



Pengaruh Aplikasi *Virtual Laboratory* terhadap Keterampilan Proses Sains dan Pemahaman Konsep Peserta Didik SMA

Arni Sastrawati Hasmar AR¹, Muhiddin P², A. Mu'nisa³, Firdaus Daud⁴, Yusminah Hala⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Negeri Makassar, Indonesia

E-mail: arnisastrawati.s22023@student.unm.ac.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 2025-11-05 Revised: 2025-12-19 Published: 2026-01-18 Keywords: <i>Virtual Laboratory;</i> <i>Science Process Skills;</i> <i>Conceptual Understanding.</i>	This study aims to determine the effect of virtual laboratory applications on science process skills and to determine the effect of virtual laboratory applications on conceptual understanding. The type of research is Quasi Experimental Design research with Pretest-Posttest method which aims to determine the effect of virtual laboratory applications on science process skills and conceptual understanding. The research population is class XI which consists of 10 classes with a total of 302 students. The research sample was 70 selected people and the data collection technique was in the form of a science process skills test with 10 essay questions, and a science process skills observation sheet and a concept understanding test with 30 multiple choice questions. Data analysis in the study was in the form of descriptive analysis and inferential analysis. Hypothesis testing used ANCOVA test for process skills and concept understanding. Based on the results of inferential analysis using ANCOVA test, it showed that on average, students using the virtual laboratory application had higher science process skills in the very good category, concept understanding was in the very good category. Based on the results of the hypothesis test, it showed that there was an influence of the virtual laboratory application on the science process skills and concept understanding. Based on the description above, it can be concluded that there was an influence of the virtual laboratory application on the science process skills and there was an influence of the virtual laboratory application on the concept understanding.

Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2025-11-05 Direvisi: 2025-12-19 Dipublikasi: 2026-01-18 Kata kunci: <i>Virtual Laboratory;</i> <i>Keterampilan Proses Sains;</i> <i>Pemahaman Konsep.</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi <i>virtual laboratory</i> terhadap keterampilan proses dan untuk mengetahui pengaruh aplikasi <i>virtual laboratory</i> terhadap pemahaman konsep. Jenis penelitian adalah penelitian <i>Quasi Eksperimental Design</i> dengan metode <i>Pretest-Posttest</i> yang bertujuan untuk mengetahui Pengaruh Aplikasi <i>virtual laboratory</i> terhadap keterampilan proses sains dan pemahaman konsep. Populasi penelitian yaitu peserta didik kelas yang terdiri dari 10 kelas dengan total 302 orang siswa. Sampel penelitian yaitu 70 orang yang terpilih dan teknik pengumpulan data berupa tes keterampilan proses sains dengan 10 nomor soal essay, dan lembar observasi keterampilan proses sains dan tes pemahaman konsep dengan 30 nomor soal pilihan ganda. Analisis data pada penelitian berupa analisis deskriptif dan analisis inferensial. Uji hipotesis menggunakan uji ANCOVA untuk keterampilan proses dan pemahaman konsep. Berdasarkan hasil analisis inferensial menggunakan uji ANCOVA menunjukkan rata-rata peserta didik menggunakan aplikasi <i>virtual laboratory</i> memiliki keterampilan proses sains lebih tinggi berada pada kategori sangat baik, pemahaman konsep berada pada kategori sangat baik. Berdasarkan hasil uji hipotesis, menunjukkan ada pengaruh aplikasi <i>virtual laboratory</i> terhadap keterampilan proses sains dan pemahaman konsep. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh aplikasi <i>virtual laboratory</i> terhadap keterampilan proses sains dan ada pengaruh aplikasi <i>virtual laboratory</i> terhadap pemahaman konsep.

I. PENDAHULUAN

Pendidik saat ini diharuskan mempunyai keahlian mengintegrasikan teknologi dalam dunia pendidikan. Namun, banyak guru yang masih kurang kompeten dalam menggunakan internet sebagai sumber belajar. Hal ini menyebabkan proses belajar mengajar terlalu bergantung pada guru, sehingga kreativitas siswa

menjadi terbatas (Mutawally, 2019). Penggunaan teknologi yang semakin sering dimanfaatkan telah memperkuat paradigma keempat tersebut, yaitu media pembelajaran berfungsi dalam mempermudah pengajar menyampaikan materi, melainkan berpotensi menjadi sumber pembelajaran itu sendiri. Dalam konteks ini, media pembelajaran bukan lagi sekadar berperan

dalam sumber tambahan, namun bisa berperan sebagai sumber utama, seperti yang terlihat dalam metode pembelajaran *e-learning* (Pagarra *et al*, 2022).

Pembelajaran praktikum saat ini telah mengalami banyak perkembangan. Salah satu inovasi yang muncul adalah praktik berbasis informasi yang dikenal sebagai laboratorium virtual. Menurut pandangan sejumlah pakar, keberadaan teknologi sangat mendukung pelaksanaan kegiatan pembelajaran dengan lebih efektif. Penggunaan laboratorium virtual dapat memberikan arahan kepada peserta didik saat belajar, khususnya melalui aktivitas praktikum yang digunakan dengan mudah dan efektif. Ini menjadikan peserta didik lebih bersemangat dan memiliki rasa optimis yang lebih tinggi saat aktivitas belajar mereka (Rokhim *et al*, 2020).

Kemampuan yang harus dikuasai oleh peserta didik yaitu keterampilan proses sains agar mampu berpikir logis, bernalar, dan bertindak secara efektif dan efisien guna mencapai harapan yang diinginkan. Jika siswa konsisten dilatih keterampilan proses sains, mereka lebih mudah menghadapi tantangan dan mengatur segala sesuatu dengan baik (Salmiah, 2020).

Pemahaman mengenai konsep diartikan sebagai kapasitas peserta didik dalam menafsirkan konsep, kondisi, dengan informasi telah mereka ketahui. Pada konteks tersebut, peserta didik bukan sekadar mengingat melalui lisan, namun juga memahami permasalahan yang ada. Ketika peserta didik telah menyelesaikan permasalahan maka akan memahami konsep yang berkaitan dengan materi yang telah pelajari. Pemahaman konsep menempatkan peserta bukan sekadar mengetahui, namun juga perlu bisa mengaitkan konsep-konsep yang dipelajari selama proses pembelajaran (Aqsa *et al* 2021).

Kendala-kendala tersebut bisa diselesaikan melalui pembelajaran yang menggunakan media interaktif yang mampu mensimulasikan aktivitas praktikum, yaitu aplikasi *virtual laboratory*. Media *virtual laboratory* merupakan fasilitas pembelajaran yang menyajikan simulasi kegiatan laboratorium yang sebenarnya. Media *virtual laboratory* memudahkan peserta didik melaksanakan praktikum dan dapat memahami materi. sekumpulan alat laboratorium dalam bentuk multimedia interaktif yang dapat meniru kegiatan di laboratorium seolah-olah pengguna berada di lingkungan laboratorium yang nyata. Adapun tujuan pada penelitian untuk mengetahui pengaruh aplikasi *virtual laboratory* terhadap keterampilan proses sains dan pemahaman konsep peserta didik SMA di Kota

Makassar. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini bagaimana pengaruh aplikasi *virtual laboratory* terhadap keterampilan proses sains dan pemahaman konsep peserta didik SMA di Kota Makassar.

II. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian eksperimen (*Experimental Reseach*). Metode penelitian eksperimen dilakukan dengan cara mengamati hasil yang terjadi dalam kelompok tertentu setelah mendapatkan perlakuan. Dalam penelitian ini, peneliti mengadopsi desain penelitian *Quasi Eksperimental Design*.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelas	Perlakuan	Pretest	Postest
XI B1	X ₁	O ₁	O ₁
XI B2	X ₂	O ₂	O ₂

Keterangan :

E : Kelas Eksperimen

K : Kelas Kontrol

O₁ : *Posstest* terhadap kelompok eksperimen

O₂ : *Posstest* terhadap kelompok kontrol

X₁ : Pembelajaran dengan menggunakan aplikasi *virtual laboratory*

X₂ : Pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *discovery learning*

Penelitian ini dilakukan di SMA di Kota Makassar. Populasi penelitian, yaitu semua rombongan belajar kelas XI SMA di Kota Makassar sebanyak 35. Sampel yang diambil sebanyak 302. Instrumen tes yang digunakan untuk menilai kemampuan peserta didik dalam penelitian ini adalah soal pilihan ganda dan soal esai. Pengamatan melalui lembar observasi keterampilan proses sains. Teknik analisis data menggunakan uji ANCOVA dengan bantuan program SPSS.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Deskripsi Hasil Keterampilan Proses Sains

Analisis deskripsi bertujuan untuk mendeskripsikan keterampilan proses sains setelah dibelajarkan dengan menggunakan aplikasi *virtual laboratory* pada kelas eksperimen dan menggunakan model *discovery learning* pada kelas kontrol.

Tabel 2. Deskripsi Keterampilan proses sains

Statistik	Virtual Laboratory		Discovery Learning	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Rata-rata	54,64	86,37	48,83	72,64
Standar Deviasi	11,72	3,50	12,56	5,10
Nilai Terendah	33	80	23	60
Nilai Tertinggi	80	93	80	85

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata keterampilan proses sains sangat tinggi ketika menggunakan aplikasi *virtual laboratory* jika dibandingkan menggunakan model *discovery learning*.

2. Analisis Hasil Lembar Observasi

Analisis lembar observasi keterampilan proses sains pada pembelajaran biologi menggunakan aplikasi *virtual laboratory* untuk mengetahui tingkat keterampilan proses sains peserta didik.

Tabel 3. Persentase Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains

No	Kelas	Pertemuan				Rata	Kategori
		1	2	3	4		
1	Virtual laboratory	73,7	78,2	82,2	87,0	80,3	Baik
2	Discovery Learning	67,8	70,9	73,4	78,3	72,6	Baik

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kelas yang dibelajarkan menggunakan aplikasi *virtual laboratory* dan model *discovery learning* berada pada kategori baik.

3. Deskripsi Hasil Pemahaman Konsep

Analisis deskripsi bertujuan untuk mendeskripsikan pemahaman konsep setelah dibelajarkan dengan menggunakan aplikasi *virtual laboratory* pada kelas eksperimen dan dibelajarkan dengan menggunakan model *discovery learning* pada kelas kontrol.

Tabel 4. Deskripsi Pemahaman Konsep

Statistik	Virtual Laboratory		Discovery Learning	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Rata-rata	42,23	84,91	42,54	65,86
Standar Deviasi	8,16	6,34	9,52	9,52

Nilai Terendah	27	73	27	43
Nilai Tertinggi	60	97	63	83

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata pemahaman konsep sangat tinggi menggunakan aplikasi *virtual laboratory* dibandingkan model *discovery learning*.

4. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk memverifikasi apakah data keterampilan proses sains dan pemahaman konsep terdistribusi normal atau tidak

Tabel 5. Uji Normalitas Keterampilan Proses Sains

One Sample Kolmogrov Smirnov Test		
Keterampilan Proses Sains	Signifikasi	Keterangan
Pretest Virtual Lab	0,200	Normal
Posttest Virtual Lab	0,107	Normal
Pretest Discovery Learning	0,200	Normal
Posttest Discovery Learning	0,078	Normal

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa data keterampilan proses sains berdistribusi normal.

Tabel 6. Uji Normalitas Pemahaman Konsep

One Sample Kolmogrov Smirnov Test		
Pemahaman Konsep	Signifikasi	Keterangan
Pretest Virtual Laboratory	0,176	Normal
Posttest Virtual Laboratory	0,184	Normal
Pretest Discovery Learning	0,200	Normal
Posttest Discovery Learning	0,122	Normal

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa data pemahaman konsep berdistribusi normal.

5. Uji Homogenitas

Tabel 7. Uji Homogenitas Pretest dan Posttest Keterampilan Proses Sains

One Sample Kolmogrov Smirnov Test		
Keterampilan Proses Sains	Signifikasi	Keterangan
Pretest	0,978	Homogen
Posttest	0,075	Homogen

Berdasarkan tabel 7 menunjukkan bahwa data keterampilan proses sains berdistribusi homogen.

Tabel 8. Uji Homogenitas *Pretest* dan *Posttest* Keterampilan Proses Sains

One Sample Kolmogrov Smirnov Test		
Pemahaman Konsep	Signifikasi	Keterangan
<i>Pretest</i>	0,322	Homogen
<i>Posttest</i>	0,065	Homogen

Berdasarkan tabel 8 menunjukkan bahwa data pemahaman konsep berdistribusi homogen.

6. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan setelah perhitungan uji prasyarat. Pengujian hipotesis dilakukan untuk membuktikan semua hipotesis yang dirumuskan.

Tabel 9. Uji Hipotesis Keterampilan Proses Sains dan Pemahaman Konsep

Uji Hipotesis		
	Signifikasi	Keterangan
Keterampilan Proses Sains	0,000	Hipotesis diterima
Pemahaman Konsep	0,000	Hipotesis diterima

Berdasarkan tabel 9 menunjukkan nilai keterampilan proses sains dan pemahaman konsep hipotesis dapat diterima.

B. Pembahasan

1. Pengaruh Aplikasi *Virtual Laboratory* terhadap Keterampilan Proses Sains

Berdasarkan hasil pengolahan data pada uji hipotesis dengan menggunakan uji ANCOVA. Pengambilan keputusan pada uji hipotesis terhadap keterampilan proses sains memperoleh nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ maka hipotesis dapat diterima. Jika hipotesis diterima berarti ada pengaruh penggunaan aplikasi *virtual laboratory* terhadap keterampilan proses sains.

Hasil analisis data yang diperoleh pada kelas eksperimen sebelum menggunakan aplikasi *virtual laboratory* berbasis model pembelajaran *discovery learning* keterampilan proses sains hasil *pretest* tidak terdapat peserta didik yang berada pada kategori sangat baik. Hasil persentase ini disimpulkan bahwa tingkat keterampilan proses sains peserta didik pada mata

pelajaran biologi sebelum menggunakan aplikasi *virtual laboratory* tergolong kurang dan setelah menggunakan aplikasi *virtual laboratory* berbasis model pembelajaran *discovery learning* keterampilan proses sains hasil *posttest* sebanyak 32 orang pada kategori sangat baik.

Analisis data yang diperoleh pada kelas kontrol menggunakan model *discovery learning* hanya terdapat 1 orang yang berada pada kategori sangat baik. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik dengan menggunakan aplikasi *virtual laboratory* berbasis model *discovery learning* sangat baik jika dibandingkan dengan kelas kontrol yang hanya menggunakan model *discovery learning*. Sehingga dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penggunaan aplikasi *virtual laboratory* dapat meningkatkan keterampilan proses sains.

Keterampilan proses sains yang muncul dalam penelitian ini dapat diukur melalui berbagai indikator, seperti mengamati, mengelompokkan, menafsirkan, membuat prediksi, mengajukan pertanyaan, menyusun hipotesis, merencanakan eksperimen, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, serta berkomunikasi. Siswa termasuk dalam kategori sangat baik di setiap indikator keterampilan proses sains.

Pemanfaatan laboratorium virtual sangat membantu siswa dalam melaksanakan praktikum, karena laboratorium virtual ini dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Seperti yang dinyatakan oleh Muchson (2020), tujuan dari laboratorium virtual adalah untuk menggantikan dan melengkapi laboratorium agar dapat dipahami oleh peserta didik. Temuan dari penelitian oleh Maksun *et al.* (2020) menunjukkan bahwa penerapan laboratorium virtual memberikan dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan proses sains. Efektivitas ini terlihat jelas melalui data statistik yang menunjukkan perbedaan yang signifikan antara keterampilan proses sains siswa yang menggunakan laboratorium virtual dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Penelitian oleh Purwati (2025) menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual terbukti bermanfaat dalam pengembangan keterampilan proses sains

karena dilengkapi dengan berbagai fitur interaktif yang menarik, sehingga dalam penggunaannya terasa seperti bermain permainan digital yang membuat siswa lebih bersemangat dan aktif dalam proses belajar. Siswa bekerja sama dalam kelompok kecil di kelas dengan menggunakan proyektor LCD, laptop yang disediakan, dan smartphone yang dimiliki oleh peserta didik.

Aplikasi laboratorium virtual berfungsi sebagai sarana pembelajaran yang memungkinkan pelaksanaan praktikum dengan cara yang memberikan pengalaman langsung bagi peserta didik. Praktikum yang memanfaatkan teknologi ini menjadi lebih menarik dan mendorong siswa untuk lebih aktif, sehingga dapat mendukung pemahaman mereka terhadap konsep materi (Puspayanti, 2023). Sesuai dengan penelitian (Sa'adah, 2021) memastikan bahwa model *discovery learning* dapat berjalan optimal, karena *virtual laboratory* menyediakan data yang kredibel dan responsif terhadap tindakan peserta didik, sehingga proses penemuan konsep tidak terhambat oleh keterbatasan teknis atau waktu.

2. Pengaruh Aplikasi *Virtual Laboratory* terhadap Pemahaman Konsep

Berdasarkan hasil pengolahan data pada uji hipotesis dengan menggunakan uji ANCOVA. Pengambilan keputusan pada uji hipotesis terhadap pemahaman konsep memperoleh nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ maka hipotesis diterima. Jika hipotesis diterima berarti ada pengaruh penggunaan aplikasi *virtual laboratory* terhadap pemahaman konsep.

Hasil analisis data yang diperoleh sebelum menggunakan aplikasi *virtual laboratory* berbasis model *discovery learning* pemahaman konsep hasil *pretest* tidak terdapat peserta didik yang berada pada kategori sangat baik. Hasil persentase ini disimpulkan bahwa tingkat pemahaman konsep peserta didik sebelum menggunakan aplikasi *virtual laboratory* tergolong kurang dan setelah menggunakan aplikasi *virtual laboratory* berbasis model pembelajaran *discovery learning* pemahaman konsep hasil *posttest* sebanyak 12 orang kategori baik dan 23 orang kategori sangat baik.

Analisis data dari kelas kontrol sebelum menerapkan model *discovery learning* menunjukkan tidak ada siswa yang mencapai kategori sangat baik dan setelah penerapan model ini, hanya dua siswa yang berada dalam kategori sangat baik. Dari temuan ini, dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep peserta didik yang menggunakan aplikasi laboratorium virtual berbasis model *discovery learning* menunjukkan hasil yang jauh lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol yang hanya mengandalkan model *discovery learning*. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penerapan aplikasi laboratorium virtual mampu meningkatkan pemahaman konsep.

Tabel distribusi frekuensi mendukung hal tersebut, artinya mayoritas peserta didik menggunakan aplikasi *virtual laboratory* berbasis model *discovery learning* telah mencapai tingkat pemahaman konsep yang tinggi hal tersebut mengubah pengalaman belajar yang pasif menjadi eksplorasi yang terstruktur dan didorong oleh penemuan. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam penguasaan konsep, sementara siswa di kelas kontrol yang hanya menerapkan model *discovery learning* cenderung masih terfokus pada penemuan berbasis teks dan observasi yang terbatas tanpa adanya eksplorasi visual yang mendalam. Kelas kontrol yang hanya mengandalkan diskusi dan observasi dari sumber cetak atau internet eksplorasi ilmiah menjadi terbatas. Peserta didik cenderung hanya mengikuti alur penemuan konseptual tanpa pengalaman nyata dalam mengamati objek eksperimen. Hal ini membuat pemahaman konsep berkembang lebih lambat.

Pembelajaran berbasis *virtual laboratory* mendukung implementasi merdeka belajar karena memberikan pengalaman belajar mandiri, fleksibel, dan berpusat pada peserta didik. Aplikasi *virtual laboratory*, peserta didik dapat mengakses eksperimen kapanpun dan mengulangi proses untuk memperkuat pemahaman yang merupakan inti dari merdeka belajar. Teknologi interaktif termasuk media simulasi membuka kesempatan bagi peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses belajar (Lin, 2024)

Temuan penelitian menunjukkan bahwa aplikasi laboratorium virtual memberikan efek positif yang signifikan dalam memperbaiki pemahaman konsep peserta didik di bidang pembelajaran biologi. Peningkatan tersebut tampak jelas melalui analisis statistik yang menunjukkan perbedaan pencapaian pemahaman konsep peserta didik yang diajarkan dengan aplikasi laboratorium virtual dibandingkan dengan yang menggunakan model pembelajaran *discovery learning* (Ojetunde, 2025).

Syahfitri (2019) menyatakan bahwa peserta didik merasa terbantu dalam memahami konsep materi menggunakan media animasi interaktif. Desain laboratorium juga menggunakan warna yang menarik dan memotivasi peserta didik untuk belajar, dan teknologi yang digunakan dalam laboratorium virtual ini sudah menggunakan program aplikasi 3D, yang membantu peserta didik untuk mempelajari seolah-olah di dunia nyata. Sementara itu, (Wahidin, 2025) menemukan bahwa penggunaan media interaktif berbasis simulasi dapat meningkatkan keterlibatan kognitif siswa, karena mereka lebih aktif mengajukan pertanyaan dan mencoba menjelaskan fenomena yang diamati

Perbandingan kelas eksperimen dan kelas kontrol pada pemahaman konsep memiliki perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol bukan karena kebetulan, tetapi disebabkan oleh perlakuan penggunaan aplikasi *virtual laboratory* (Ahmad, 2024) Secara pedagogis, perbedaan ini dapat dijelaskan melalui model konstruktivistik, di mana pembelajaran efektif terjadi ketika siswa membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman langsung.

Penelitian-penelitian mendukung temuan bahwa *discovery learning* yang diperkaya *virtual laboratory* berpengaruh positif terhadap hasil belajar peserta didik. Sebuah penelitian Khairuna (2021) menunjukkan bahwa penggunaan *virtual laboratory* berbasis *discovery learning* pada materi sistem ekskresi mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa, yang merupakan dimensi penting dari pemahaman konseptual tingkat tinggi.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai “Pengaruh aplikasi *virtual laboratory* terhadap keterampilan proses sains dan pemahaman konsep peserta didik dapat ditarik kesimpulan bahwa ada pengaruh aplikasi *virtual laboratory* terhadap keterampilan proses sains dan pemahaman konsep peserta didik.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian yang saran bagi sekolah penting untuk menerapkan aplikasi laboratorium virtual dalam kegiatan pembelajaran untuk menjadikan proses belajar lebih aktif dan menyenangkan. Bagi guru mengembangkan inovasi dan kreativitas dalam mendesain berbagai aplikasi yang dapat digunakan pada kegiatan pembelajaran yang menarik peserta didik secara efektif. Bagi peserta didik diharapkan aktif dan berpartisipasi dalam seluruh proses pembelajaran. Bagi peneliti selanjutnya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam menerapkan teknik pembelajaran yang efektif dan dapat memberikan kontribusi di lingkungan pendidikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Aqsa, M. D., Nurhaswinda., & Hidayat, A. 2021. Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Soal Cerita Matematika dalam Materi Perkalian pada Siswa Kelas III SD Negeri 019 Tanjung Sawit. *Jurnal On Teacher Education*, 2(2),9-15. <https://doi.org/10.3100/jote.v2i2.1249>
- Khairuna, K., Rahmatan, H., Sarong, M.A., Suprianto, S., & Pada, A. U. T 2021. Penerapan Model *Discovery Learning* dengan pemanfaatan *Virtual Laboratory* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Peserta Dididk pada Materi Sistem Ekskresi. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 9 (2). 280-292. <https://10.24815/jpsi.v9i2.18875>
- Lin, X. P., Li, B. B., Yao, Z. N., Yangm Z., & Zhang, M. 2024. The Impact of Virtual Reality on Students Engagment in The Classroom- a Critical Review of The Literature. *Journal Frontiers in Psycholofy*, 15, 1360574 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1360574>.

- Maksum, B., Suhandi, A., & Utari, S. 2020. The Effectiveness of Virtual Laboratory in Improving Students' Conceptual Understanding and Science Process Skills on Heat and Temperature Concept. *Journal of Phycics : Conference Series*. 1521 (2), 012-021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/012>.
- Muchson. 2020. Pengembangan Virtual Lab Berbasis Android pada Materi Asam Basa untuk Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 4 (1). <http://dx.doi.org/10.17977/um026v4i12019p051>
- Mutawally, W. F. 2019. Peningkatan Kompetensi Guru Melalui Pelatihan Pemanfaatan Teknologi sebagai Media Pendukung Pembelajaran di MAN 1 Pidie. *Jurnal Sosiologi USK*. 13 (2) <https://doi.org/10.24815/jsu.v13i2.16422>
- Ojetunde, S, M. (2025). A Systematic Review of Effectiveness and Factors Affecting the Usage of Virtual Science Laboratories in High Schools. *Journal of Education and Learning Technology*, 1 (2). 696-713. <https://doi.org/10.38159/jelt.2025691>.
- Pagarra, H., Syawaluddin, A., & Krismanto, W. Sayidiman. 2022. *Media Pembelajaran*. Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Purwati, Darwis, R., Natsir, N. A. 2025. Efektivitas Laboratorium Virtual IPA dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VII pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan MIPA*. 15 (1), 332-330. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2574>
- Puspayanti, N, K, M., Putra, M. T. M., Maula, P. I., & Putra, E. R. 2025. V-Lab Sebagai Sarana Pembelajaran Inovatif pada Pembelajaran Praktikum *Fiber Optic*. *Journal Ilmiah Edutic*. 12 (1), 49-60. <https://doi.org/10.21154/edutic.v12i1.29394>
- Salmiah. 2020. Penerapan Pendekatan Keterampilan Proses Sains terhadap Peningkatan Hasil Belajar Sains Siswa Kelas VIII MTs Negeri 1 Donggala. *Jurnal Kreatif Online*. 8 (1), 159-168. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2638>
- Syahfitri, F.D., Manurung, B., Sudibyo, M. 2019. The Development of Problem Based Virtual Laboratory Media to Santoso, D., Hadiprayitno, G., Ilham, M.L., Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Android dengan Aplikasi Adobe Animate untuk Pemahaman Konsep Sains Peserta Didik Kelas XI MIPA SMAN 8 Mataram. 2023. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*. 8 (1) : 507-515.
- Rokhim, D., Asrori, M., & Widiarti, H. 2020. Pengembangan Virtual Laboratory pada Praktikum Pemisahan Kimia Terintegrasi Telefon Pintar. *JKTP : Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*. 3 (2), 216-226. <https://doi.org/10.17977/um038v3i22020p216>
- Sa'adah, N.L., Improve Science Process Skills Trough Level of Inquiry Learning Assisted by Liveworksheet on The Concept of Environment Change. *International journal of Research and Review*.6(6). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i7.8120>
- Wahidin, W., Gutierrez, G., Osman, K., Akkapin, S., Tan, M. L. T. 2025. Digital Simulations in Science Learning: A Student Perspective on Interactive Engagement, Conceptual Understanding, and Learning Satisfaction. *International Journal of Educational Qualitative Quantitative Research*. 4 (1), 36-46 <https://doi.org/10.62284/29629918.v4i1.1234>.