

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *VIRTUAL LAB* UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN PENGUASAAN KONSEP
MATERI TITRASI ASAM BASA PADA SISWA SMA TAHUN PEMBELAJARAN
2020/2021**

***DEVELOPMENT OF VIRTUAL LAB LEARNING MEDIA TO IMPROVE SCIENCE
PROCESS SKILLS AND MASTERY OF THE CONCEPT OF ACID-BASE TITRATION IN
HIGH SCHOOL STUDENTS FOR THE 2020/2021 ACADEMIC YEAR***

Muhammad Alhimni Rusdi^{1*}, Herliani², Laode Rijai³

¹²³Program Studi Magister Pendidikan Kimia Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua, Jl. Muara Pahu, Samarinda, Kalimantan Timur 75123

*email korespondensi : alhimnirusdi95@gmail.com

Abstrak

Media pembelajaran adalah satu hal penting dalam proses belajar mengajar. Pemanfaatan teknologi masa kini menjadi salah satu pilihan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *virtual lab* untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa dan penguasaan konsep materi titrasi asam basa pada siswa SMA yang valid, efektif, dan praktis. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4-D (Four D Models) yang terdiri atas *Define, Design, Development, dan Dessiminate*. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA B SMA IT Granada Samarinda. Instrumen penelitian berupa lembar validasi, soal *pretest* dan *posttest*, dan angket respon siswa. Hasil validasi media pembelajaran virtual lab titrasi asam basa oleh ahli materi, ahli IT, dan praktisi mendapat skor rata-rata 3,64 dengan kategori sangat baik. Keefektifan media didasarkan pada peningkatan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep materi siswa yaitu pada praktikum I, II, dan III berturut-turut 71%, 80% dan 90%, serta hasil analisis *pretest-posttest* menunjukkan nilai *N-Gain* sebesar 0,71 dengan kriteria sangat efektif. Kepraktisan media berdasarkan hasil analisis angket respon siswa sebesar 3,04 dengan kriteria baik.

Kata kunci: Media Pembelajaran Virtual Lab, Keterampilan Proses Sains, dan Penguasaan Konsep Materi

Abstract

Learning media is an important thing in the teaching and learning process. The use of technology today is one option in improving the quality of learning. This study aims to develop a virtual lab learning media to improve students' science process skills and mastery of valid, effective, and practical concepts of acid-base titration material for high school students. The development model used is a 4-D model (Four D Models) consisting of *Define, Design, Development, and Dessiminate*. The subjects of this study were students of class XI IPA B SMA IT Granada Samarinda. The research instruments were in the form of validation sheets, pretest and posttest questions, and student response questionnaires. The results of the validation of the acid-base titration virtual lab learning media by material experts, IT experts, and practitioners got an average score of 3.64 in the very good category. The effectiveness of the media is based on increasing science process skills and mastery of students' material concepts, namely in practicum I, II, and III respectively 71%, 80% and 90%, and the results of the pretest-posttest analysis show an *N-Gain* value of 0.71 with very effective criteria. The practicality of the media based on the results of the student response questionnaire analysis was 3.04 with good criteria.

Keywords: Virtual Lab Learning Media, Science Process Skills, and Mastery of Material Concepts

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu investasi penting bagi suatu negara khususnya negara berkembang seperti Indonesia. Pendidikan dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia untuk kemajuan negara di masa mendatang.

Kimia merupakan cabang ilmu pengetahuan alam (IPA) dimana dalam proses kegiatan pembelajarannya perlu diadakan kegiatan praktikum atau eksperimen untuk membuktikan suatu konsep atau hipotesis yang telah dikemukakan oleh para ahli ilmu kimia (Makransky et al., 2016).

Keterampilan dasar yang harus dimiliki oleh siswa terkhusus siswa jurusan IPA adalah keterampilan proses sains (Rauf et al., 2013). Keterampilan proses sains ini meliputi keterampilan mengamati, menyusun hipotesis, merancang eksperimen, melakukan pengukuran, menginterpretasikan data, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan. Eksperimen atau praktikum merupakan salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengukur keterampilan proses sains siswa (Firdaus & Mirawati, 2017)

Kegiatan praktikum dalam pembelajaran IPA khususnya Kimia sangat diperlukan untuk meningkatkan pemahaman konsep pada suatu materi yang dipelajari. Kegiatan praktikum khususnya praktikum kimia pada kenyataannya dalam suatu pembelajaran di sekolah tidak mudah dan berjalan dengan baik.

Hambatan-hambatan seperti permasalahan waktu dan keterbatasan fasilitas yang dimiliki sekolah seperti keterbatasan alat, bahan, dan bahkan tidak tersedianya laboratorium di sekolah membuat kegiatan praktikum kimia tidak terlaksana.

Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dapat dilakukan kegiatan praktikum menggunakan media pembelajaran *virtual lab* yang dapat membantu siswa memahami konsep dengan melakukan simulasi praktikum. Media pembelajaran *Virtual lab* dapat memperkuat pemahaman konsep siswa, dan sebagai pengganti atau pelengkap *real lab* karena siswa dapat mengulang simulasi praktikum yang tidak dipahami menggunakan media pembelajaran *virtual lab* (Hawkins & Phelps, 2013)

Media pembelajaran *virtual lab* telah dikembangkan oleh beberapa ahli, seperti media yang dikembangkan oleh Lutfi (2017) mengembangkan media pembelajaran *virtual lab* yang dapat menentukan sifat larutan dari beberapa macam larutan menggunakan pH

meter yang dapat dimanipulasi konsentrasinya; Tarwiyah (2014) telah mengembangkan media pembelajaran *virtual lab* dari PhET pada materi larutan asam-basa yang dapat menghitung pH larutan dan menentukan sifat larutan tersebut; dan Amry (2013) mengembangkan multimedia pembelajaran pada praktikum titrasi asam-basa yang dapat menampilkan gambaran mikroskopik dan kurva titrasi pada simulasi praktikum yang dijalankan pada komputer (Muchson et al., 2018)

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, maka media pembelajaran *virtual lab* dianggap dapat mensimulasikan laboratorium sungguhan, dengan sedikit hambatan berupa alat dan bahan praktikum, sehingga siswa dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan. Beberapa media pembelajaran *virtual lab* yang telah dikembangkan, memiliki fokus materi khususnya pada beberapa sub materi kimia. Khusus pada materi titrasi asam-basa penelitian yang telah dilakukan hanya menampilkan simulasi praktikum titrasi asam-basa, sementara siswa tidak terlibat langsung dalam praktikum tersebut. Pada penelitian ini penulis mencoba mengembangkan media pembelajaran *virtual lab* pada materi titrasi asam basa yang menampilkan kegiatan praktikum titrasi asam-basa dan melibatkan siswa secara langsung dalam praktikum tersebut.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka perlu dikembangkan suatu media pembelajaran *virtual lab* yang dapat membuat siswa seolah-olah dapat melakukan pengamatan atau praktikum sebagaimana mestinya dan menarik minat siswa dalam mempelajari materi titrasi asam-basa.

Berkaitan hal tersebut, maka diperlukan penelitian mengenai "Pengembangan Media Pembelajaran *Virtual Lab* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep Materi Titrasi Asam-Basa pada Siswa SMA Tahun Pembelajaran 2020/2021".

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan *research and development* (R&D). R&D adalah penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Martiningsih et al., 2019)

Populasi penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA SMA IT Granada Samarinda dengan jumlah 60 siswa. Sampel uji coba terbatas adalah kelas XI IPA A sebanyak 12 siswa dan

sampel uji luas adalah kelas XI IPA B sebanyak 29 siswa. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data berupa angket dan tes dengan instrumen penelitian berupa lembar validasi, soal *pretest-posttest* dan angket respon siswa. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis validitas, efektivitas, dan kepraktisan.

Kevalidan media diperoleh berdasarkan penilaian dari validator ahli materi, ahli IT, dan praktisi. Validator diberikan lembar validasi menggunakan skala *Likert* dan kolom komentar/saran. Hasil validasi dianalisis dan dicocokkan dengan kriteria kevalidan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Validasi Media

Interval	Kriteria
$3,25 \leq X < 4$	Sangat Baik
$2,5 \leq X < 3,25$	Baik
$1,75 \leq X < 2,5$	Tidak Baik
$1 \leq X < 1,75$	Sangat Tidak Baik

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui kualifikasi validitas perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Perangkat pembelajaran dinyatakan valid jika minimal kualifikasi kevalidan yang diperoleh adalah kriteria baik.

Uji keefektifan dilakukan untuk mengetahui peran media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam basa dalam membantu siswa untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep materi titrasi asam basa.

a. Analisis Keterampilan Proses Sains

Data hasil analisis keterampilan proses sains dianalisis menggunakan persentase keberhasilan sebagai berikut:

$$\text{Nilai total (Nk)} = \frac{N_A}{N_M} \times 100\%$$

Keterangan :

Nk : keterampilan siswa dalam keterampilan tertentu (%)

N_A : Nilai yang dicapai siswa dalam suatu keterampilan

N_M : Nilai maksimal yang dicapai oleh siswa

b. Analisis Penguasaan Materi

Analisis penguasaan materi digunakan untuk mengetahui peningkatan penguasaan materi siswa berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* siswa. Hasil analisis penguasaan materi siswa dianalisis menggunakan rumus N-Gain. persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{S_{Post} - S_{Pre}}{\text{Skor Maksimal} - S_{Pre}}$$

Keterangan :

$\langle g \rangle$ = Gain ternormalisasi (*N-Gain*)

S_{Pre} = skor rata-rata nilai awal pembelajaran

S_{Post} = skor rata-rata nilai akhir pembelajaran

Nilai *N-Gain* (g) yang dihasilkan diinterpretasikan menurut kriteria pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kriteria Nilai *N-Gain*

Nilai (g)	Klasifikasi
$g < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g \geq 0,7$	Tinggi

(Meltzer, 2002)

Aspek kepraktisan ditentukan dari hasil penilaian pengguna atau pemakai (Haviz, 2013). Media yang dikembangkan dikatakan praktis jika penggunaan media tersebut dalam proses pembelajaran mudah digunakan dan membutuhkan waktu yang relatif singkat. Kepraktisan media dapat dilihat berdasarkan hasil analisis angket respon siswa yang diberikan setelah kegiatan pembelajaran. Hasil analisis kemudian dicocokkan dengan kriteria respon siswa pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kriteria Validasi instrumen

Interval	Kriteria
$1 \leq X < 1,75$	Sangat Tidak Baik
$1,75 \leq X < 2,5$	Tidak Baik
$2,5 \leq X < 3,25$	Baik
$3,25 \leq X < 4$	Sangat Baik

Berdasarkan kriteria diatas media pembelajaran yang dikembangkan dikatakan praktis jika minimal kualifikasi tingkat kepraktisan yang diperoleh baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian pendahuluan, perancangan, pengembangan, dan penyebaran produk, dari empat tahapan tersebut didalamnya terdapat tahapan-tahapan yang dilalui peneliti meliputi tahapan penelitian dan pengumpulan data, tahap perencanaan, tahap pengembangan produk, uji coba lapangan (kelompok kecil), revisi hasil uji coba, uji coba lapangan (kelompok besar), hasil produk pengembangan dan tahap disseminasi.

Hasil penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 4, 5, 6, dan 7 berikut ini:

1. Rekapitulasi Hasil Validasi Tim Ahli dan Praktisi Pembelajaran

Tabel 4. Rekapitulasi Validasi Tim Ahli dan Praktisi Pembelajaran

Aspek Penilaian	Skor	Kesimpulan
Ahli Media	3,5	Sangat Valid
Ahli Materi	3,5	Sangat Valid
Praktisi Pembelajaran	3,9	Sangat Valid
Rata-Rata	3,6	Sangat Valid

2. Rekapitulasi Hasil Angket Respon Siswa

Tabel 5. Analisis Angket Respon Siswa

Aspek yang dinilai	Rata-rata	Kriteria
Kemudahan	3,01	Baik
Keterbantuan	3,06	Baik
Rata-Rata	3,04	Baik

3. Rekapitulasi Hasil Uji Efektivitas

Tabel 6. Analisis Peningkatan Keterampilan Proses Sains

KPS	P1 (%)	P2(%)	P3(%)
Mengamati	65%	75%	90%
Menyusun Hipotesis	55%	70%	85%
Merancang Eksperimen	85%	90%	95%
Melakukan Pengukuran	70%	75%	85%
Menginterpretasi Data	75%	80%	90%
Menyimpulkan	75%	80%	90%
Mengkomunikasikan	75%	90%	95%

Tabel 7. Analisis Uji *N-Gain*

Analisis	Pretest	Posttest
Nilai Maksimal	70	100
Nilai Minimal	30	80
Rata-rata	48	85
<i>N-Gain</i>	0,71 (Tinggi)	

B. Pembahasan

Pelaksanaan pengembangan media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam-basa pada penelitian ini dilakukan di SMA IT Granada Samarinda. Kelas yang dilibatkan dalam penelitian adalah kelas XI IPA A sebanyak 12

siswa sebagai subjek uji coba terbatas. Kelas XI IPA B sebanyak 29 siswa digunakan sebagai uji luas.

Peneliti menemukan permasalahan setelah melakukan wawancara terhadap guru mata pelajaran kimia kelas XI SMA IT Granada Samarinda yaitu ditemukan bahwa media yang digunakan guru hanya berisi kumpulan materi dan soal perhitungan.

Pembelajaran dengan kegiatan eksperimen jarang dilakukan, khususnya materi titrasi asam-basa. Media yang digunakan belum mengukur keterampilan proses sains serta penguasaan materi siswa. Berdasarkan hal tersebut peneliti mencoba mengembangkan suatu media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam-basa yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep materi titrasi asam-basa.

Penelitian ini dilakukan dalam 4 tahap yaitu tahap *define* (pengembangan), tahap *design* (perancangan), tahap *develop* (pengembangan), dan tahap *disseminate* (penyebaran). Pembahasan data hasil penelitian pengembangan media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam-basa dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Penilaian Kevalidan Produk media pembelajaran *virtual lab*.

Penilaian kelayakan dilakukan oleh dosen kimia Universitas Mulawarman sebagai validator ahli materi, dosen PILKOM (pendidikan ilmu komunikasi) Universitas Mulawarman sebagai ahli IT, dan guru kimia SMA IT Granada Samarinda dan SMA Negeri 8 Samarinda sebagai validator praktisi. Komponen yang dinilai berupa media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam-basa sebagai produk penelitian, RPP sebagai perangkat pembelajaran, sedangkan soal *pretest-posttest*, LKPD dan angket respon siswa sebagai instrumen penelitian.

Penilaian kelayakan produk penelitian yaitu media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam-basa terdiri dari aspek didaktik, aspek kelayakan isi, aspek konstruksi, dan aspek teknis. Hasil penilaian validator dari semua aspek tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Rekapitulasi Validasi Tim Ahli dan Praktisi Pembelajaran. Hasil Validasi mendapatkan skor rata-rata nilai 3,6 dengan kategori sangat baik, sehingga produk media pembelajaran *virtual lab* yang dikembangkan dalam penelitian ini sudah layak untuk digunakan. Komentar dan saran validator ahli terhadap produk ini yaitu Secara umum materi pembelajaran sudah disajikan dengan

baik melalui bantuan teknologi informasi. Sebagai saran kedepan, materi pembelajaran dapat disajikan dalam berbagai platform media sosial seperti facebook, twitter, Instagram dan lain-lain.

2. Keefektifan Media Pembelajaran Virtual Lab Titrasi Asam Basa

Keefektifan Media Pembelajaran *Virtual Lab* Titrasi Asam Basa ditinjau berdasarkan peningkatan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep materi titrasi asam basa.

a. Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa

Peningkatan keterampilan proses sains siswa diukur pada materi titrasi asam basa. Keterampilan proses sains siswa diukur berdasarkan penilaian LKPD pada saat siswa melakukan praktikum.

Berdasarkan analisis keterampilan proses sains, dapat dilihat pada tabel 6 bahwa nilai aspek mengamati pada praktikum 1 sebesar 65% kemudian pada praktikum 2 sebesar 75% dan pada praktikum 3 sebesar 90%. Untuk aspek menyusun hipotesis pada praktikum 1 sebesar 55% kemudian pada praktikum 2 sebesar 70% dan pada praktikum 3 sebesar 85%. Untuk aspek merancang eksperimen pada praktikum 1 sebesar 85% kemudian pada praktikum 2 sebesar 90% dan pada praktikum 3 sebesar 95%.

Untuk aspek melakukan pengukuran pada praktikum 1 sebesar 70% kemudian pada praktikum 2 sebesar 75% dan pada praktikum 3 sebesar 85%. Untuk aspek menginterpretasi data pada praktikum 1 sebesar 75% kemudian pada praktikum 2 sebesar 80% dan pada praktikum 3 sebesar 90%. Untuk aspek menyimpulkan pada praktikum 1 sebesar 75% kemudian pada praktikum 2 sebesar 80% dan pada praktikum 3 sebesar 90%. Untuk aspek mengkomunikasikan pada praktikum 1 sebesar 75% kemudian pada praktikum 2 sebesar 90% dan pada praktikum 3 sebesar 95%.

Pada umumnya nilai semua aspek semakin tinggi dari praktikum 1 sampai praktikum 3. Semua aspek pada praktikum 1, praktikum 2, dan praktikum 3 nilai yang paling rendah adalah aspek melakukan pengukuran. Walaupun menjadi aspek yang paling rendah dari keseluruhan aspek, nilai siswa pada aspek melakukan pengukuran semakin meningkat dari praktikum 1 ke praktikum 2 kemudian ke praktikum 3. Hal ini membuktikan bahwa metode eksperimen merupakan suatu cara

memperoleh pengetahuan dan keterampilan dengan melakukan kegiatan mengamati, menganalisis, dan menyimpulkan data (Rahmawati et al., 2017).

b. Peningkatan Penguasaan Konsep Materi

Peningkatan penguasaan materi siswa dalam pembelajaran kimia pada materi titrasi asam basa didapatkan menurut pengukuran hasil nilai jawaban soal *pretest-posttest*. *Pretest* dilakukan sebelum pembelajaran dengan produk yang dikembangkan dimulai. Tujuan *pretest* ini untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum pembelajaran. Setelah siswa selesai melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran *virtual lab*, dilanjutkan dengan melakukan kegiatan *posttest*. Soal *posttest* sama dengan soal *pretest*, hanya nomornya saja yang diacak.

Indikator peningkatan dapat dilihat pada nilai *N-Gain* yang diperoleh dari hasil *pretest-posttest*. Semakin tinggi nilai *N-Gain*, maka semakin tinggi peningkatan penguasaan materi pada siswa. Secara umum rata-rata nilai *posttest* lebih tinggi daripada *pretest*. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mempunyai tingkat penguasaan materi yang lebih baik daripada sebelum menggunakan media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam basa dalam pembelajaran.

Berdasarkan hasil analisis, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *pretest* diperoleh sebesar 47,93 dan nilai rata-rata *posttest* diperoleh sebesar 85,74. Nilai *N-Gain* yang diperoleh sebesar 0,71 dengan kategori tinggi. Nilai *N-Gain* ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan penguasaan materi pada siswa di kelas XI IPA B setelah melakukan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam basa yang dikembangkan. Peningkatan penguasaan materi dimungkinkan karena media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam basa lebih banyak memberi kesempatan kepada siswa untuk mengalami sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, keadaan atau proses tertentu dan menarik kesimpulan.

3. Kepraktisan Media Pembelajaran Virtual Lab Titrasi Asam Basa

Kepraktisan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam pembuatan suatu media. Kepraktisan merupakan salah satu penilaian yang penting dalam proses penelitian pengembangan. Media yang praktis adalah media yang dapat digunakan dimanapun,

kapanpun tanpa batas waktu dan keadaan. Media pembelajaran dikatakan praktis jika hasil angket respon siswa menunjukkan bahwa media pembelajaran berada pada kriteria baik dan validator dalam lembar validasi menyatakan media dapat digunakan oleh guru dan siswa.

Respon siswa diperoleh dari angket respon siswa yang diberikan kepada siswa setelah diuji coba. Pada hasil respon siswa diperoleh nilai rata-rata aspek kemudahan pada penggunaan produk media pembelajaran virtual lab dalam proses pembelajaran sebesar 3,01 dengan kategori baik, aspek keterbantuan pada penggunaan produk media pembelajaran virtual lab dalam proses pembelajaran sebesar 3,06 dengan kategori baik. Hasil nilai yang diperoleh untuk nilai rata-rata semua aspek sebesar 3,04 dengan kategori baik.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran *virtual lab* titrasi asam basa yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi titrasi asam basa karena telah memenuhi kriteria kevalidan dengan rata-rata skor 3,6 dengan kategori sangat baik. Keefektifan media pembelajaran *virtual lab* yang dikembangkan didasarkan pada hasil peningkatan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep materi siswa. Rata-rata nilai persentase keterampilan proses sains siswa pada praktikum 1 adalah sebesar 71%, praktikum dua 80%, dan praktikum tiga 90%. Penguasaan konsep materi siswa dilihat dari hasil analisis soal *pretest* dan *posttest*, hasil analisis menunjukkan nilai N-Gain sebesar 0,71 dengan kriteria sangat efektif. Kepraktisan media pembelajaran virtual lab yang dikembangkan dilihat dari hasil analisis jawaban angket respon siswa. Hasil analisis jawaban angket respon siswa yaitu 3,04 dengan kategori baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Firdaus, L., dan Mirawati, B. (2017). *Keterampilan Proses Sains Dalam Pembelajaran: Suatu Tinjauan Teoretis. 1*, 1–4. <https://doi.org/10.31219/osf.io/gdr3f>
- Hawkins, I., dan Phelps, A. J. (2013). Virtual laboratory vs. traditional laboratory: Which is more effective for teaching electrochemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4). <https://doi.org/10.1039/c3rp00070b>
- Makransky, G., Thisgaard, M. W., dan Gadegaard, H. (2016). Virtual simulations

as preparation for lab exercises: Assessing learning of key laboratory skills in microbiology and improvement of essential non-cognitive skills. *PLoS ONE*, 11(6), 1–11.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155895>

- Martiningsih, I., Lisdiana, dan Susilowati, S. M. E. (2019). Development of Module Based on Scientific Contextual Additives Material to Increase Learning Outcomes and Science Process Skills in Junior High School. *Journal of Innovative Science Education*, 8(2), 128–137.
- Muchson, M., Munzil, M., Winarni, B. E., dan Agusningtyas, D. (2018). Pengembangan Virtual Lab Berbasis Android Pada Materi Asam Basa Untuk Siswa Sma. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 4(1), 51–64. <https://doi.org/10.17977/um026v4i12019p051>
- Rahmawati, I., Sutopo, S., dan Zulaikah, S. (2017). Analysis of students' difficulties about rotational dynamics based on resource theory. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 95–102. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9514>
- Rauf, R. A. A., Rasul, M. S., Mansor, A. N., Othman, Z., dan Lyndon, N. (2013). Inculcation of science process skills in a science classroom. *Asian Social Science*, 9(8), 47–57. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n8p47>