkap sehingga tidak memperoleh nilai maksimum pada tahapan tersebut.

Tahap kedua yaitu menanya. Pada tahapan ini mahasiswa dituntut untuk menuliskan rumusan masalah yang sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan yaitu mengenai pelapisan dan pemurnian logam berdasarkan prinsip sel elektrolisis. Rumusan masalah dibuat berdasarkan wacana dan judul percobaan yang sudah dituliskan sebelumnya. Adapun perolehan nilai rata-rata pada tahapan ini yaitu sebesar 87,3 dengan interpretasi sangat baik. Rumusan masalah yang diajukan mahasiswa masih belum mencakup ketiga level representasi kimia sehingga tidak mencapai nilai maksimum yang diberikan pada tahapan ini. Kebanyakan rumusan masalah yang diajukan mahasiswa hanya mencakup dua level representasi, baik itu makroskopik, submikroskopik dan simbolik.

Tahap ketiga yaitu mengumpulkan data. Pada tahapan ini, mahasiswa diminta untuk membuat rancangan percobaan terlebih dahulu atau disebut dengan tahapan pra laboratorium. Rancangan percobaan terdiri dari penentuan tujuan percobaan, alat dan bahan, rangkaian alat dan membuat tabel data pengamatan. Setelah membuat rancangan percobaan, mahasiswa di arahkan untuk melakukan percobaan menggunakan media pembelajaran laboratorium virtual untuk mengisi tabel pengamatan. berikut gambar tampilan media yang akan digunakan oleh mahasiswa:

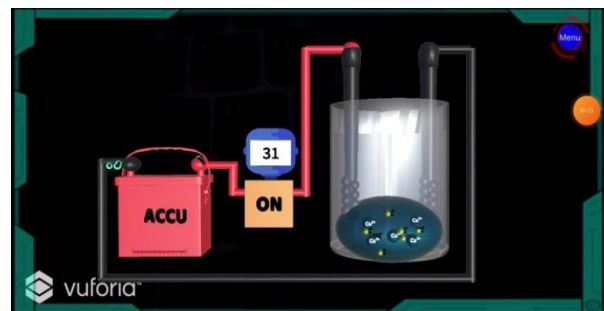
Berdasarkan **Gambar 3**, percobaan yang akan dilakukan terdiri dari dua percobaan yaitu pelapisan dan pemurnian logam. **Gambar 4** menampilkan percobaan pelapisan logam, sedangkan pada **Gambar 5** merupakan tampilan percobaan pemurnian logam. Namun sebelum masuk pada tampilan **Gambar 4** dan **Gambar 5**, mahasiswa harus menentukan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk percobaan tersebut. Untuk menambahkan alat dan bahan yang akan digunakan pada percobaan yaitu dengan scan barcode AR yang disediakan untuk media tersebut. Hal tersebut sesuai dengan indikator yang tercantum pada tahap ini yaitu menentukan alat dan bahan serta membuat rangkaian percobaan.



**Gambar 3.** tampilan media laboratorium virtual.



**Gambar 4.** tampilan media laboratorium virtual.



**Gambar 5.** tampilan media laboratorium virtual.

Adapun nilai rata-rata pada setiap indikator yang terdapat dalam tahapan ini yaitu dapat dilihat pada **Tabel 4** di bawah ini.

**Tabel 4.** nilai rata-rata tahap mengumpulkan data.

Indikator soal LKM	Level representasi	Nilai rata-rata	Interpretasi
Menentukan alat dan bahan yang digunakan untuk percobaan	Makroskopik	97,5	Sangat baik
Menuliskan prosedur percobaan	Makroskopik	90,6	Sangat baik
Menggambar rangkaian alat berdasarkan alat dan bahan yang sudah ditentukan	Makroskopik	93,5	Sangat baik
Membuat dan melengkapi tabel data pengamatan	Makroskopik dan submikroskopik	88,2	Sangat baik
Rata-rata		92,45	Sangat baik

Berdasarkan tabel di atas, nilai terbesar diperoleh pada indikator menentukan alat dan bahan yaitu sebesar 97,5 dengan interpretasi sangat baik. Sebagian besar mahasiswa mampu menentukan alat dan bahan yang sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan. Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu gelas kimia, logam Fe, logam Sn, elektroda karbon, penjepit buaya, catu daya, logam Cu murni, logam Cu kotor, neraca, stopwatch, larutan  $\text{SnSO}_4$ , larutan  $\text{CuSO}_4$ , dan aquades.

Pada indikator menentukan prosedur penelitian, nilai rata-rata yang diperoleh sebesar 90,6. Pada penulisan prosedur percobaan, masih banyak mahasiswa yang tidak menuliskan tahapan menimbang massa elektroda sebelum dan setelah percobaan pada pelapisan logam. Sedangkan pada pemurnian logam, mahasiswa sudah bisa menuliskan prosedur dengan benar.

Pada indikator menggambar rangkaian alat nilai rata-rata yang diperoleh yaitu sebesar 93,5. Pada saat menggambar rangkaian alat, sebagian mahasiswa tidak memberikan keterangan pada masing-masing bagian yang terdapat dalam gambar. Nilai terkecil pada tahapan ini yaitu pada indikator membuat dan melengkapi tabel pengamatan yaitu sebesar 88,2. Hal ini dikarenakan, masih banyak mahasiswa yang tidak menuliskan tabel pengamatan secara lengkap sesuai dengan perintah yang diberikan pada LKM. Sedangkan nilai rata-rata pada tahapan ini yaitu sebesar 92,45 dengan interpretasi sangat baik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perkembangan kemampuan representasi kimia mahasiswa sangat baik.

Tahap selanjutnya yaitu menafsirkan data. Pada tahap ini mahasiswa diminta untuk mengolah data, menjelaskan mekanisme serta menuliskan persamaan reaksi sesuai dengan pengamatan yang dilakukan selama menggunakan media pembelajaran laboratorium virtual. Berikut nilai rata-rata pada tahap menafsirkan data yang disajikan dalam **Tabel 5**.

Berdasarkan **Tabel 5**, nilai tertinggi diperoleh pada indikator menentukan massa endapan yaitu sebesar 93,5 dengan interpretasi sangat baik. Massa endapan diperoleh dari perhitungan menggunakan hukum Faraday. Kuat arus pada percobaan telah ditentukan sebelumnya, sedangkan waktu dihitung berdasarkan rentang percobaan yang dilakukan oleh mahasiswa. Jadi, setiap mahasiswa memperoleh massa endapan yang berbeda. Nilai terkecil yaitu pada indikator

mekanisme pelapisan dan pemurnian logam. Pada indikator tersebut, masih banyak mahasiswa yang tidak menuliskan mekanisme secara lengkap sehingga tidak mencapai nilai maksimum. Mekanisme pada pelapisan logam dapat dilihat dari visualisasi yang ditampilkan pada media. Mekanisme tersebut diantaranya yaitu mekanisme pelapisan logam pada elektroda logam Fe dan Sn serta pada elektroda Fe dan Karbon.

**Tabel 5.** nilai rata-rata tahap menafsirkan data.

Indikator soal LKM	Level representasi	Nilai rata-rata	Interpretasi
Menentukan massa endapan berdasarkan Hukum Faraday	Simbolik	93,5	Sangat baik
Menjelaskan mekanisme pemurnian dan pelapisan logam	Submikroskopik	84,7	Sangat baik
Menentukan persamaan reaksi pada pelapisan dan pemurnian logam	Simbolik	87,4	Sangat baik
Rata-rata		88,5	Sangat baik

Pada pemurnian logam mekanisme yang diharapkan oemurnian dengan menggunakan elektroda tembaga murni dan kotor serta elektroda karbon dan karbon. Mekanisme tersebut termasuk ke dalam level representasi submikroskopik karena menjelaskan mengenai pergerakan elektron dan perubahan ion yang terjadi. Begitu pun pada indikator persamaan reaksi, masih banyak mahasiswa yang tidak menuliskan persamaan reaksi pada masing-masing percobaan yang dilakukan. Sehingga nilai rata-rata yang diperoleh tidak mencapai nilai maksimum yaitu sebesar 87,4 dengan interpretasi sangat baik.

Hasil yang diperoleh pada pengerjaan LKM sesuai dengan aktivitas mahasiswa selama diskusi berlangsung. Menurut Meina [26] lembar kerja mahasiswa merupakan bahan ajar yang dapat mengakomodasi aktivitas mahasiswa agar menstimulus keaktifan dalam proses pembelajaran baik keaktifan fisik maupun mental.



**Tabel 6.** Hasil Pengamatan Observasi aktivitas mahasiswa.

No.	Aktivitas Mahasiswa (Aspek yang diukur)	Persen Akumulasi (%)	Interpretasi
1	Mengamati dan memahami wacana pada lembar kerja mahasiswa	91,67	Sangat baik
2	Berdiskusi via WhatsApp Group untuk menentukan judul, rumusan masalah, tujuan dan prinsip.	85,42	Sangat baik
3	Berdiskusi via WhatsApp Group untuk menentukan alat dan bahan percobaan	93,75	Sangat baik
4	Berdiskusi via WhatsApp Group untuk membuat prosedur	91,76	Sangat baik
5	Berdiskusi via WhatsApp Group untuk menggambar rangkaian alat	83,33	Sangat baik
6	Menggunakan media berdasarkan petunjuk yang disajikan pada media	89,58	Sangat baik
7	Diskusi via WhatsApp Group untuk menyelesaikan LKM bagian 2 Mengumpulkan LKM tepat waktu	81,25	Sangat baik
8	Mengerjakan laporan secara individu dan mengumpulkan tepat waktu	95,83	Sangat baik
Rata-rata		89,06	Sangat baik

Berikut gambaran aktivitas mahasiswa saat melakukan diskusi kelompok yang diamati oleh observer.

Berdasarkan **Tabel 6** di atas, persentase rata-rata aktivitas mahasiswa yaitu sebesar 89,06 dengan interpretasi sangat baik. Data persentase keaktifan ini diambil dari keaktifan mahasiswa saat berdiskusi menggunakan *whatsapp group* yang diamati langsung oleh observer. Persentase keaktifan tersebut tidak mencapai nilai maksimum yang dikarenakan pembelajaran yang dilakukan secara daring sehingga observer terbatas dalam menilai keaktifan mahasiswa selama proses pembelajaran. Meskipun demikian, namun nilai tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa dapat mengikuti pembelajaran dengan aktif. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Nurrokhmah dan Sunarto pada [25] yang menyatakan bahwa belajar dengan laboratorium virtual membuat kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik, menambah semangat peserta didik dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar dan membuat siswa lebih aktif, sehingga dapat membantu memahami konsep yang diajarkan.

Pada tahap akhir yaitu mengkomunikasikan. Tahapan ini menuntut mahasiswa untuk mengkomunikasikan hasil percobaan yang telah dilakukan dengan membuat laporan praktikum. Laporan praktikum disusun berdasarkan perbaikan LKM yang telah dikerjakan sebelumnya. Pada penyusunan laporan ini terdapat beberapa indikator yang ditambahkan yaitu

penulisan dasar teori percobaan yang disertai dengan sitasi beserta penulisan daftar pustakanya. Secara keseluruhan, nilai rata-rata yang diperoleh pada tahapan ini yaitu sebesar 91,66 dengan interpretasi sangat baik. Berdasarkan nilai tersebut, dapat diperoleh kesimpulan bahwa perkembangan kemampuan representasi kimia mahasiswa pada materi sel elektrolisis yaitu sangat baik.

### ***Peningkatan kemampuan representasi kimia***

Peningkatan kemampuan representasi kimia dilihat dari hasil data yang diperoleh pada *pretest* dan *posttest*. Data *pretest* dan *posttest* dilakukan beberapa uji, diantaranya yaitu uji normalitas, uji homogenitas, uji-t dan N-gain.

### ***Uji Normalitas***

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan bantuan aplikasi *SPSS IBM 25*. Adapun data hasil uji normalitas dapat dilihat pada **Tabel 7** berikut:

Berdasarkan **Tabel 7** di atas, nilai signifikansi yang diperoleh pada *pretest* yaitu sebesar  $0,125 > 0,05$  sedangkan pada *posttest* yaitu sebesar  $0,116 > 0,05$ . Karena nilai kedua data tersebut  $> 0,05$  maka dapat diambil kesimpulan bahwa data *pretest* dan *posttest* berdistribusi

normal. Sehingga data bisa dilakukan uji selanjutnya yaitu uji-t.

**Tabel 7.** Uji normalitas.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	tatistis	f	ig.	tatis	f	ig.
Posttest	136	4	116	955	4	179
Pretest	134	4	125	965	4	333

Namun sebelum dilakukan uji-t, data bisa dilakukan uji homogenitas terlebih dahulu. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berasal dari varian yang sama (homogen) atau tidak. Sama halnya dengan uji normalitas, uji homogenitas dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS. Data yang diperoleh yaitu sebagai berikut.

**Tabel 8.** Uji homogenitas.

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
posttest Based on Mean	2.167	8	14	.098
Based on Median	.763	8	14	.640
Based on Median and with adjusted df	.763	8	5.596	.649
Based on trimmed mean	1.955	8	14	.130

Berdasarkan **Tabel 8** di atas, nilai signifikansi pada uji homogenitas memperoleh nilai  $>0,05$ . Artinya, data yang diperoleh yaitu homogen atau berasal dari varian data yang sama. Selanjutnya data *pretest* dan *posttest* ini dilakukan uji-t untuk mengetahui peningkatan kemampuan representasi kimia mahasiswa.

Berdasarkan hasil uji-t pada output SPSS IBM 25 dari data *pretest* dan *posttest* diperoleh nilai signifikansi uji-t sebesar  $< 0,001$  yang menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Artinya, terdapat

pengaruh penggunaan media pembelajaran laboratorium virtual terhadap peningkatan kemampuan representasi kimia mahasiswa.

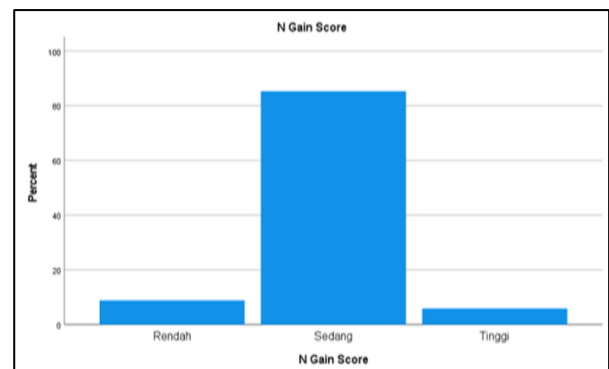
Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Eko Sumargo dan Leny Yuanita (2014) yaitu penggunaan media pembelajaran laboratorium virtual dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan menggunakan media pembelajaran, diharapkan materi pembelajaran dapat mudah di pahami sehingga tidak menimbulkan miskonsepsi.

Selain itu, untuk mengetahui persentase pada masing-masing kriteria peningkatan kemampuan representasi kimia dapat dilihat dengan melakukan uji N-gain. Adapun data hasil N-gain dapat dilihat pada **Tabel 9** di bawah ini.

**Tabel 9.** Kriteria N-gain.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Rendah	3	8.8	8.8	8.8
Sedang	29	85.3	85.3	94.1
Tinggi	2	5.9	5.9	100.0
Total	34	100.0	100.0	

Untuk memudahkan dalam menganalisis data persentase N-gain pada kemampuan representasi kimia dapat dilihat melalui Gambar 6 di bawah ini:



**Gambar 6.** Persentase kriteria N-gain

Berdasarkan **Tabel 7** dan **Gambar 6** di atas, dapat dilihat bahwa persentase kriteria N-gain tertinggi diperoleh pada kriteria sedang dengan persentase 85,3%. Sedangkan persentase Nilai N-gain terendah diperoleh pada kriteria tinggi yaitu sebesar 5,9%. Adapun rata-rata nilai N-gain yaitu sebesar 0,50 dengan kategori sedang. Artinya, peningkatan kemampuan representasi kimia mahasiswa dengan menggunakan media

laboratorium virtual pada materi pelapisan dan pemurnian logam berdasarkan prinsip sel elektrolisis berada pada kategori sedang.

Hasil ini membuktikan bahwa penggunaan media laboratorium virtual dapat membantu meningkatkan kemampuan representasi kimia mahasiswa dengan efektif. Media laboratorium virtual ini juga bisa digunakan sebagai alternatif untuk melaksanakan percobaan yang tidak bisa dilaksanakan secara langsung di laboratorium dikarenakan beberapa kendala, misalnya adanya pandemi seperti yang terjadi saat ini atau karena adanya keterbatasan alat dan bahan yang digunakan untuk eksperimen tersebut. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Sarah & Tutik [26] menyatakan bahwa laboratorium virtual digunakan untuk mensimulasikan suatu kondisi yang bersifat kompleks dengan biaya mahal atau berbahaya dan tidak memungkinkan untuk dilakukan secara langsung menjadi mungkin untuk dilakukan dengan harga terjangkau dan aman.

Media laboratorium virtual ini mampu meningkatkan kemampuan representasi kimia, terutama pada level submikroskopik yang sering dianggap sulit oleh peserta didik karena konsepnya bersifat abstrak. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh Nur Hikmah, et al., [6] menjelaskan bahwa penggunaan media laboratorium virtual dapat memudahkan peserta didik dalam memahami konsep, hal tersebut karena media laboratorium virtual dapat menggambarkan sesuatu yang bersifat rumit atau abstrak.

Sedangkan menurut Adita dan Arum pada [15] menyebutkan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi. hal tersebut dikarenakan media laboratorium virtual mudah diakses, bisa dimainkan kapan saja dan dimana saja serta bisa dimainkan secara berulang dan terus menerus sampai merasa puas dengan demikian materi akan mudah tersampaikan.

## SIMPULAN

Penerapan media pembelajaran dilakukan dengan tiga tahapan, yaitu persiapan, pelaksanaan dan analisis data. Kemampuan mahasiswa dalam mengerjakan LKM dapat dilihat dari hasil rata-rata yang diperoleh yaitu sebesar 87,4 dengan interpretasi sangat baik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kemampuan representasi kimia mahasiswa pada materi sel elektrolisis sangat baik. Sedangkan pada *pretest* dan *posttest*

berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan uji t dengan memperoleh nilai  $< 0,001$  menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Artinya, terdapat pengaruh penerapan media pembelajaran laboratorium virtual terhadap peningkatan kemampuan representasi kimia mahasiswa pada pelapisan dan pemurnian logam berdasarkan prinsip sel elektrolisis. Peningkatan kemampuan representasi kimia dapat dilihat pada peningkatan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest*. Nilai rata-rata *pretest* pada 34 orang mahasiswa yaitu sebesar 67,68 dan nilai rata-rata *posttest* yaitu sebesar 84,15. Dari hasil uji N-Gain memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,50 dengan interpretasi sedang. Sehingga dapat dikatakan bahwa peningkatan kemampuan representasi kimia berada pada kategori sedang. Berdasarkan hasil pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa isolat merupakan senyawa golongan terpenoid yaitu asam 3-hidroksi-isonikotinat dengan aktivitas antimalarial kategori sedang.

## REFERENSI

- [1] Munawaroh, S., Seruni, R., Nurjayadi, M., Muka, J. R., Rw, R. T., Gadung, P., & Timur, K. J. (2019). Pengembangan E-Module Biokimia Pada Materi Metabolisme. *Jurnal Tadris*, 1(Juni), 69–77.
- [2] Argaheni, N. B. (2020). Sistemik Review: Dampak Perkuliahan Daring Saat Pandemi COVID-19 Terhadap Mahasiswa Indonesia. *PLACENTUM: Jurnal Ilmiah Kesehatan Dan Aplikasinya*, 8(2), 99. <https://doi.org/10.20961/placentum.v8i2.43008>
- [3] Herliandry, L. D., Nurhasanah, N., Suban, M. E., & Kuswanto, H. (2020). Pembelajaran Pada Masa Pandemi Covid-19. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(1), 65–70. <https://doi.org/10.21009/jtp.v22i1.15286>
- [4] Rosali, E. S. (2020). Aktivitas Pembelajaran Daring Pada Masa Pandemi Covid-19. *Geography Science Education Journal (GEOSEE)*, 1, 21–30.
- [5] Saleh, A. M. (2020). Problematika Kebijakan Pendidikan Di Tengah Pandemi Dan Dampaknya Terhadap Proses Pembelajaran Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan*, 2(2), 24–24.

- [6] Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 2(2), 186–195.
- [7] Kolil, V. K., Muthupalani, S., & Achuthan, K. (2020). Virtual experimental platforms in chemistry laboratory education and its impact on experimental self-efficacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 1–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s41239-020-00204-3>
- [8] Lubis, I. R., & Ikhsan, J. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Dan Prestasi Kognitif Peserta Didik SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(2), 191–201. <https://doi.org/10.21831/jipi.v1i2.7504>
- [9] Prasetyo, Y. D., Yektyastuti, R., Ikhsan, J., & Sugiyarto, K. H. (2015). PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS ANDROID TERHADAP PENINGKATAN. *Seminar Nasional Pendidikan Sains*, (November), 252–258.
- [10] Billah, A., & Widiyatmoko, A. (2018). The Development Of Virtual Laboratory Learning Media For The Physical Optics Subject. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 07(2), 153–160. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2803>
- [11] Dwiningsih, K., Sukarmin, Muchlis, & T Rahma, P. (2018). *Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Menggunakan Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran Di Era Media based on the Global Era Learning Paradigm*. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 06(02), 156–176. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31800/jt.p.kw.v6n2.p156--176>
- [12] Hermansyah, Gunawan, & Herayanti, L. (2015). Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Getaran dan Gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(2), 97–102
- [13] Maksum, A. H. (2020). *Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versus Reality Laboratorium*. 17(2), 47–52.
- [14] Wahyuni, T. R., & Atun, S. (2019). Pengembangan Media Laboratorium Virtual Berbasis Inkuiri Materi Larutan Elektrolit dan Non-Elektrolit. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian Dan Pengembangan*, 4(5), 674–686. <https://doi.org/http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>
- [15] Priatmojo Utomo, A., & Poedjoastoeti, S. (2014). Pengembangan Media Audio-visual sel Volta dan Sel Elektrolisis Pada Materi Redoks di SMA. *Unesa Journal of Chemical Education*, 3(3), 224–231.
- [16] Chang, R. (2008). *Kimia dasar: konsep-konsep inti jilid 2* (5th ed.; Lemeda, ed.). Jakarta: Erlangga.
- [17] Alphanoda, A. F. (2016). *Pengaruh Jarak Anoda-Katoda dan Durasi Pelapisan Terhadap Laju Korosi pada Hasil Electroplating Hard Chrome*. 1(1), 1–6
- [18] Willit, J. L., Miller, W. E., & Battles, J. E. (1992). Electrefining of uranium and plutonium - A literature review. *Journal of Nuclear Materials*, 195, 229–249
- [19] Harianto, A., Suryati, & Khery, Y. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Untuk Penumbuhan Literasi Sains Siswa Pada Materi Reaksi Redoks dan Elektrokimia. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 5(2), 35–47. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v5i2.1589>
- [20] Herawati, R. F., Mulyani, S., & Redjeki, T. (2013). Pembelajaran Kimia Berbasis Multiple Representasi Ditinjau Dari Kemampuan Awal Terhadap Prestasi belajar Laju Reaksi Sisa SMA Negeri I Karanganyar Tahun Pelajaran 2011 / 2012. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 2(2), 38–43.
- [21] Sarah, & Tutik Padmaningrum, R. (2018). The Effect Of Applying Virtual Laboratory Towards Students' Investigation Skill and Study Achievement. *Jurnal Pendidikan*, 7(5), 184–192.
- [22] Asih, F. E., Ibnu, S., & Suharti. (2018). Pengaruh Karakteristik Representasi Submikroskopik Terhadap Keterampilan

- Argumentasi Siswa pada Topik Elektrokimia. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 3(2), 1–9.  
<https://doi.org/10.17977/um026v3i22018p001>
- [23] Sukmawati, W. (2019). Analisis level makroskopis , mikroskopis dan simbolik mahasiswa dalam memahami elektrokimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 195–204.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jipi.v5i2.27517>
- [24] Winarno, M. E. (2018). *Buku Metodologi Penelitian* (Nanik & Yusuf, eds.). Malang: Universitas Negeri Malang (UM Press).
- [25] Syahrur, & Salim. (2012). *Metodologi Penelitian Kuantitatif* (R. Ananda, ed.). Bandung: Citapustaka Media.
- [26] Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.