

Literature Review: Analisis Penggunaan Virtual Lab Untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa dalam Kegiatan Pembelajaran

Hening Tyas Almira¹, Endah Febri Setiya Rini², Dhimas Ridha Arrahman³

^{1,2,3}Program Studi S2 Pendidikan Sains, Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret,
Jl. Ir.Sutami No.36 Ketingan Surakarta

Email : endahfebrisetiyarini@student.uns.ac.id

Abstract: *Rapid technological advances have had a huge impact on various sectors, especially the education sector. A virtual lab can be a learning innovation in improving students' learning abilities. The aim of this research is to analyze the use of Virtual Lab to improve students' abilities in learning activities. This type of research is qualitative research using a systematic literature review method. The sample used in this research was 15 articles originating from Google Scholar with a publication period of 2017 to 2023. Based on the results of a systematic literature review analysis, it was found that Virtual Lab can improve students' abilities in learning activities such as learning motivation, scientific attitudes, abilities thinking, understanding concepts, active learning, science process skills, and student learning achievement. The conclusion in this research is that Virtual Lab can support learning activities and improve students' learning abilities. Researchers hope that this research can contribute to the field of education.*

Keywords: *student abilities, learning activities, technology, virtual lab.*

Abstrak: Kemajuan teknologi yang berkembang pesat sangat berdampak di berbagai sektor terutama sektor pendidikan. *Virtual Lab* dapat menjadi sebuah inovasi pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan belajar siswa. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis penggunaan *Virtual Lab* untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam kegiatan pembelajaran. Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan menggunakan metode tinjauan literatur sistematis. Adapun sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 15 artikel yang berasal dari *Google Scholar* dengan rentang waktu publikasi tahun 2017 sampai dengan 2023. Berdasarkan hasil analisis tinjauan literatur sistematis didapatkan bahwa *Virtual Lab* dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam kegiatan pembelajaran seperti motivasi belajar, sikap ilmiah, kemampuan berpikir, pemahaman konsep, keaktifan belajar, keterampilan proses sains, dan prestasi belajar siswa. Kesimpulan dalam penelitian ini yaitu *Virtual Lab* dapat mendukung kegiatan pembelajaran dan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam belajar. Peneliti berharap adanya penelitian ini dapat berkontribusi dalam bidang pendidikan.

Kata kunci: kemampuan siswa, kegiatan pembelajaran, teknologi, *virtual lab*.

1. PENDAHULUAN

Teknologi telah berkembang sangat pesat dan memiliki pengaruh yang besar. Salah satu dampak dapat di lihat pada media pembelajaran yang berkembang. Pada bidang pendidikan, teknologi mempunyai peranan penting dalam ilmu pengetahuan karena peserta didik dapat mengetahui fakta dan gejala menggunakan teknologi untuk menerapkan ilmu pengetahuan tersebut. Teknologi menjadi alat pendukung yang dapat digunakan dalam Pendidikan untuk mempermudah guru dalam mengajar siswa dengan adanya ketercapaian pembelajaran (Maritsa et al., 2021). Setiap pembelajaran diperlukan strategi, metode, serta media pembelajaran yang dapat memberikan pengetahuan pada kegiatan pembelajaran. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan prestasi dan tercapainya tujuan pembelajaran. Upaya yang dapat dilakukan guna mengasah pengetahuan siswa dengan cara mengembangkan pemahaman dan pengetahuan siswa melalui berbagai metode pembelajaran yaitu dengan kegiatan praktikum.

Kegiatan praktikum adalah suatu jalan yang dapat dilakukan untuk mengembangkan ketrampilan dasar percobaan yang diikuti dengan beberapa pendekatan ilmiah untuk membantu siswa dalam mencapai ketercapaian pembelajaran (Ramadhani et al., 2021). Kegiatan praktikum merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari pembelajaran sains (Maksum, 2020). Pada pembelajaran sains hampir setiap materi menggunakan adanya kegiatan eksperimen untuk mendukung ketercapaian tujuan

pembelajaran. Tidak semua sekolah pada pembelajaran sains melakukan praktikum hal ini dipengaruhi oleh kurangnya kesadaran guru mengenai pentingnya kegiatan praktikum (Fatayah, 2023). Kegiatan praktikum terkadang masih jarang dilakukan dikarenakan alat-alat laboratorium yang dimiliki oleh sekolah masih terbatas sehingga siswa tidak memiliki pengetahuan dan pengalaman yang diharapkan (Candra & Hidayati, 2020; Rini & Aldila, 2023). Kegiatan praktikum penting untuk dilakukan karena dengan pengalaman belajar secara langsung, siswa dapat meningkatkan pemahaman konsep dan melatih keterampilan siswa (Astalini et al., 2023; Lesmono et al., 2012). Suatu kegiatan laboratorium dapat dilaksanakan walaupun tanpa adanya alat-alat praktikum seperti biasanya yakni dengan cara melakukan kegiatan praktikum secara virtual dengan bantuan *virtual lab*.

Virtual lab didefinisikan sebagai lingkungan yang interaktif untuk menciptakan dan melakukan eksperimen simulasi dan taman bermain untuk bereksperimen. Media pembelajaran berbasis teknologi seperti *virtual lab* dapat menjadi inovasi dan solusi dalam proses pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan siswa walaupun dengan keberadaan alat peraga yang terbatas. *Virtual lab* dapat memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen pada komputer (Gunawan & Liliarsari, 2012). Dalam perkembangannya *virtual lab* memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihannya yakni dapat dilakukan secara fleksibel kapanpun dan dimanapun sedangkan kelemahannya yakni kurangnya daya pemahaman siswa apabila bekerja di laboratorium langsung. *Virtual lab* ini mampu meningkatkan ketiga aspek tersebut baik kognitif, afektif dan psikomotorik. *Virtual lab* memiliki tujuan guna menunjang kegiatan pembelajaran dalam memahami konsep dan juga untuk mengganti dan melengkapi laboratorium yang sebenarnya serta peserta didik dapat mengulang kegiatan eksperimen yang masih belum dipahami (Jaya, 2012; Munchson et al., 2019).

Terdapat penelitian terdahulu yang meneliti mengenai virtual lab yaitu penelitian (Rusdi et al., 2021) yang meneliti mengenai pengembangan media *virtual lab* untuk meningkatkan keterampilan proses sains. Selain itu, penelitian (Bugarso et al., 2021) yang meneliti mengenai pengalaman belajar siswa dalam percobaan sains menggunakan laboratorium virtual. Kedua penelitian tersebut membahas mengenai virtual laboratorium namun belum ada yang menganalisis studi literatur mengenai penggunaan *virtual lab* yang ditinjau dengan kemampuan yang diperoleh siswa. Sehingga hal tersebutlah yang menjadi keterbaruan dalam penelitian ini.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis penggunaan *virtual lab* untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam kegiatan pembelajaran.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan metode tinjauan literatur sistematis. Tinjauan literatur sistematis adalah tinjauan literatur yang mengikuti aturan baku dalam mengidentifikasi dan mensintesis semua studi yang relevan serta memberikan penilaian mengenai apa yang diketahui dari topik studi tersebut (Kiraga, 2023; Sulaiman & Azizah, 2020).

Populasi dalam penelitian ini dipilih dengan kriteria artikel adalah sesuai dan berhubungan dengan kata kunci yang berhubungan dengan variabel dalam penelitian ini. Adapun jumlah populasi dalam penelitian ini yaitu 30 artikel bahasa Indonesia dan bahasa Inggris yang didapatkan melalui penelusuran artikel menggunakan *database Google Scholar* dalam rentang waktu publikasi pada tahun 2017 sampai dengan tahun 2023. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini yaitu menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik *purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel dengan kriteria dan pertimbangan dari peneliti (Gay et al., 2012; Setiya Rini et al., 2022). Adapun sampel dalam penelitian ini sebanyak 15 artikel.

Prosedur dalam penelitian ini yaitu yang pertama peneliti menentukan kata kunci yang berkenaan dengan topik penelitian ini untuk dijadikan pencarian utama. Kedua, didapatkan kata kunci berupa “virtual laboratorium”, “penggunaan virtual lab dalam pembelajaran sains”, *virtual laboratory to improve students skills* dan selanjutnya dilakukan pencarian literatur di *Google Scholar* dengan rentang waktu publikasi tahun 2017 sampai dengan 2023. Ketiga, artikel yang dipilih berhubungan dengan kata kunci dilakukan review dengan membaca judul dan abstrak didapatkanlah artikel yang sesuai dan berkaitan sebanyak 30 artikel. Keempat, artikel tersebut dilakukan penyaringan lagi dengan membaca keseluruhan isi artikel dan didapatkanlah 15 artikel yang dapat dijadikan referensi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan prosedur yang telah dilakukan, peneliti mendapatkan 15 artikel yang telah sesuai. Artikel yang telah didapatkan dapat diklasifikasikan berdasarkan tahun publikasi dan kemampuan yang diperoleh siswa dalam kegiatan pembelajaran menggunakan virtual lab. Hasil klasifikasi artikel berdasarkan publikasi ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi atrikel berdaarkan tahun publikasi

Tahun Publikasi	Jumlah
2017	1
2018	2
2019	2
2020	5
2021	2
2022	2
2023	1

Berdasarkan hasil Tabel 1 menunjukkan bahwa artikel mengenai virtual laboratorium lebih banyak dipublikasikan pada tahun 2020. Selanjutnya, peneliti mengklasifikasikan kemampuan yang diperoleh siswa dalam kegiatan pembelajaran menggunakan virtual lab yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kemampuan yang diperoleh siswa dalam kegiatan pembelajaran menggunakan *virtual lab*

	Kemampuan yang diperoleh siswa	Nama Penulis
<i>Virtual Lab</i>	Pemahaman konsep	(Aljuhani et al., 2018; Ambusaidi, 2018; Hikmah et al., 2017; Ramadani & Nana, 2020)
	Keterampilan laboratorium, keterampilan proses sains dan sikap ilmiah	(Bugarso et al., 2021; Haryadi & Pujiastuti, 2020; Hidah & Sudiby, 2022; Oladejo & Ebin, 2021; Wata et al., 2022)
	Meningkatkan prestasi belajar dan motivasi belajar	(Alfarizi et al., 2020; Alneyadi, 2019)
	Kemampuan berpikir siswa	(Najib, 2023; Widowati et al., 2020)

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa penggunaan virtual lab dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan siswa pada pemahaman konsep, keterampilan laboratorium, keterampilan proses sains, sikap ilmiah, prestasi belajar, motivasi belajar dan kemampuan berpikir siswa.

Tabel 3. Daftar artikel yang dianalisis

Judul	Penulis (Tahun)	Jurnal	Hasil
Penerapan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa	(Hikmah et al., 2017)	EduChemia	Terdapat pengaruh laboratorium penerapan virtual simulasi terhadap pemahaman konsep siswa.
<i>The Impact of Virtual Lab Learning Experiences on 9th Grade Students' Achievement and Their Attitudes Towards Science and Learning by Virtual Lab</i>	(Ambusaidi, 2018)	<i>Journal of Turkish Science Education</i>	Berdasarkan hasil yang diperoleh <i>virtual lab</i> dapat menurunkan tingkat keabstrakan yang biasanya menyertai pekerjaan di laboratorium serta membantu siswa berinteraksi dengan baik secara teoritis maupun praktik.

<p><i>Creating a Virtual Science Lab (VSL): the adoption of virtual labs in Saudi schools</i></p>	<p>(Aljuhani et al., 2018)</p>	<p><i>Smart Learning Environments</i>, Vol 5, No 16.</p>	<p><i>Virtual lab</i> sains memungkinkan siswa memperoleh keterampilan praktis melalui eksperimen dan memberi kesempatan siswa untuk memiliki pemahaman konten yang lebih mendalam. <i>Virtual Science Lab (VSL)</i> adalah platform berbasis web yang dirancang untuk meningkatkan pendekatan pembelajaran dengan memperkenalkan lingkungan laboratorium yang aman dan interaktif bagi siswa di sekolah menengah. Keunggulan lainnya yakni siswa dapat mengulangi eksperimen secara virtual beberapa kali jika diperlukan.</p>
<p><i>Virtual Lab Implementation in Science Literacy: Emirati Science Teachers' Perspectives</i></p>	<p>(Alneyadi, 2019)</p>	<p><i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i></p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa laboratorium virtual memiliki pengaruh terhadap pengetahuan, keterampilan, sikap, dan prestasi serta inovasi siswa salah satunya dalam pembelajaran sains. Meskipun demikian, laboratorium virtual tidak digunakan secara rutin dan hanya digunakan dalam skala sempit; namun, hal ini mampu meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan prestasi siswa. Disarankan untuk memaksimalkan penggunaan dan efektivitas laboratorium virtual.</p>
<p>Guided discovery berbantuan virtual lab untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah</p>	<p>(Alatas & Sakina, 2019)</p>	<p>Jurnal Pendidikan IPA Veteran</p>	<p>Penggunaan model guided discovery learning berbantuan virtual lab dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa pada setiap kelompok IQ (kelompok IQ rendah, sedang, dan tinggi)</p>
<p><i>Development of Inquiry-Based Science Virtual Laboratory for Improving Student Thinking Skill of Junior High School</i></p>	<p>(Widowati et al., 2020)</p>	<p>Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains</p>	<p>Virtual laboratorium sains berbasis inkuiri dapat mengembangkan kemampuan berpikir siswa.</p>
<p>Analisis Kemenarikan Media Pembelajaran Phet Berbasis Virtual Lab Pada Materi Listrik Statis Selama Perkuliahan Daring Ditinjau Dari Perspektif Mahasiswa</p>	<p>(Alfarizi et al., 2020)</p>	<p>VEKTOR : Jurnal Pendidikan IPA</p>	<p>Media pembelajaran Phet berbasis virtual lab pada materi listrik statis memiliki kemenarikan desain tampilan yang bagus, memiliki kemenarikan konten materi, memiliki kemenarikan isi percobaan yang bagus serta sesuai dengan kebutuhan. Rekomendasi yang diberikan yaitu media pembelajaran Phet dapat digunakan pada jenjang SMP, SMA</p>

			dan perguruan tinggi, untuk memaksimalkan penggunaannya.
<i>PhET simulation software-based learning to improve science process skills</i>	(Haryadi & Pujiastuti, 2020)	<i>Journal of Physics: Conference Series</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran fisika menggunakan media simulasi PhET merupakan pembelajaran interaktif dalam pembelajaran dan dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa.
Desain Pembelajaran Virtual Laboratorium Berbasis Sistem Eksresi Manusia	(Ristina et al., 2020)	Jurnal Pendidikan Sains Indonesia	Pembelajaran melalui virtual laboratorium berbasis inkuiri terbimbing dapat meningkatkan hasil belajar dan keaktifan belajar peserta didik.
Penerapan Problem Based Learning Berbantuan Virtual Lab Phet pada Pembelajaran Fisika Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA : Literature Review	(Ramadani & Nana, 2020)	JPFT	Pembelajaran Problem Based Learning berbantuan virtual laboratory PhET dapat mengaktifkan partisipasi siswa di kelas, sehingga inovasi tersebut dapat meningkatkan pemahaman konsep paada siswa.
<i>Virtual Laboratory: An Alternative Laboratory for Science Teaching and Learning</i>	(Oladejo & Ebin, 2021)	FEPI-JOPAS	Laboratorium virtual mampu memberikan manfaat pembelajaran yang diperoleh siswa dari kegiatan laboratorium dengan biaya dan risiko yang lebih rendah. Penelitian ini merekomendasikan agar semua tingkatan sekolah dapat menggunakan platform pembelajaran baru ini untuk memberikan solusi jangka panjang terhadap keterampilan laboratorium.
<i>Students' Learning Experiences and Preference in Performing Science Experiments Using Hands-on and Virtual Laboratory</i>	(Bugarso et al., 2021)	<i>Indonesian Journal of Teaching in Science</i>	Dalam pembelajaran sains, laboratorium praktik langsung dan virtual dipandang oleh siswa sebagai lingkungan belajar yang baik di mana mereka memperoleh berbagai pengetahuan, keterampilan, pemahaman, dan proses. Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara pengalaman belajar dan preferensi laboratorium di kedua lingkungan laboratorium baik langsung maupun virtual.
Penerapan Model Discovery Learning Berbasis Mobile Virtual Laboratory untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dasar	(Hidah & Sudiby, 2022)	PENSA E-JURNAL : Pendidikan Sains	Model <i>discovery learning</i> berbasis <i>mobile virtual laboratory</i> dapat meningkatkan keterampilan proses sains dasar dan mendapatkan respons

Penerapan Virtual Lab Phet Berbasis Android untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Materi Pook Getaran dan Gelombang	(Wata et al., 2022)	Jurnal IPA Terpadu	Penerapan media virtual lab PhET berbasis android dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar peserta didik kelas VIII SMP Negeri 27 Makassar.
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Ipa Berbasis Virtual Laboratory Pada Materi Getaran Dan Gelombang Di Mtsn 3 Demak	(Najib, 2023)	Jurnal Central Publisher	Tingkat efektivitas perangkat pembelajaran IPA berbasis laboratorium virtual yang dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa di MTs Negeri 3 Demak terlihat dari peningkatan rata-rata nilai pretest dan posttest.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan virtual lab dapat meningkatkan kemampuan siswa pada pemahaman konsep, keterampilan laboratorium, keterampilan proses sains, sikap ilmiah, prestasi belajar, motivasi belajar dan kemampuan berpikir siswa.

Berdasarkan kajian studi literatur yang telah dilakukan dapat di lihat bahwa kemajuan teknologi dapat menjadi salah satu solusi dalam kegiatan pembelajaran. Salah satu contohnya melalui virtual lab, sekolah-sekolah yang masih terkendala oleh alat-alat laboratorium dapat diatasi melalui virtual lab. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan penggunaan virtual lab dapat meningkatkan kemampuan siswa pada pemahaman konsep, keterampilan laboratorium, keterampilan proses sains, sikap ilmiah, prestasi belajar, motivasi belajar dan kemampuan berpikir siswa.

Virtual labs adalah laboratorium virtual yang berisi animasi praktikum menyerupai praktikum dalam laboratorium (Gunawan & Liliyasi, 2012; Kurniawan et al., 2019). Virtual lab dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam memahami materi yang disampaikan (Nurrokhmah & Sunarto, 2013). Laboratorium virtual mempunyai manfaat dan dampak yang signifikan antara lain dalam mempersiapkan siswa untuk menghadapi pengalaman nyata. Keunggulan dan nilai lebih lainnya adalah penghematan biaya pengadaan dan perawatan alat, penggerusan lokasi dan waktu belajar dan berpraktek, minimalisasi risiko destruktif jika terjadi kesalahan dan kekeliruan praktik serta lingkungan belajar yang interaktif. Laboratorium virtual menyediakan pengalaman pembelajaran yang memungkinkan siswa atau peneliti melakukan eksperimen nyata dari jarak jauh melalui internet, dengan cara menggabungkan data nyata dengan perangkat nyata, yang digerakan melalui laboratorium jarak jauh (Muhajarah & Sulthon, 2020).

Virtual lab dapat menjadi sarana sebagai pengembangan siswa dalam memberikan gambaran ketika bekerja di laboratorium secara langsung. *Virtual lab* merupakan inovasi dan solusi jangka panjang terhadap keterampilan laboratorium dengan memanfaatkan kemajuan teknologi. Kemudahan dari *virtual lab* yakni bisa diakses kapanpun, dimanapun, biaya, dan risiko yang lebih rendah. *Virtual lab* perlu direkomendasikan untuk sekolah-sekolah yang belum memiliki laboratorium secara mumpuni. *Virtual lab* dapat menurunkan tingkat keabstrakan serta memungkinkan siswa memperoleh ketrampilan praktis melalui eksperimen. *Virtual lab* dapat dilakukan secara berulang sehingga memungkinkan siswa untuk mengasah memori pada saat kegiatan laboratorium. Kekurangan dari *virtual lab* yakni kurangnya bahan untuk eksperimen sesungguhnya dan belum mampu memberikan pengalaman ketika siswa bekerja di laboratorium secara langsung. *Virtual lab* masih perlu pengembangan dengan inovasi yang memudahkan guru dan siswa bisa mengakses model pembelajaran ini terutama pada daerah terpencil dan susah sinyal sekalipun.

Keterbaruan penelitian ini yaitu untuk mengetahui penggunaan virtual lab dalam mendukung kegiatan belajar dan meneliti mengenai kemampuan apa yang dapat diperoleh peserta didik ketika menggunakan virtual lab. Penelitian ini sangat penting dalam bidang pendidikan dan dapat berkontribusi baik bagi guru ataupun dalam bidang pendidikan. Adanya penelitian ini dapat menjadikan peneliti

berikutnya untuk dapat mengembangkan inovasi media pembelajaran berbasis *virtual lab* agar dapat digunakan pengajar dalam pembelajaran sains dan dapat mendukung kemampuan siswa dalam belajar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian studi literatur dapat disimpulkan bahwa *virtual lab* dapat mendukung kegiatan pembelajaran dan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam belajar. Penggunaan *virtual lab* dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam pemahaman konsep, keterampilan laboratorium, keterampilan proses sains, sikap ilmiah, prestasi belajar, motivasi belajar dan kemampuan berpikir siswa.

5. SARAN

Adapun saran untuk peneliti selanjutnya agar dapat meneliti dan mengembangkan inovasi media pembelajaran berbasis *virtual lab* agar dapat digunakan pengajar dalam pembelajaran sains dan dapat mendukung kemampuan siswa dalam belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, F., & Sakina, W. H. (2019). Guided discovery berbantuan *virtual lab* untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah. *Jurnal Pendidikan IPA Veteran*, 3(2), 138–148.
- Alfarizi, R., Rifa, M. R., & Fajar, D. M. (2020). Analisis Kemenarikan Media Pembelajaran Phet Berbasis *Virtual Lab* Pada Materi Listrik Statis Selama Perkuliahan Daring Ditinjau Dari Perspektif Mahasiswa. *VEKTOR : Jurnal Pendidikan IPA*, 1, 19–28.
- Aljuhani, K., Sonbul, M., Alhabiti, M., & Meccawy, M. (2018). Creating a Virtual Science Lab (VSL): the adoption of virtual labs in Saudi schools. *Smart Learning Environments*, 5(16).
- Alneyadi, S. S. (2019). Virtual Lab Implementation in Science Literacy : Emirati Science Teachers ' Perspectives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 15(12).
- Ambusaidi, A. (2018). The Impact of Virtual Lab Learning Experiences on 9 th Grade Students ' Achievement and Their Attitudes Towards Science and Learning by Virtual Lab. *Journal Turkish Science Education*, 15(2). <https://doi.org/10.12973/tused.10227a>
- Astalini, Darmaji, Kurniawan, D. A., Wirayuda, R. P., Putri, W. A., Rini, E. F. S., Ginting, A. A. B., & Ratnawati, T. (2023). Impact of Science Process Skills on Thinking Skills in Rural and Urban Schools. *International Journal Instruction*, 16(2), 803–822.
- Bugarso, J. M., Cabantugan, R., Tapiculin, Q., & Malaco, A. (2021). Students ' Learning Experiences And Preference In Performing Science Experiment Using Hands-On And Virtual Laboratory. *Indonesian Journal of Teaching in Science*, 1(2).
- Candra, R., & Hidayati, D. (2020). Penerapan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Kerja Peserta Didik di Laboratorium IPA. *EDUGAMA: Jurnal Kependidikan Dan Sosial Keagamaan*, 6(1), 26–37. <https://doi.org/10.32923/edugama.v6i1.1289>
- Fatayah, F. (2023). Penggunaan Laboratorium Virtual Dalam Proses Pembelajaran Kimia Untuk Meningkatkan Ketuntasan Belajar Siswa. *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(1), 23–29.
- Gay, I. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012). *Educational Research: Competencies For Analysis and Applications* (Vol. 148). Pearson Education.
- Gunawan, G., & Liliarsari, L. (2012). Model Virtual Laboratory Fisika Modern untuk Meningkatkan Disposisi Berpikir Kritis Calon Guru. *Cakrawala Pendidikan*, 2, 185–199. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/cp.v5i2.1556>
- Haryadi, R., & Pujiastuti, H. (2020). PhET simulation software-based learning to improve science

process skills PhET simulation software-based learning to improve science process skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022017>

- Hidah, L., & Sudiby, E. (2022). Penerapan Model Discovery Learning Berbasis Mobile Virtual Laboratory untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dasar. *PENSA E-JURNAL : Pendidikan Sains*, 10(2), 185–192.
- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 2(2), 186–195.
- Jaya, H. (2012). Pengembangan Laboratorium Virtual untuk Kegiatan Praktikum dan Memfasilitasi Pendidikan Karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2(1), 81–90.
- Kiraga, F. (2023). Literature Review : Efforts To Improve Creative Thinking Ability In Science Learning. *Integrated Science Education Journal*, 4(2), 77–83. <https://doi.org/10.37251/isej.v4i2.330>
- Kurniawan, W., Jufrida, J., Basuki, F. R., Ariani, R., & Fitaloka, O. (2019). Virtual Laboratory Based Guided Inquiry: Viscosity Experiments. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 4(2), 91. <https://doi.org/10.26737/jipf.v4i2.1069>
- Lesmono, A. D., Wahyuni, S., & Fitriya. (2012). PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM FISIKA BERBASIS LABORATORIUM VIRTUAL (VIRTUAL LABORATORY) PADA PEMBELAJARAN FISIKA DI SMP / MTs. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(3), 272–277.
- Maksum, A. H. (2020). Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versus Reality Laboratorium. *TIARSIE*, 17(2), 47–52.
- Maritsa, A., Salsabila, U. H., Wafiq, M., Anindya, P. R., & Ma'shum, M. A. (2021). Pengaruh Teknologi Dalam Dunia Pendidikan. *Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian Dan Kajian Sosial Keagamaan*, 18(2), 91–100. <https://doi.org/10.46781/al-mutharahah.v18i2.303>
- Muhajarah, K., & Sulthon, M. (2020). Pengembangan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran : Peluang dan Tantangan. *Justek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(2), 77–83.
- Munchson, M., Munzil, Winarni, B. E., & Agusningtyas, D. (2019). Pengembangan Virtual Lab Berbasis Android Pada Materi Asam Basa Untuk Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 4(1), 51–64.
- Najib, A. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Berbasis Virtual Laboratory pada Materi Getaran dan Gelombang di MTSN 3 Demak. *Jurnal Central Publisher*, 1(4), 274–288.
- Nurrokhmah, I. E., & Sunarto, W. (2013). Pengaruh Penerapan Virtual Labs Berbasis Inkuiri Terhadap Hasil Kimia. *Jurnal Chemistry in Education*, 2(1).
- Oladejo, & Ebisin. (2021). Virtual Laboratory: An Alternative Laboratory for Science Teaching and Learning. *FEPI-JOPAS*, 3(1).
- Ramadani, E. M., & Nana. (2020). Penerapan Problem Based Learning Berbantuan Virtual Lab Phet pada Pembelajaran Fisika Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA : Literature Review. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadaluko Online (JPFT)*, 8(1).
- Ramadhani, P., Farma, S. A., Fuadiyah, S., & Yogica, R. (2021). Laboratorium Virtual sebagai Langkah Memaksimalkan Skill Keterampilan Siswa Virtual Laboratory as a Step to Maximize Student Skills. *Prosiding SEMNAS BIO*, 1, 791–798.
- Rini, E. F. S., & Aldila, F. T. (2023). Practicum Activity: Analysis of Science Process Skills and Students' Critical Thinking Skills. *Integrated Science Education Journal*, 4(2), 54–61.
- Ristina, Khairil, & Artika, W. (2020). Desain Pembelajaran Virtual Laboratorium Berbasis Sistem Eksresi Manusia. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science*

Education), 8(1), 114–127. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.15761>

- Rusdi, M. A., Herliani, & Rijai, L. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Lab Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep 2020 / 2021. *Jurnal Zarah*, 9(2), 125–130.
- Setiya Rini, E. F., Darmaji, D., & Kurniawan, D. A. (2022). Identifikasi Kegiatan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains di SMPN Se-Kecamatan Bajubang. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 2476–2481. <https://www.edukatif.org/index.php/edukatif/article/view/2360>
- Sulaiman, A., & Azizah, S. (2020). Problem-Based Learning to Improve Critical Thinking Ability In Indonesia : A Systematic Literatur Review. *Jurnal Pedagogik*, 07(01).
- Wata, T. D., Yunus, S. R., & Ramlawati. (2022). Penerapan Virtual Lab Phet Berbasis Android untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Materi Pook Getaran dan Gelombang. *Jurnal IPA Terpadu*, 6(2), 138–144.
- Widowati, A., Nurohman, S., & Setyowarno, D. (2020). Development of Inquiry-Based Science Virtual Laboratory for Improving Student Thinking Skill of Junior High School. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 4(2), 170–177.