



Pendampingan Pengembangan Laboratorium Virtual bagi Guru Kimia SMA di Kota Palembang

Diah Kartika Sari^{*}, Ibrahim, A.R., Muhammad Hadeli, Eka Ad'hiya

Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP Universitas Sriwijaya

*Corresponding Author. Email: diah_kartika_sari@fkip.unsri.ac.id

Abstract: The purpose of this service activity is to provide assistance to high school/vocational high school/MA chemistry teachers in Palembang City, South Sumatra to develop a Virtual Laboratory. The implementation of the community service activity is carried out through a workshop which includes giving assistances in the development and designing of a virtual laboratory by the chemistry teachers who have been divided into several groups. The instrument used for evaluating the activity is an expert validation sheet, analyzed with Aiken, and translated descriptively. The results of this community service activity show that the design of a SMA Chemistry virtual laboratory has been obtained, which are in class X there are 12 materials grouped into 4 projects, in class XI there are 6 materials grouped into 6 projects, and in class XII there are 4 materials grouped into 4 projects. The results of the evaluation of the virtual laboratory developed by the teacher have been tested by expert validation and declared valid and feasible to continue to the implementation stage.

Abstrak: Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah untuk memberikan pendampingan pada guru kimia SMA/SMK/MA di Kota Palembang dalam mengembangkan Laboratorium Virtual. Pelaksanaan kegiatan pengabdian dilakukan dengan workshop yang terdiri dari pendampingan pengembangan dan perancangan laboratorium virtual oleh guru kimia yang telah dibagi ke dalam beberapa kelompok. Instrument evaluasi kegiatan ini adalah lembar validasi ahli dianalisis dengan aiken diterjemahkan secara deskriptif. Hasil kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa telah diperoleh perancangan laboratorium virtual Kimia SMA yaitu pada kelas X terdapat 12 materi yang dikelompokkan menjadi 4 proyek, pada kelas XI terdapat 6 materi yang dikelompokkan menjadi 6 proyek dan pada kelas XII terdapat 4 materi yang dikelompokkan menjadi 4 proyek. Hasil evaluasi terhadap laboratorium virtual yang dikembangkan oleh guru telah diuji validasi ahli serta dinyatakan valid dan layak untuk dilanjutkan pada tahap implementasi.

Article History:

Received: 11-11-2022
Reviewed: 06-02-2023
Accepted: 13-03-2023
Published: 19-05-2023

Key Words:

Virtual Lab;
Assistance; Teacher;
High School
Chemistry.

Sejarah Artikel:

Diterima: 11-11-2022
Direview: 06-02-2023
Disetujui: 13-03-2023
Diterbitkan: 19-05-2023

Kata Kunci:

Laboratorium Virtual;
Pendampingan; Guru;
Kimia SMA.

How to Cite: Sari, D., R, I., Hadeli, M., & Ad'hiya, E. (2023). Pendampingan Pengembangan Laboratorium Virtual bagi Guru Kimia SMA di Kota Palembang. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 4(2), 430-438. doi:<https://doi.org/10.33394/jpu.v4i2.6391>



<https://doi.org/10.33394/jpu.v4i2.6391>

This is an open-access article under the [CC-BY-SA License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



Pendahuluan

Pelajaran Kimia didukung oleh kegiatan Praktikum. Kegiatan praktikum seharusnya diselenggarakan secara tatap muka. Praktikum adalah kegiatan dimana terjadi tatap muka antara guru dan siswa yang menekankan pada aspek psikomotor, kognitif dan afektif (Miller dan Abraham, 2009; Hofstein dan Mamlok-Naaman, 2007; Hofstein dan Lunetta; 2004). Dalam kegiatan praktikum siswa diharapkan dapat melakukan kerja praktek sehingga kemampuan psikomotor mereka dapat terlihat tentunya dengan didukung aspek kognitif dan afektif yang ada dalam diri mereka. Adanya wabah Covid-19 pada tahun 2020, menyebabkan kegiatan praktikum Kimia banyak yang tidak dilakukan.



Sesungguhnya kegiatan praktikum dapat dilakukan secara daring salah satunya dengan mengembangkan laboratorium virtual. Laboratorium virtual adalah suatu rangkaian inovasi pembelajaran laboratorium yang berupa perangkat lunak (*Software*). Virtual laboratory atau laboratorium virtual merupakan pengembangan pembelajaran praktikum yang banyak diteliti saat ini dalam upaya integrasi penggunaan teknologi informasi (Dwiningsih, dkk., 2018). Hal ini didasarkan pada pemikiran bahwa teknologi informasi menyediakan lingkungan belajar alternatif yang dapat memfasilitasi pembelajaran yang bermakna (Gambari, et al., 2018; Vasiliadou, 2020). Pengembangan laboratorium virtual penting untuk dikembangkan karena pemanfaatan laboratorium virtual terbukti dapat meningkatkan pemahaman peserta didik (Darby-White, 2019; Sari, dkk., 2022) serta dapat meningkatkan keterampilan peserta didik dalam berpikir (Widowati, dkk., 2017; Decaprio, 2013; Sony & Katkar, 2014). Pengembangan laboratorium virtual tetap dapat menyampaikan konsep-konsep penting kepada peserta didik (Quesada, 2020).

Kegiatan praktikum bertujuan agar siswa dapat membuktikan konsep-konsep yang diperolehnya dari teori yang ada dalam pelajaran Kimia. Kegiatan praktikum biasanya dilakukan secara tatap muka antara siswa dan guru di laboratorium Kimia sekolah masing-masing. Pandemi Covid-19 membuat kegiatan pembelajaran termasuk kegiatan praktikum tidak dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya. Dengan demikian, diperlukan laboratorium virtual yang dapat menggantikan kegiatan praktikum dilaboratorium. Hasil survey menunjukkan 89% guru kimia menyatakan mengalami kesulitan dalam membuat laboratorium virtual dan 92% memilih untuk tidak mengajarkan kegiatan praktikum bila tidak bisa dilakukan secara langsung. Maka berdasarkan hal tersebut, perlu adanya kegiatan pengabdian masyarakat. Dimana tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk memberikan pendampingan pada guru kimia SMA/SMK/MA di Kota Palembang, Sumatera Selatan untuk mengembangkan Laboratorium Virtual.

Metode Pengabdian

Kegiatan pengabdian ini terdiri dari 3 tahapan utama, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap evaluasi (Sugiyono, 2017).

a) Tahap Persiapan

Pelaksanaan kegiatan pada tahapan persiapan dilaksanakan dalam beberapa tahap berikut ini.

- 1) Koordinasi dosen anggota pengabdian untuk membahas mengenai penyusunan program berupa tujuan, maksud, metode dan evaluasi pengabdian kepada masyarakat ini.
- 2) Koordinasi dosen anggota pengabdian dengan mahasiswa yang terlibat untuk membahas mengenai teknis pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini.
- 3) Koordinasi anggota pengabdian dengan ketua MGMP Kimia Kota Palembang untuk membahas kerja sama kegiatan pendampingan pengembangan laboratorium virtual untuk Guru Kimia Kota Palembang.

b) Tahap pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan dilakukan workshop pendampingan pengembangan laboratorium virtual.

- 1) Pendampingan pengembangan laboratorium virtual Kimia SMA
- 2) Perancangan laboratorium virtual Kimia SMA oleh guru kimia peserta pelatihan yang telah dibagi ke dalam beberapa kelompok.
- 3) Presentasi hasil laboratorium Kimia SMA oleh masing-masing kelompok.



c) Tahap Evaluasi

Evaluasi dilakukan melalui validasi ahli materi dan media terhadap laboratorium virtual yang dikembangkan oleh guru kimia sebagai peserta pengabdian dalam mengembangkan laboratorium virtual kimia SMA di MGMP Kota Palembang. Selanjutnya dilakukan Analisa data validasi ahli. Instrumen yang ingin divalidasi diberikan kepada tim ahli untuk memperoleh saran dan arahan yang dikoreksi terhadap laboratorium virtual yang telah dirancang oleh peneliti. Lembar validasi yang telah diisi dihitung dengan menggunakan rumus V Aiken (1985) yaitu sebagai berikut:

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

Khalayak sasaran pada pengabdian ini yaitu guru kimia SMA di Kota Palembang yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia di Kota Palembang. Guru kimia yang akan terlibat dalam kegiatan pengabdian ini adalah 6 guru kimia SMA di Kota Palembang.

Hasil Pengabdian dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian melalui pendampingan pengembangan Laboratorium Virtual dilakukan pada bulan September - Oktober 2022 secara luring dan diikuti oleh 16 guru kimia di Kota Palembang. Kegiatan pengabdian ini dimulai dengan workshop dan penyampaian materi mengenai Laboratorium Virtual oleh tim dosen kegiatan pengabdian. Setelah dilakukan penyampaian materi, kegiatan pengabdian ini dilanjutkan dengan sesi diskusi. Pada kegiatan diskusi, pemateri dan peserta kegiatan bersama-sama melakukan analisis kurikulum merdeka belajar untuk mata pelajaran kimia di SMA. Hasil kegiatan diskusi tersebut secara rinci memuat mengenai capaian pembelajaran kimia SMA yang terdapat dalam Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, Dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka.

Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Kimia SMA/MA/Program Paket C Fase E (Umumnya untuk kelas X SMA/MA/Program Paket C)

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk merespon isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengidentifikasi, mengajukan gagasan, merancang, solusi, mengambil keputusan, dan mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nanoteknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs). Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan tersebut dibangun pula akhlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global.

Capaian pembelajaran tersebut di rinci kedalam materi dan jam pelajaran untuk selanjutnya dibuat laboratorium virtual untuk kelas X seperti pada Tabel 1.



Tabel 1. Pemetaan materi dan jam pelajaran kimia kelas X

No	Materi	Jumlah Jam	
1	Hakikat ilmu kimia dan penerapannya dalam membahas isu-isu global	4	1 laboratorium virtual
2	Jenis-jenis materi dan perubahannya	4	
3	Fenomena sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam kehidupan	4	
4	Percobaan ilmiah menggunakan alat-alat laboratorium	4	1 laboratorium virtual
5	Konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan dan pencemaran lingkungan termasuk fenomena	8	
6	Pemanfaatan limbah dan bahan alam	6	
7	Struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi	6	1 laboratorium virtual
8	Konfigurasi elektron, sistem periodik dan sifat-sifat	6	
9	Rumus kimia dan tatanama senyawa kimia	4	
10	Persamaan reaksi kimia	4	1 laboratorium virtual
11	Hukum dasar kimia dan penerapannya	6	
12	Potensi sumber energi terbarukan	4	
	Asesmen Sumatif Lingkup	12	
	Jumlah total CP (sesuai dengan struktur kurikulum)	72	

Hasil pemetaan materi yang terdapat pada kelas X dalam kurikulum merdeka belajar, terdapat 12 materi dengan jumlah jam sebanyak 72 jam pelajaran, yang kemudian dikelompokkan menjadi 4 proyek.

Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Kimia SMA/MA/Program Paket C Fase F (Umumnya untuk kelas XI dan XII SMA/MA/Program Paket C)

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan berbagai konsep kimia dalam keseharian dan menunjukkan bahwa perkembangan ilmu kimia menghasilkan berbagai inovasi. Peserta didik memiliki pengetahuan Kimia yang lebih mendalam sehingga menumbuhkan minat sekaligus membantu peserta didik untuk dapat melanjutkan ke jenjang pendidikan berikutnya agar dapat mencapai masa depan yang baik. Peserta didik diharapkan semakin memiliki pikiran kritis dan pikiran terbuka melalui kerja ilmiah dan sekaligus memantapkan profil pelajar pancasila khususnya jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global. Capaian pembelajaran tersebut di rinci kedalam materi dan jam pelajaran untuk selanjutnya dibuat laboratorium virtual untuk kelas XI seperti pada Tabel 2.



Tabel 2. Pemetaan materi dan jam pelajaran kimia kelas XI

KELAS XI			
No	Materi	Jumlah Jam	
1	Stoikiometri a. Konsep mol (Rumus empiris dan Rumus Molekul) b. Konsentrasi Larutan (molaritas, molalitas, fraksi mol) c. Kadar unsur dalam senyawa d. Penentuan pereaksi pembatas	25	1 laboratorium virtual
2	Ikatan Kimia a. ikatan ion b. ikatan kovalen c. bentuk molekul d. gaya antar molekul	25	1 laboratorium virtual
3	Larutan a. Daya Hantar Listrik Larutan b. Sifat Koligatif Larutan c. Sistem Koloid	25	1 laboratorium virtual
4	Konsep Asam Basa a. Teori asam basa b. pH larutan c. titrasi asam basa d. Buffer e. Hidrolisis f. Kelarutan dan hasil kali kelarutan	25	1 laboratorium virtual
5	Laju Reaksi a. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi b. Penentuan laju reaksi	25	1 laboratorium virtual
6	Keseimbangan Kimia a. Keseimbangan dinamis b. Penentuan konstanta keseimbangan c. pergeseran keseimbangan	25	1 laboratorium virtual

Hasil pemetaan materi yang terdapat pada kelas XI dalam kurikulum merdeka belajar, terdapat 6 materi inti dengan jumlah jam sebanyak 150 jam pelajaran, yang kemudian dikelompokkan menjadi 6 proyek. Capaian pembelajaran tersebut di rinci kedalam materi dan jam pelajaran untuk selanjutnya dibuat laboratorium virtual untuk kelas XII seperti pada Tabel 3.



Tabel 3. Pemetaan materi dan jam pelajaran kimia kelas XII

MATERI KELAS XII			
No	Materi	Jumlah Jam	
1	Termokimia a. sistem dan lingkungan b. Entalpi	25	1 laboratorium virtual
2	Elektrokimia a. Konsep redoks b. Bilangan oksidasi c. Penyetaraan reaksi redoks d. Sel Volta e. Sel elektrolisis	25	1 laboratorium virtual
3	Kimia Organik Hidrokarbon dan turunannya	25	1 laboratorium virtual
4	Makromolekul a. Polimer alami b. Polimer sintetik	25	1 laboratorium virtual

Hasil pemetaan materi yang terdapat pada kelas XI dalam kurikulum merdeka belajar, terdapat 4 materi inti dengan jumlah jam sebanyak 100 jam pelajaran, yang kemudian dikelompokkan menjadi 4 proyek. Laboratorium yang dikembangkan kemudian diuji validasi kepada ahli media dan ahli materi. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut.

Validasi Materi

Hasil yang diperoleh dari validasi materi dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4. Komentar dan Saran dari Validator Materi

No	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1	Belum ada penjelasan yang mendukung hasil praktikum dalam laboratorium virtual	Ditambahkan penjelasan setelah kegiatan praktikum dilakukan
2	Mekanisme perubahan warna belum terlihat jelas	Tampilan warna lebih difokuskan
3	Musik jangankan terlalu berisik	Dikurangi musik latar

Hasil validasi materi dengan menggunakan rumus V aiken dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Validasi Materi

Validator	Skor	Rata-rata	Kategori
Ahli 1	0,82	0,87	Tinggi
Ahli 2	0,92		

Validasi Media

Hasil yang diperoleh dari validasi media dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 6. Komentar dan Saran dari Validator Media

No	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1	Background kurang menarik, karena hanya warna polos saja.	Background telah diganti agar menjadi lebih menarik.

Hasil validasi media dengan menggunakan rumus V aiken dapat dilihat pada Tabel berikut.



Tabel 7. Hasil Validasi Media

Validator	Skor	Rata-rata	Kategori
Ahli 1	0,95	0,92	Tinggi
Ahli 2	0,89		

Aplikasi laboratorium virtual yang telah dilakukan pengujian kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media dengan tujuan untuk memberikan nilai kevalidan terhadap aplikasi laboratorium virtual. Penilaian kevalidan pada uji ahli melibatkan dua ahli materi dan dua ahli media. Acuan yang digunakan sebagai standar untuk validasi aplikasi laboratorium virtual adalah teknologi pembelajaran dan media untuk belajar dari Smaldino dkk (2011) dan multimedia interaktif dengan flash dari Sutopo (2003). Kualitas dari aplikasi laboratorium virtual yang dikembangkan oleh peneliti dilihat dari relevansi media pembelajaran dengan capaian pembelajaran, pengorganisasian materi pada media pembelajaran, bahasa dan kalimat pada media pembelajaran.

Penilaian materi pada aplikasi laboratorium virtual ditinjau dari relevansi media pembelajaran dengan capaian pembelajaran, pengorganisasian materi. Hasil dari penilaian dengan ahli materi terdapat saran dan komentar yaitu untuk menambahkan definisi dan cara kerja metode ilmiah pada indikator dan tujuan, menambahkan penjelasan mengenai jenis/ukuran kertas saring dan menambahkan soal teks pada media pembelajaran, tampilan visual media pembelajaran, penyajian gambar atau video pada media pembelajaran, tombol navigasi dan perkembangan IPTEK.

Perbaikan dari materi yang terdapat pada aplikasi laboratorium virtual telah diperbaiki sesuai dengan komentar dan saran dari ahli materi. Angket penilaian kevalidan aplikasi laboratorium virtual yang telah diisi oleh ahli materi yang terdiri dari dua aspek yang dinilai dengan 13 deskriptor kemudian dianalisis dengan menggunakan rumus V aiken untuk mengetahui valid atau tidaknya materi yang terdapat pada aplikasi laboratorium virtual tersebut dan didapatkan nilai akhir yaitu 0,87 dengan kategori tinggi sehingga dapat dikatakan bahwa materi pada aplikasi laboratorium virtual yang dikembangkan telah valid dan sesuai dengan materi pengenalan alat laboratorium kimia, serta laboratorium virtual tersebut telah layak untuk dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu uji coba.

Penilaian media pada aplikasi laboratorium virtual pengenalan alat laboratorium kimia ditinjau dari pemrograman media pembelajaran, teks pada media pembelajaran, tampilan visual media pembelajaran, penyajian gambar atau video pada media pembelajaran, tombol navigasi dan perkembangan IPTEK. Hasil dari penilaian dengan ahli media terdapat saran dan komentar yaitu tampilan *background* atau latar belakang terlihat kurang menarik karena hanya menampilkan warna polos serta akan lebih baik jika semua alat laboratorium dilengkapi dengan video cara penggunaan. Perbaikan dari media yang terdapat pada aplikasi laboratorium virtual telah diperbaiki sesuai dengan saran dan komentar dari ahli media. Angket penilaian kevalidan aplikasi laboratorium virtual yang terdiri dari dua aspek dengan 12 deskriptor yang akan dinilai telah diisi oleh ahli media, hasil dari penilaian tersebut kemudian dianalisis oleh peneliti dengan menggunakan rumus V aiken untuk mengetahui valid atau tidaknya aplikasi laboratorium virtual tersebut dan nilai akhir yang didapatkan yaitu 0,92 dengan kategori tinggi sehingga dapat dikatakan bahwa aplikasi laboratorium virtual yang dikembangkan telah valid dan layak untuk dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu uji coba.

Adapun tindak lanjut dari kegiatan ini adalah implementasi dari laboratorium virtual yang telah dikembangkan oleh guru kimia mgmp kota Palembang. Kegiatan implementasi diharapkan mampu melihat keterlaksanaan dari laboratorium virtual yang dikembangkan.



Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pengabdian ini bahwa telah diperoleh perancangan laboratorium virtual Kimia SMA yaitu pada kelas X terdapat 12 materi yang dikelompokkan menjadi 4 proyek, pada kelas XI terdapat 6 materi yang dikelompokkan menjadi 6 proyek dan pada kelas XII terdapat 4 materi yang dikelompokkan menjadi 4 proyek. Hasil evaluasi terhadap laboratorium virtual yang dikembangkan oleh guru telah diuji validasi ahli dan dinyatakan valid dan layak untuk dilanjutkan pada tahap implementasi.

Saran

Saran berdasarkan hasil kegiatan pengabdian ini adalah dosen kembali membuat kegiatan pengabdian lanjutan yaitu kegiatan implementasi laboratorium virtual yang sesuai dengan kurikulum merdeka.

Ucapan Terima Kasih

Kegiatan Pengabdian ini dibiayai oleh anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2022. SP DIPA-023.17.2.677515/2022, tanggal 13 Desember 2021,. Sesuai dengan SK Rektor Nomor 0006/UN9/SK.LP2M.PM/2022 Tanggal 15 Juni 2022.

Daftar Pustaka

- Aiken, L. R. (1985) Three Coefficients for Analyzing The Reliability, and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45.
- Darby-White, T., Wicker, S., & Diack, M. (2019). Evaluating the Effectiveness of Virtual Chemistry Laboratory (VCL) in Enhancing Conceptual Understanding: Using VCL as Pre-Laboratory Assignment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 38(1), 31-48.
- Decaprio, R. (2013). *Tips Mengelola Laboratorium Sekolah*. Yogyakarta: Diva Press.
- Dwiningsih, K., Sukarmin, Muchlis, & Rahma, P. T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Menggunakan Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran Di Era Global. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 06(02), 156-176.
- Gambari, A. I., Kawu, H., & Falode, O. C. (2018). Impact of Virtual Laboratory on the Achievement of Secondary School Chemistry Students in Homogeneous and Heterogeneous Collaborative Environments. *CONTEMPORARY EDUCATIONAL TECHNOLOGY*, 9(3), 246-263.
- Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R.(2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*. Vol 8 (2) p. 105-107.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education : The State of Art. *Chemistry Education Research and Practice*. Vol 8(2) p. 105-107.
- Millar, R. & Abraham, I. (2009). Practical Work: making it more effective. *Science School Research*. Vol 91(334) p. 59-64.
- Sari, D. K., Jejem, M.S, Hadeli, M., Oktaria, Y., & Melinda, E. (2022). Development of a Virtual Laboratory for Biochemistry Practicum during the Covid- 19 Pandemic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 8(1). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1171>
- Smaldino, Sharon. E., Lowther, Deboran. L., Russel, James.D. (2011). *Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar*. (Alih Bahasa: Arif Rahman). Jakarta: KENCANA.



-
- Sutopo, A. H. (2003). Multimedia Interaktif dengan Flash. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Sugiyono. (2017). Metode penelitian pendidikan. Bandung: Alfabeta
- Sony, S., & Katkar, M, D. 2014. Survey paper on virtual lab for E-Learners. *International Journal of Application in Engineering & Management*, 3(1), 108-110.
- Vasiliadou, R. (2020). Virtual laboratories during coronavirus (COVID-19) pandemic. *Wiley Online Library*, 48(5), 482–483. <https://doi.org/10.1002/bmb.21407>
- Widowati, A., Nurohman, S., & Setyowarno, D. (2017). Development of Inquiry-Based Science Virtual Laboratory for Improving Student Thinking Skill of Junior High School. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 5(2), 170-177.
- Quesada, V. (2020). Virtual laboratory lessons in enzymology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(5), 442–447. <https://doi.org/10.1002/bmb.21394>