



## Peningkatan Keterampilan Dasar Laboratorium Kimia Teknik melalui Praktikum Mandiri Berbantuan Media Laboratorium Virtual di Masa Pandemi Covid 19

### *Improving the Basic Skills of Chemical Engineering Laboratories through Independent Practicum Assisted Using Virtual Laboratory Media during the Covid 19 Pandemic*

Edi Elisa<sup>1\*</sup>, Zurweni<sup>2</sup>, I Gede Wiratmaja<sup>1</sup>, I Nyoman Pasek Nugraha<sup>1</sup>, Gede Widayana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitas Pendidikan Ganesha, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Jambi, Indonesia

#### A B S T R A K

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengembangkan dan mengetahui efektivitas media pembelajaran laboratorium virtual kimia teknik dalam upaya meningkatkan keterampilan dasar laboratorium mahasiswa pada saat belajar mandiri di rumah selama pandemi covid 19. Jenis penelitian yang digunakan termasuk kedalam penelitian tindakan dengan tahap penelitian seperti yang dikemukakan oleh (Susman & Evered, 1978) yang terdiri dari 5 tahap penelitian yang berbentuk siklus. Yang menjadi subjek penelitian yaitu mahasiswa S1 disalah satu program studi di Undiksha yang mengambil mata kuliah kimia teknik. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan menggunakan instrumen lembar pengamatan keterampilan dasar laboratorium kimia teknik. Data kuantitatif dan kualitatif dianalisis dengan metode *mixed method* menggunakan desain *explanatory*. Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa pada siklus ke 2 mahasiswa telah mampu menunjukkan keterampilan dasar laboratorium kimia teknik setelah melaksanakan praktikum secara mandiri menggunakan laboratorium virtual kimia teknik yang telah dikembangkan. Peningkatan keterampilan dasar laboratorium kimia dapat diketahui terjadi pada setiap aspek keterampilan dasar laboratorium berdasarkan hasil pengamatan.

#### A B S T R A C T

*The purpose of this study is to develop and determine the effectiveness of the virtual laboratory of the chemical engineering to improve students' basic laboratory skills with self study at home during the covid 19 pandemic. The type of research is action research with a research stage as stated by (Susman & Evered, 1978) which consists of 5 stages of research in the form of a cycle. The research subjects were undergraduate students in one of the study programs at Ganesha University of Education who took engineering chemistry courses. Data was collected through observation and interviews using the observation sheet instrument for the basic skills of the chemical engineering laboratory. Quantitative and qualitative data were analyzed using a mixed method using an explanatory design. Based on the results of the research, it can be seen that in the second cycle, students have been able to demonstrate basic technical chemistry laboratory skills after carrying out practical work independently using a virtual engineering chemistry laboratory that has been developed. Improvement of basic chemistry laboratory skills can be seen to occur in every aspect of basic laboratory skills based on observations.*

Kata kunci/Keyword: Laboratorium virtual, kimia teknik, keterampilan dasar laboratorium, *Virtual laboratory, chemistry engineering, basic laboratory skills.*

#### INFO ARTIKEL

Received: 16 April 2022;

Revised: 24 May 2022;

Accepted: 10 June 2022

\* corresponding author: [edi.elisa@undiksha.a.c.id](mailto:edi.elisa@undiksha.a.c.id)

DOI: <https://doi.org/10.22437/jisic.v14i1.16837>

## PENDAHULUAN

Pandemi covid 19 telah mengubah sistem pembelajaran di Indonesia dan di dunia selama beberapa tahun belakang. Sistem pembelajaran yang pada mulanya dilakukan secara tatap muka harus dilaksanakan secara daring, sehingga memiliki dampak negatif bagi sebagian peserta didik dan tenaga pendidik, dimana peserta didik dan tenaga pendidik harus beradaptasi dengan kebijakan baru yaitu pembelajaran harus dilaksanakan secara daring (Saputri et al., 2021).

Tantangan lebih besar dirasakan dalam pembelajaran yang mengharuskan peserta didik melaksanakan praktikum di laboratorium. Kebijakan pemerintah yang membatasi pembelajaran tatap muka menjadikan pelaksanaan praktikum di laboratorium sekolah dan perguruan tinggi tidak dapat dilaksanakan sehingga menyebabkan menurunnya kualitas pembelajaran praktikum. Adanya kebijakan yang diambil oleh beberapa perguruan tinggi untuk menunda pelaksanaan praktikum pada semester berikutnya ternyata juga tidak berjalan sesuai dengan rencana dikarenakan pandemi yang berkepanjangan.

Menyikapi hal tersebut, berbagai upaya telah dilakukan oleh banyak pihak untuk memberikan pengalaman praktikum kepada peserta didik selama proses pembelajaran dilaksanakan secara daring ketika pembelajaran praktikum tidak memungkinkan untuk dapat dilaksanakan di laboratorium sekolah ataupun perguruan tinggi seperti: 1) memberikan tugas untuk melakukan praktikum sederhana di rumah dengan panduan video (Mojica & Upmancis, 2021; Wicaksono, 2022), 2) praktikum secara virtual melalui laboratorium kimia online (Watts et al., 2022), 3) laboratorium virtual (Antrakusuma et al., 2021; Chan et al., 2021; Muslim et al., 2022), dan 4) augmented reality (Mazzuco et al., 2022).

Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi terbukti mampu membantu tenaga pendidik dalam menyampaikan pesan pembelajaran selama pandemi covid 19 (Yuliana, 2021). Pemanfaatan laboratorium

virtual misalnya terbukti mampu meningkatkan aktivitas siswa dalam mengakses materi pembelajaran (Ambusaidi et al., 2018; Nirmala & Darmawati, 2021; Radhamani et al., 2021). Pada dasarnya laboratorium virtual merupakan sebuah sistem yang penggunaannya dapat dilakukan secara penuh dalam pembelajaran atau untuk mendukung sistem praktikum konvensional. Namun demikian untuk dapat memanfaatkan media tersebut perlu adanya pengembangan lebih lanjut dikarenakan tidak semua media yang berkesesuaian dengan materi pembelajaran tersedia secara bebas

Sebagai suatu sistem pendukung, laboratorium virtual dapat digunakan untuk meminimalkan kesalahan-kesalahan pada saat praktikum secara nyata sehingga dapat menghindari berbagai kerugian seperti kecelakaan kerja ataupun kerusakan alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum. Hal tersebut dikarenakan peserta didik dapat mensimulasikan terlebih dahulu prosedur praktikum secara berulang-ulang tanpa adanya resiko yang berakibat fatal sebelum melakukan praktikum secara nyata. Dalam hal ini peserta didik dapat mengeksplorasi dengan mengskenariokan dan membandingkan berbagai prosedur dan situasi praktikum untuk menemukan hasil yang terbaik (Azma et al., 2022; Purnama Putra et al., 2021).

Keterampilan dasar laboratorium kimia teknik merupakan suatu keterampilan yang berkaitan dengan kemampuan seseorang dalam mengelola alat dan bahan yang terdapat di dalam laboratorium kimia. Tingkat keterampilan dasar laboratorium kimia teknik peserta didik akan terlihat dari bagaimana cara peserta didik dalam memperlakukan alat dan bahan-bahan kimia seperti bagaimana cara mengambil suatu bahan, mereaksikan atau melakukan pencampuran suatu bahan, menyimpan bahan, mengamati, mengkomunikasikan dan keselamatan kerja (Eliyard & Rahayu, 2021).

Keterampilan dasar laboratorium pada dasarnya penting di berikan kepada setiap peserta didik yang mengambil jurusan dalam rumpun ilmu sains terutama yang mengharuskan peserta didik untuk

mengadakan praktikum di laboratorium kimia. Karena tanpa adanya bekal keterampilan dasar laboratorium kimia, maka dapat berakibat fatal bagi keselamatan peserta didik itu sendiri, dimana penggunaan alat-alat dan bahan-bahan di laboratorium kimia tanpa memperhatikan prosedur yang benar akan sangat berbahaya (Sudiana et al., 2021).

Pengetahuan dasar laboratorium kimia teknik pada dasarnya tidak hanya dapat diimplementasikan pada saat berada dilaboratorium kimia tetapi juga sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari. Pada bidang teknik mesin misalnya, mahasiswa yang memiliki keterampilan dasar laboratorium kimia akan sangat bermanfaat ketika melakukan praktek dengan zat-zat yang mudah terbakar dan berbahaya seperti penggunaan bahan bakar, penggunaan  $H_2SO_4$ , penanganan freon, alkohol dan lain-lain. Sehingga perlu bagi mahasiswa tersebut dibekali dengan keterampilan dasar laboratorium kimia melalui mata kuliah kimia teknik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian tindakan (action research) dengan tujuan untuk memperbaiki sistem dan kompetensi peserta didik. Tahapan penelitian berdasarkan apa yang disampaikan oleh susman and Evered yang terdiri dari 5 tahap yang bersifat siklus iteratif yaitu *diagnosing*, *action planning*, *action taking*, *evaluating*, dan *specifying learning* (Al-Aufi et al., 2021; Lalithabai et al., 2021; Susman & Evered, 1978b). Setiap siklus penelitian akan difokuskan pada perbaikan sistem (laboratorium virtual kimia) yang diukur berdasarkan ketertarikan peserta didik dalam mengakses laboratorium virtual kimia yang dihitung berdasarkan jumlah, lama peserta didik mengakses media dan peningkatan kemampuan keterampilan dasar laboratorium kimia yang dimiliki peserta

mahasiswa setelah melaksanakan praktikum mandiri secara virtual.

Tindakan dalam setiap tahap penelitian sebagai berikut:

### **Diagnosing**

- Menganalisis kesulitan, situasi, sarana dan prasarana serta lingkungan pembelajaran.
- Mendefinisikan kebutuhan pembelajaran praktikum di masa pandemi covid 19.

### **Action Planning**

- Merancang media laboratorium virtual yang akan dikembangkan.
- Merencanakan pembelajaran praktikum melalui laboratorium virtual kimia secara mandiri.
- Menentukan target capaian yang harus dimiliki peserta didik.

### **Action Taking**

- Mengembangkan laboratorium virtual kimia.
- Melaksanakan pembelajaran praktikum secara mandiri melalui laboratorium virtual kimia.
- Melakukan uji kompetensi keterampilan dasar laboratorium kimia peserta didik.

### **Evaluating**

- Melaksanakan evaluasi terhadap hasil pembelajaran praktikum secara mandiri dengan menggunakan laboratorium virtual kimia.
- Melaksanakan evaluasi terhadap ketercapaian tujuan pembelajaran

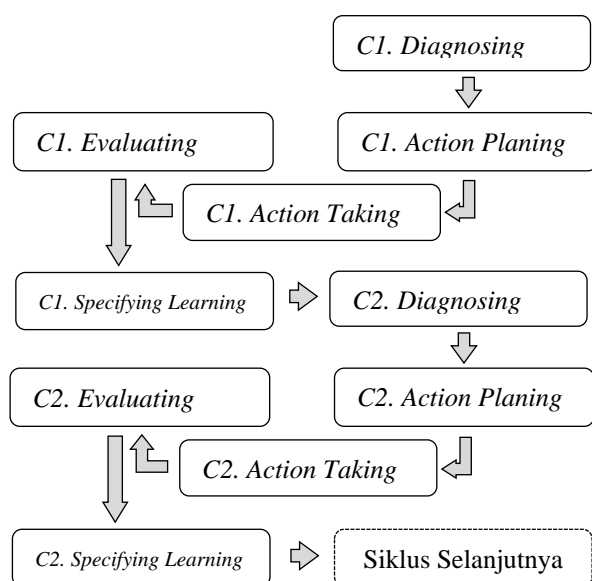
### **Specifying Learning**

- Mendokumentasikan hasil dari pembelajaran praktikum dengan membuat daftar kelebihan dan kelemahan. laboratorium virtual yang dikembangkan serta proses pembelajaran untuk dapat digunakan untuk merumuskan intervensi pada siklus berikutnya.

Alur penelitian dapat dilihat seperti pada gambar 1.

Populasi pada penelitian ini yaitu mahasiswa yang mengambil matakuliah kimia teknik disalah satu program studi di

Universitas Pendidikan Ganesha. Sampel berjumlah 10 mahasiswa yang diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling* dimana sampel dipilih dengan memperhatikan lokasi tempat tinggal yang dekat dengan kampus. Pengambilan data dilakukan melalui wawancara dan observasi dengan menggunakan lembar pengamatan berupa angket tertutup. Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *mixed method* dengan desain *explanatory*.



**Gambar 1.** Alur penelitian

Penelitian dinyatakan selesai jika seluruh responden yang terlibat telah mampu menunjukkan keterampilan dasar laboratorium kimia setelah belajar secara mandiri melalui laboratorium virtual kimia dan diuji secara langsung di laboratorium konvensional untuk melihat ada tidaknya peningkatan keterampilan yang dimiliki oleh mahasiswa.

Komponen keterampilan dasar laboratorium kimia yang diamati dalam penelitian ini meliputi keselamatan kerja, keterampilan eksperimen, penanganan peralatan laboratorium, metode analisis, penulisan ilmiah dan pencatatan, serta keterampilan memecahkan masalah (Salin, 2022).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan sebanyak 2 siklus dimana pada siklus kedua seluruh mahasiswa yang menjadi subjek penelitian telah mampu menunjukkan keterampilan dasar laboratorium kimia teknik setelah belajar secara mandiri dengan melakukan praktikum secara virtual di rumah masing-masing. Dengan demikian tujuan dari penelitian ini telah tercapai sehingga siklus dapat dihentikan.

### Diagnosing

Identifikasi permasalahan yang dihadapi oleh peserta didik dilakukan untuk mendapatkan informasi sebanyak mungkin mengenai kesulitan dan kebutuhan apa yang diperlukan oleh peserta didik dan pendidik untuk mendukung proses pembelajaran praktikum di tengah-tengah adanya kebijakan pembatasan sosial berskala besar (PSBB). Berdasarkan hasil observasi terhadap peserta didik yang mengambil mata kuliah kimia teknik di salah satu program studi di Undiksha dapat diketahui bahwa, keterampilan dasar laboratorium yang dimiliki mahasiswa tidak berkembang dengan baik selama proses pembelajaran daring. Pembelajaran dengan praktikum sederhana yang dapat dikerjakan dirumah masing-masing belum cukup meningkatkan keterampilan dasar laboratorium mahasiswa tersebut dikarenakan keterbatasan bahan, alat dan sarana praktikum serta suasana laboratorium yang tidak ditemukan dirumah.

Berdasarkan hasil observasi tersebut maka perlu adanya suatu media pembelajaran yang dapat menghadirkan suasana dan pengalaman laboratorium kepada peserta didik. Salah satu media yang memungkinkan untuk menghadirkan hal tersebut yaitu laboratorium virtual kimia (Achuthan et al., 2018; Almazaydeh et al., 2016; Kolil et al., 2020). Sebagai Langkah awal untuk dapat menggunakan media laboratorium virtual kimia dalam pembelajaran praktikum dalam studi ini yaitu dilakukan survei pendahuluan mengenai ketersediaan fasilitas pendukung yang dimiliki peserta didik meliputi ketersediaan dan kemampuan untuk akses

*smartphone*, komputer dan koneksi internet. Setelah memastikan semua kebutuhan yang diperlukan terpenuhi selanjutnya penelitian dilanjutkan pada tahap berikutnya.

### Action Planning

Pada tahap ini penelitian difokuskan untuk merancang media laboratorium virtual, merancang pembelajaran praktikum dan menentukan target capaian pembelajaran. Media laboratorium virtual kimia akan dikembangkan dengan menggunakan aplikasi unity yang dapat diakses melalui komputer dan *smartphone* melalui jaringan internet. Mahasiswa yang terpilih menjadi responden nantinya akan diminta untuk melakukan praktikum secara virtual berdasarkan panduan praktikum yang telah disesuaikan dengan situasi pandemi covid 19. Peningkatan keterampilan dasar laboratorium kimia mahasiswa akan diukur melalui pengamatan langsung dengan lembar observasi dan wawancara. Keterampilan laboratorium yang diukur didasarkan pada (Salin, 2022) yang telah dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan dan situasi pada saat penelitian.

### Action Taking

Setelah media laboratorium virtual kimia di kembangkan dan diuji coba dalam lingkungan terbatas, selanjutnya mahasiswa yang terpilih menjadi sampel diberikan tugas untuk melakukan praktikum sesuai dengan panduan yang telah disediakan. Pembelajaran dilakukan selama 4 minggu dan mahasiswa diberikan kebebasan untuk mengakses media tanpa ada batasan. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif media laboratorium virtual yang dikembangkan untuk meningkatkan aktivitas belajar mahasiswa.

Pada minggu berikutnya mahasiswa di evaluasi melalui pengamatan dan wawancara untuk mengetahui tingkat keterampilan dasar laboratorium kimia yang dimiliki oleh mahasiswa. Pada siklus ke dua pembelajaran praktikum juga dilaksanakan selama 4 minggu setelah media di evaluasi dan dilakukan perbaikan berdasarkan hasil dari evaluasi pada siklus pertama. Adapun berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara pada siklus 1 dan siklus 2 dapat dilihat seperti pada tabel 1.

**Tabel 1.** Persentase ketercapaian keterampilan dasar laboratorium kimia

Keterampilan yang diamati	Persentase ketercapaian keterampilan			
	Siklus 1		Siklus 2	
	Ketuntasan	Persentase	Ketuntasan	Persentase
<b>Keselamatan kerja</b>				
- Menggunakan pelindung diri	√	50%	√	100%
- Memahami lambang-lambang kimia	√		√	
- Memahami teknik penanganan bahan-bahan dan alat-alat kimia	x		√	
- Sigap menanggapi keadaan darurat	x		√	
<b>Keterampilan eksperimental</b>				
- Pemilihan metode yang tepat	x	33%	√	100%
- Pemilihan peralatan yang tepat	√		√	
- Bekerja sesuai SOP	√		√	
<b>Penanganan peralatan laboratorium</b>				
- Mampu menggunakan peralatan sederhana	√	100%	√	100%

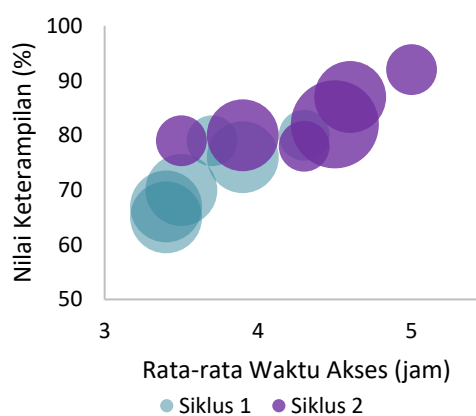
Keterampilan yang diamati	Persentase ketercapaian keterampilan			
	Siklus 1		Siklus 2	
	Ketuntasan	Persentase	Ketuntasan	Persentase
- Memahami prosedur dalam memberbersihkan dan menyimpan alat	√		√	
<b>Metode analisis</b>				
- Memahami metode analisis kuantitatif	x	0%	√	100%
- Memahami metode analisis kuantitatif	x		√	
<b>Penulisan ilmiah dan pencatatan</b>				
- Mampu membuat laporan penelitian	x	0%	√	100%
<b>Keterampilan memecahkan masalah</b>				
- Mampu menganalisis masalah	√	50%	√	100%
- Mampu membuat skenario pemecahan masalah	x		√	

### Evaluating

Pemanfaatan media pembelajaran berbasis TIK dalam upaya meningkatkan keterampilan dasar laboratorium kimia teknik dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif yang dapat dipilih oleh tenaga pendidik. Namun demikian, media berbasis TIK saat ini jumlahnya sangat terbatas dan tidak semua materi praktikum tersedia dengan bebas sehingga perlu adanya pengembangan lebih lanjut.

Salah satu yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mengembangkan media laboratorium virtual kimia teknik dengan melibatkan mahasiswa secara langsung yang bertugas untuk memberikan masukan sekaligus sebagai subjek uji coba untuk mendapatkan tingkat efektifitas media yang dikembangkan. Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa pada siklus 1 media yang dikembangkan belum secara efektif mampu meningkatkan keterampilan dasar laboratorium kimia teknik sehingga perlu dilakukan revisi dengan menambahkan fitur skor dan perengkingan. Hal tersebut dimaksudkan untuk memberikan informasi kepada peserta didik mengenai tingkat kesalahan dan peringkat yang bersangkutan dibandingkan dengan peserta didik lainnya. Dengan penambahan fitur tersebut terbukti mampu meningkatkan motivasi peserta

didik yang didapat dilihat dari peningkatan rata-rata waktu peserta didik mengakses aplikasi yang dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Hubungan antara lama waktu mengakses laboratorium virtual dengan skor keterampilan dasar laboratorium kimia teknik mahasiswa

Berdasarkan pada gambar 2 dapat diamati bahwa terjadi peningkatan lama waktu mahasiswa dalam mengakses media laboratorium virtual kimia teknik sehingga berdampak juga pada peningkatan keterampilan dasar laboratorium kimia teknik yang dimiliki oleh mahasiswa. Selain

itu pada siklus 2, seluruh mahasiswa telah dapat menunjukkan keterampilan dasar laboratorium kimia teknik yang diuji melalui pengamatan langsung dan wawancara. Dengan demikian tujuan penelitian telah tercapai sehingga siklus dapat dihentikan.

### **Specifying Learning**

Pada tahap ini, seluruh hasil dari tindakan baik pada siklus 1 dan siklus 2 telah didokumentasikan dan dicatat dengan baik serta dibuat dalam bentuk laporan penelitian dan jurnal penelitian yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi penggiat pendidikan.

### **DAFTAR RUJUKAN**

- Achuthan, K., Kolil, V. K., & Diwakar, S. (2018). Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2499–2515. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9727-1>
- Al-Aufi, A. S. S., Al-Harrasi, N., & Al-Abri, A. (2021). The effectiveness of using crowdsourcing for improving information services: an action research approach. *Library Hi Tech*. <https://doi.org/10.1108/LHT-08-2020-0192>
- Almazaydeh, L., Younes, I., & Elleithy, K. (2016). An Interactive and Self-instructional Virtual Chemistry Laboratory. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 11(07), 70–73.
- Ambusaidi, A., al Musawi, A., Al-Balushi, S., & Al-Balushi, K. (2018). The impact of virtual lab learning experiences on 9th grade students' achievement and their attitudes towards science and learning by virtual lab. *Journal of Turkish Science Education*, 15(2), 13–29. <https://doi.org/10.12973/TUSED.10227>
- A
- KESIMPULAN**
- Sebagai alternatif bagi pendidik dimasa pandemi covid 19 dalam upaya meningkatkan keterampilan dasar laboratorium kimia teknik mahasiswa, dapat dilakukan melalui media laboratorium virtual kimia teknik sebagai bagian dari integrasi pemanfaatan tik dalam pendidikan. Melalui media laboratorium virtual mahasiswa akan diberikan pengalaman bereksperimen secara virtual sehingga ketika mahasiswa dihadapkan pada praktikum secara nyata mahasiswa telah dapat menunjukkan keterampilan dasar laboratorium sebagai bekal untuk mengembangkan keterampilan laboratorium tingkat lanjut.
- Antrakusuma, B., Indriyanti, N. Y., & Sari, M. W. (2021). Preliminary studi: Chemistry laboratory virtual innovation as an optimization of science learning during the covid-19 pandemic. *Jurnal Pena Sains*, 8(2), 88–94. <https://doi.org/10.21107/JPS.V8I2.12048>
- Azma, N., Cahyono, E., & Nuswowati, M. (2022). Effectiveness of Online Learning Assisted by Olabs Virtual Laboratory in Improving Students' Science Process Skills. *International Journal of Active Learning*, 7(1), 86–93. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijal/article/view/36457>
- Chan, P., van Gerven, T., Dubois, J.-L., & Bernaerts, K. (2021). Virtual chemical laboratories: A systematic literature review of research, technologies and instructional design. *Computers and Education Open*, 2, 100053. <https://doi.org/10.1016/J.CAEO.2021.100053>
- Eliyart, E., & Rahayu, C. (2021). Deskripsi Keterampilan Dasar Laboratorium Mahasiswa Teknik pada Praktikum Kimia Dasar. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(1), 30–37. <https://doi.org/10.29303/JIPP.V6I1.143>

- 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*, 17(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/S41239-020-00204-3/TABLES/6>
- Lalithabai, D. S., Ammar, W. M., Alghamdi, K. S., & Aboshaiqah, A. E. (2021). Using action research to evaluate a nursing orientation program in a multicultural acute healthcare setting. *International Journal of Nursing Sciences*, 8(2), 181–189. <https://doi.org/10.1016/J.IJNSS.2021.01.002>
- Mazzuco, A., Krassmann, A. L., Reategui, E., & Gomes, R. S. (2022). A systematic review of augmented reality in chemistry education. *Review of Education*, 10(1), e3325. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/rev3.3325>
- Mojica, E.-R. E., & Upmacis, R. K. (2021). Challenges Encountered and Students' Reactions to Practices Utilized in a General Chemistry Laboratory Course During the COVID-19 Pandemic. *Cite This: J. Chem. Educ*, 2022, 1053–1059. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00838>
- Muslim, Abd. Q., Hermawan, H., Cahyasari, E., & Fanani, M. A. (2022). Virtual Laboratory: An Alternative Method of Practicum Learning in Higher Education during the Covid-19 Pandemic. *Journal of Education Technology*, 6(2), 226–236. <https://doi.org/10.23887/JET.V6I2.41629>
- Nirmala, W., & Darmawati, S. (2021). The Effectiveness of Discovery-Based Virtual Laboratory Learning to Improve Student Science Process Skills. *Journal of Education Technology*, 5(1), 103–112. <https://doi.org/10.23887/JET.V5I1.33368>
- Purnama Putra, R., Amelia Anjani, R., Denya Agustina, R., Yuniarti Suhendi, H., & Pioren, M. (2021). Student's Perspective on Virtual Laboratory Using Phet as A Media in Conducting Physics Laboratory Activities. *Tarbiyah : Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.18592/TARBIYAH.V10I1.4113>
- Radhamani, R., Kumar, D., Nizar, N., Achuthan, K., Nair, B., & Diwakar, S. (2021). What virtual laboratory usage tells us about laboratory skill education pre- and post-COVID-19: Focus on usage, behavior, intention and adoption. *Education and Information Technologies*, 26(6), 7477. <https://doi.org/10.1007/S10639-021-10583-3>
- Salin, R. (2022, January 7). *Chemistry lab skills and various strategies for developing them*. Cademix Institute of Technology. <https://www.cademix.org/chemistry-lab-skills-and-various-strategies-for-developing-them/>
- Saputri, E., Saputri, E. A., Miftakh, F., & Samsi, Y. S. (2021). The impact of the covid-19 pandemic in teaching and learning activity. *English Education: Jurnal Tadris Bahasa Inggris*, 14(2), 320–335. <https://doi.org/10.24042/ee-jtbi.v14i2.9783>
- Sudiana, I. K., Suja, W., Sastrawidana, I. D. K., & Sukarta, I. N. (2021). Basic Chemistry Practicum Handbook with Occupational Health and Safety (K3) to Prevent Work Accidents in Laboratory: Validity and Feasibility. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 54(1), 181–189. <https://doi.org/10.23887/JPP.V54I1.31934>
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978a). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582. <https://doi.org/10.2307/2392581>



- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978b). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582. <https://doi.org/10.2307/2392581>
- Watts, J., Crippen, K. J., Payne, C., & Veige, M. (2022). The varied experience of undergraduate students during the transition to mandatory online chem lab during the initial lockdown of the COVID-19 pandemic. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(14). <https://doi.org/10.1186/s43031-022-00055-0>
- Wicaksono, A. T. (2022). Pembelajaran praktikum kimia di masa pandemi covid-19 program studi tadaris kimia uin antasari Banjarmasin pada semester genap tahun akademik 2020/2021. *Ed-Humanistics : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(1), 872–879. <https://doi.org/10.33752/ed-humanistics.V7I1.2518>
- Yuliana. (2021). The Information Communication Technology Implementation in English Teaching During The Covid-19 Pandemic. *Tarling : Journal of Language Education*, 5(2), 109–127. <https://doi.org/10.24090/TARLING.V5I2.5143>