E-ISSN: 3025 - 0994
Halaman 212-221
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026

Studi Meta-Analisis: Efektivitas *Virtual Laboratory* Terhadap Hasil Belajar Biologi

Dwi Febyona Asmita[1], Feby Febriani[2], Wisami Syarifah Tara[3], Sri Wulandari[4], Dodi Dwi Risaundi[5]

[1,2,3,4,5] Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Riau
e-mail: feby.febriani5699@student.unri.ac.id

Abstrak

Latar belakang penelitian ini berangkat dari keterbatasan pelaksanaan praktikum biologi di sekolah yang disebabkan oleh minimnya fasilitas, waktu, dan biaya, sehingga diperlukan solusi berupa pemanfaatan *virtual laboratory* sebagai media pembelajaran alternatif. Analisis terhadap berbagai penelitian sebelumnya dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai efektivitas penggunaan media tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji distribusi jenis penelitian, mengidentifikasi besaran *effect size* berdasarkan jenjang pendidikan, serta menganalisis *effect size* berdasarkan materi pembelajaran biologi. Metode yang digunakan adalah meta-analisis kuantitatif terhadap 20 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dengan perhitungan *effect size* menggunakan rumus Cohen's d. Hasil menunjukkan bahwa penelitian didominasi oleh metode eksperimen (80%) dibandingkan R&D (20%). Nilai *effect size* pada jenjang SMA/MA sebesar 1,30 dan SMP/MTs sebesar 1,25 yang termasuk kategori tinggi. Berdasarkan materi, nilai tertinggi ditemukan pada uji zat makanan (5,44) dan evolusi (4,33), sedangkan nilai terendah terdapat pada sistem sirkulasi (0,10). Temuan ini menunjukkan bahwa *virtual laboratory* efektif digunakan terutama pada materi yang memerlukan visualisasi, sehingga penerapannya disarankan untuk mendukung pembelajaran biologi yang lebih optimal dan interaktif.

Kata kunci: Meta-Analisis, Laboratorium Visual, Hasil Belajar Biologi, Pembelajaran Biologi

Abstract

The background of this research stems from the limitations of biology practicum implementation in schools due to limited facilities, time, and costs. Therefore, a solution is needed in the form of utilizing virtual laboratories as an alternative learning medium. An analysis of various previous studies was conducted to obtain an overview of the effectiveness of this medium. This study aims to examine the distribution of research types, identify effect sizes based on educational level, and analyze effect sizes based on biology learning materials. The method used was a quantitative meta-analysis of 20

articles that met the inclusion criteria, with effect size calculations using Cohen's d formula. The results show that research is dominated by experimental methods (80%) compared to R&D (20%). The effect size value at the high school/Islamic high school level was 1.30 and at the junior high school/Islamic junior high school level was 1.25, which is considered high. Based on the material, the highest values were found in the nutrient test (5.44) and evolution (4.33), while the lowest value was found in the circulatory system (0.10). These findings indicate that virtual laboratories are effective, especially for materials that require visualization. Therefore, their implementation is recommended to support more optimal and interactive biology learning.

Keywords : *Meta-Analysis, Virtual Laboratory, Biology Learning Outcomes, Biology Education*

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan besar dalam sistem pendidikan, khususnya dalam pembelajaran sains yang menuntut integrasi antara teori dan praktik. Biologi sebagai bagian dari ilmu sains memiliki karakteristik pembelajaran yang menekankan pada kegiatan observasi, eksperimen, dan analisis fenomena alam secara langsung. Praktikum menjadi komponen esensial karena mampu membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual, mengembangkan keterampilan proses sains, serta menumbuhkan sikap ilmiah. Namun demikian, pelaksanaan praktikum secara konvensional di laboratorium seringkali menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan sarana dan prasarana, biaya pengadaan alat dan bahan yang relatif tinggi, keterbatasan waktu pembelajaran, serta risiko keselamatan kerja di laboratorium (Aripin & Suryaningsih, 2020).

Dalam konteks tersebut, inovasi pembelajaran berbasis teknologi menjadi solusi strategis untuk menjawab berbagai tantangan tersebut. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah penggunaan *virtual laboratory*. *Virtual laboratory* merupakan lingkungan praktikum berbasis simulasi yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen secara digital dengan representasi visual yang menyerupai kondisi nyata (Suryanto et al., 2023). Implementasi laboratorium virtual umumnya berbasis web dan dilengkapi dengan fitur interaktif seperti video, animasi, teks, serta navigasi kolaboratif yang mendukung pembelajaran mandiri dan fleksibel (Iryanti, 2023).

Pemanfaatan *virtual laboratory* dalam pembelajaran biologi memberikan sejumlah keunggulan. Selain mampu mengatasi keterbatasan fasilitas fisik, laboratorium virtual juga memungkinkan peserta didik mengulang eksperimen tanpa batasan waktu dan bahan, sehingga memperkuat pemahaman konsep. Visualisasi fenomena biologis yang bersifat mikroskopis atau abstrak dapat ditampilkan secara lebih konkret melalui simulasi digital. Di samping itu, penggunaan teknologi dalam pembelajaran turut mendorong peningkatan literasi digital dan motivasi belajar peserta didik, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar (Kahar & Anugra, 2023).

Hasil belajar sendiri merupakan indikator penting dalam menilai keberhasilan proses pembelajaran. Hasil belajar tidak hanya mencerminkan penguasaan aspek kognitif, tetapi juga meliputi perubahan sikap dan keterampilan sebagai dampak dari pengalaman belajar yang dialami peserta didik (Suryanto et al., 2023). Oleh karena itu, efektivitas penggunaan *virtual laboratory* perlu dikaji secara mendalam untuk memastikan bahwa inovasi teknologi yang diterapkan benar-benar memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan hasil belajar biologi.

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan pengaruh positif penggunaan *virtual laboratory* terhadap hasil belajar, motivasi, dan keterampilan digital peserta didik, temuan-temuan tersebut masih tersebar dan menunjukkan variasi dalam ukuran efek, desain penelitian, jenjang pendidikan, serta konteks implementasi (Aripin & Suryaningsih, 2020; Kahar & Anugra, 2023). Variasi tersebut dapat menimbulkan perbedaan interpretasi mengenai seberapa besar efektivitas *virtual laboratory* dalam meningkatkan hasil belajar biologi.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu pendekatan penelitian yang mampu mengintegrasikan berbagai hasil penelitian secara sistematis dan kuantitatif, yaitu melalui studi meta-analisis. Meta-analisis memungkinkan peneliti untuk menghitung ukuran efek gabungan dari berbagai penelitian yang relevan sehingga diperoleh estimasi yang lebih objektif dan komprehensif mengenai efektivitas suatu intervensi pembelajaran. Dengan demikian, studi meta-analisis mengenai efektivitas *virtual laboratory* terhadap hasil belajar biologi menjadi penting untuk memberikan landasan empiris yang kuat bagi pengembangan kebijakan dan praktik pembelajaran berbasis teknologi di masa depan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara meta-analitik efektivitas penggunaan *virtual laboratory* terhadap hasil belajar biologi, sehingga dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kontribusi inovasi tersebut dalam meningkatkan kualitas pembelajaran biologi di berbagai konteks pendidikan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis bersifat kuantitatif karena menggunakan perhitungan statistik untuk menggabungkan hasil dari beberapa penelitian sehingga dapat diketahui besarnya pengaruh suatu variabel secara lebih komprehensif (Surata et al., 2020). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan *virtual laboratory* terhadap hasil belajar biologi peserta didik. Data penelitian diperoleh dari artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal yang dapat diakses secara daring. Penelitian meta-analisis ini menggunakan sampel 20 artikel yang dipublikasikan. Distribusi artikel penelitian yang dianalisis dalam meta-analisis ini dapat dibagi pada tabel berikut:

Tabel 1. Distribusi Sampel Artikel

No	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Jenis Media	Materi
1	Rana et al.	2023	Eksperimen	*Virtual Laboratory*	Evolusi
2	Kahar & Anugra	2023	Eksperimen	Laboratorium Virtual	Uji Zat Makanan
3	Bauermeister et al.	2025	Eksperimen	*Virtual Laboratory*	Praktikum Biologi Molekuler
4	Damayanti et al.	2024	Eksperimen	Virtual Lab berbasis PBL	Sistem Ekskresi
5	Lestari et al.	2023	Eksperimen	*Virtual Laboratory*	Fotosintesis
6	Agushesa & Prastiwi	2024	Eksperimen	*Virtual Laboratory*	Evolusi
7	Pavitasari et al.	2025	R & D	*Virtual Laboratory*	Bioteknologi
8	Irianti et al.	2025	Eksperimen	Virtual Lab	Fotosintesis
9	Lisa et al.	2022	Eksperiman	Laboratorium Virtual	Sistem Ekskresi
10	Rihi et al.	2022	Eksperimen	Laboratorium Virtual Berbantuan *Online Laboratory (Olabs)*	Sistem Pencernaan
11	Adha & Yanto	2025	Eksperimen	*Virtual Labs OLabs* berbasis *Problem Based Learning*	Sistem Pencernaan dan Sistem Pernapasan Manusia
12	Maryana et al.	2024	R & D	*Virtual Laboratory*	Sistem Ekskresi
13	Andini et al.	2024	Eksperimen	*Virtual Lab* berbasis *Learning Cycle* 7E	Sistem Ekskresi
14	Iryanti	2023	Eksperimen	*Virtual Lab* Android	Uji Golongan Darah
15	Wati	2021	Eksperimen	*Virtual Laboratory*	Struktur Jaringan dan Organ Pada Hewan
16	Samarina et al.	2026	Eksperimen	*Online Laboratory* (OLabs)	Sel
17	Hartini et al.	2019	R & D	*Virtual Laboratory*	Bioteknologi Konvensional

18	Aripin & Suryaningsih	2021	Eksperimen	*Virtual laboratory BTEM* berbasis Android	Bakteri
19	Wulandari et al.	2025	Eksperimen	*Virtual laboratory* berbasis *Guided Inquiry*	Sistem Peredaran Darah Manusia
20	Sukenti	2021	R & D	Laboratorium Virtual	Sistem Sirkulas

Perhitungan *effect size* dalam penelitian ini menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Cohen's d sebagai berikut:

$$d = \frac{M_{eksperimen} - M_{kontrol}}{SD_{\text{pooled}}}$$

Keterangan:
d = *effect size*
M eksperimen = rata-rata kelompok eksperimen
M kontrol = rata-rata kelompok kontrol
SD pooled = standar deviasi kelompok kontrol

Nilai *effect size* yang diperoleh kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria berikut:

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Nilai *Effect Size*

Nilai *Effect size*	Interpretasi
0,2	Pengaruh kecil
0,5	Pengaruh sedang
0,8	Pengaruh besar

Hasil perhitungan *effect size* dari setiap artikel kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat efektivitas penggunaan *virtual laboratory* dalam meningkatkan hasil belajar biologi peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Disribusi jenis penelitian dalam sampel artikel yang dilakukan meta analisis dengan sebaran frekuensi sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 3. Distribusi Jenis Penelitian

Jenis Penelitian	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)
Eksperimen	16	80.00
Research & Development (R&D)	4	20.00

Berdasarkan Tabel 1, sebagian besar penelitian dalam sampel merupakan penelitian eksperimen sebanyak 16 artikel (80%), sedangkan penelitian *Research and Development* (R&D) hanya 4 artikel (20%). Dominasi penelitian eksperimen menunjukkan bahwa kajian *virtual laboratory* lebih berfokus pada pengujian efektivitas terhadap hasil belajar dan keterampilan peserta didik melalui perbandingan kelompok eksperimen dan kontrol. Sementara itu, penelitian R&D yang lebih sedikit menunjukkan bahwa pengembangan media *virtual laboratory* belum menjadi fokus utama, kemungkinan karena prosesnya lebih kompleks dan memerlukan tahapan yang panjang. Secara keseluruhan, penelitian masih lebih menekankan pada evaluasi efektivitas dibandingkan pengembangan media pembelajaran.

Tabel 4. Distribusi Tingkat Pendidikan

Tingkat Pendidikan	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)	*Effect size*
SMP/MTs	6	30.00	1,25
SMA/MA	13	66.00	1,30
Perguruan Tinggi	1	5.00	-

Berdasarkan Tabel 4, distribusi tingkat pendidikan menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian dilakukan pada jenjang SMA/MA dengan frekuensi 13 artikel (66%) dan memiliki nilai *effect size* sebesar 1,30 yang termasuk dalam kategori pengaruh besar, diikuti oleh jenjang SMP/MTs sebanyak 6 artikel (30%) dengan *effect size* sebesar 1,25 yang juga tergolong pengaruh besar. Sementara itu, pada jenjang perguruan tinggi hanya terdapat 1 artikel (5%) dan tidak memiliki data *effect size*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan *virtual laboratory* memberikan pengaruh yang sangat kuat terhadap hasil pembelajaran baik pada tingkat SMP/MTs maupun SMA/MA, dengan kecenderungan efektivitas yang sedikit lebih tinggi pada jenjang SMA/MA.

Tabel 5. Distribusi Tingkat Pendidikan

Materi	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)	*Effect size*
Evolusi	2	10.00	4,33
Uji Zat Makanan	1	5.00	5,44

Praktikum Biologi Molekuler	1	5.00	-
Sistem Ekskresi	4	20.00	0,92
Fotosintesis	2	10.00	-
Bioteknologi	1	5.00	-
Sistem Pencernaan	1	5.00	1,35
Sistem Pencernaan dan Sistem Pernapasan	1	5.00	0,56
Uji Golongan Darah	1	5.00	2,86
Struktur Jaringan dan Organ Hewan	1	5.00	-
Sel	1	5.00	1,78
Bioteknologi Konvensional	1	5.00	-
Bakteri	1	5.00	-
Sistem Sirkulasi	2	10.00	0,10

Berdasarkan hasil meta-analisis pada Tabel 5, penggunaan *virtual laboratory* dalam pembelajaran biologi didominasi pada materi sistem ekskresi (20%), diikuti evolusi, fotosintesis, dan sistem sirkulasi (10%). Hal ini menunjukkan bahwa virtual lab lebih banyak diterapkan pada materi yang sulit dipraktikumkan secara langsung. Kondisi tersebut sejalan dengan temuan bahwa *virtual laboratory* dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan praktikum nyata dan membantu memahami proses biologis yang kompleks (Maryana et al., 2024). Ditinjau dari nilai *effect size*, materi uji zat makanan (5,44) dan evolusi (4,33) menunjukkan pengaruh sangat tinggi, yang mengindikasikan bahwa virtual lab sangat efektif pada materi yang bersifat konseptual sekaligus eksperimental. Efektivitas ini disebabkan oleh kemampuan virtual lab dalam menyediakan simulasi interaktif, eksperimen berulang, serta umpan balik langsung yang memperkuat pemahaman siswa (Lailiyah et al., 2024).

Pada materi sel (1,78), sistem pencernaan (1,35), dan uji golongan darah (2,86), *effect size* berada pada kategori sedang hingga tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa virtual lab efektif dalam membantu visualisasi objek mikroskopis dan proses internal, serta meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa (Husna et al., 2026). Namun, nilai *effect size* yang rendah pada sistem sirkulasi (0,10) menunjukkan bahwa tidak semua materi optimal diajarkan dengan virtual lab. Materi tertentu tetap memerlukan pengalaman langsung melalui praktikum nyata. Selain itu, efektivitas juga dipengaruhi oleh kualitas desain media dan integrasi pembelajaran (Agustin et al., 2025). Secara keseluruhan, *virtual laboratory* efektif terutama pada materi yang abstrak dan kompleks, namun penggunaannya perlu dikombinasikan dengan praktikum nyata *(blended laboratory)* agar hasil belajar siswa lebih optimal.

SIMPULAN

Sebuah meta-analisis dari dua puluh artikel menunjukkan bahwa laboratorium virtual sangat bermanfaat untuk pembelajaran biologi, terutama di sekolah menengah atas. Media ini sangat cocok untuk memvisualisasikan topik abstrak dan kompleks seperti evolusi dan pengujian zat. Namun, efektivitasnya masih bergantung pada karakteristik materi dan desain pembelajaran. Sangat disarankan untuk menggabungkan laboratorium virtual dengan laboratorium dunia nyata untuk hasil yang optimal dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Adha, L. Z., & Yanto, F. (2025). Pengaruh Media Pembelajaran Virtual Labs Olabs Dengan Model Problem Based Learning Terhadap Hail Belajar Peserta Didik. *JPK: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, *02*(04), 69–75.

Agushesa, H. Y., & Prastiwi, M. S. (2024). The Effect of Using Virtual Laboratory on Students Scientific Skill in Evolution Material. *BioEdu*, *13*(2), 458–464.

Agustin, M., Zubaidah, S., Susanto, H., Habiddin, H., & Bilad, M. R. (2025). Challenges in designing and developing a virtual biology laboratory: A systematic literature review. *Multidisciplinary Reviews*, *8*(4). https://doi.org/10.31893/multirev.2025116

Andini, A., Mas'ud, A., & Suhada, I. (2024). Model Learing Cycle 7E Berbantu Virtual Lab Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi. *Pena Masum Sujai Inspire Conference*, *1*, 310–319.

Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2020). Peranan Virtual Laboratory Dalam Pembelajaran Biologi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, *2*, 758–763. https://prosiding.unma.ac.id/index.php/semnasfkip/article/view/371

Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2021). Implementasi Virtual Laboratory BTEM Berbasis Android Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Education*, *7*(3), 583–591. https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1113

Bauermeister, T., Janßen, N., & Engler, J. O. (2025). Conventional teaching vs. e-learning: A case study of German undergraduate biology students. *Education and Information Technologies*, *30*(8), 10979–10995. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13261-2

Damayanti, F., Maasawet, T., E., Tindangen, M., Maria, V., dan Rambitan, M. (2024). Pengaruh Media Pembelajaran Virtual Lab Berbasis PBL Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Materi Sistem Ekskresi. *Journal of Science Education*, *8*(3), 503–509.

Hartini, H., Narulita, E., & Iqbal, M. (2019). Pengembangan Virtual Laboratory pada topik kultur jaringan tumbuhan untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, *3*(1), 1–16. https://doi.org/10.31331/jipva.v3i1.658

Husna, N., Nida, S., & Putri, F. A. (2026). The effect of gizmos virtual laboratory on scientific reasoning in biology education. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, *19*(1), 382–395.

Irianti, M., Nidiasari, Y., & Watimena, N. (2025). Pengaruh Pemanfaatan Virtual Lab Terhadap Hasil Belajar IPA Pada Materi Fotosintesis Bagi Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Raja Ampat. *Jurnal Pendidikan*, *13*(2), 107–112. https://doi.org/10.36232/pendidikan.v13i2.3027

Iryanti. (2023). Pengaruh Implementasi Praktikum Virtual Lab Uji Golongan Darah Berbasis Android Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Genius: Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Pembelajaran*, *1*(1), 34–43.

Kahar, R. A., & Anugra, N. (2023). Penggunaan Laboratorium Virtual dalam Meningkatkan Hasil Belajar IPA Uji Zat Makanan (Karbohidrat). *Jurnal Pendidikan IPA*, 10–17. https://repository.iainpare.ac.id/id/eprint/6275/

Lailiyah, N. W., Widarti*, H. R., Munzil, M., & Surif, J. (2024). Research Trends of Virtual Laboratory in Science Learning to Improve Affective Domain: a Systematic Literature Review. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, *12*(4), 915–934. https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i4.40091

Lestari, D. P., Supahar, Paidi, Suwarjo, & Herianto. (2023). Effect of science virtual laboratory combination with demonstration methods on lower-secondary school students' scientific literacy ability in a science course. *Education and Information Technologies*. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11857-8

Lisa, R., Indawan, I., & Hirza, B. (2022). Peningkatan Hasil Belajar Siswa SMA Negeri di Lubuklinggau Menggunakan Laboratorium Virtual. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, *8*(2), 162–170. https://doi.org/10.22437/bio.v8i2.17033

Maryana, K. M., Rusdi, R., & Komala, R. (2024). The Development of Virtual Laboratory Excretory System to Improve Biology Learning Outcomes for Senior High School Students. *EDUSAINS*, *16*(2), 183–191. http://doi.org/10.15408/es.v13i2.38848

Pavitasari, A., Puspita, D., & Sholihah, M. (2025). Pengembangan Virtual Laboratory pada Materi Inovasi Teknologi Biologi untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Cakrawala Pendidikan Dan Biologi*, *2*(1), 151–163.

Rana, R., Sani, Y. M. S. Y. ., & Solo, Y. D. (2023). Efektivitas Penggunaan Laboratorium

Virtual dalam Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Peserta Didik Mas Muhammadiyah Nangahure. *Jurnal Penelitian Inovatif*, *3*(3), 589–596. https://doi.org/10.54082/jupin.232

Rihi, S. P. P., Bano, V. O., & Enda, R. R. H. (2022). Pengaruh Laboratorium Virtual Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas Xi Pada Materi Sistem Pencernaan Makanan. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, *14*(2), 183–188. https://doi.org/10.25134/quagga.v14i2.5753

Samarina, S., Hadiprayitno, G., & Khairuddin. (2026). Pengaruh Penggunaan Media Laboratorium Virtual Berbantuan Online Laboratory (Olabs) Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa di SMA Negeri 2 Narmada. *Journal of Authentic Research*, *5*(1), 687–696.

Sukenti, E. (2021). Pengembangan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Pada Materi Sistem Sirkulasi. *Pedagonal : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, *5*(1), 1–6. https://doi.org/10.33751/pedagonal.v5i1.2572

Surata, I. K., Sudiana, I. M., & Sudirgayasa, I. G. (2020). Meta-Analisis Media Pembelajaran Pada Pembelajaran Biologi. *Journal of Education Technology*, *4*(1), 22–27. https://doi.org/10.23887/jet.v4i1.24079

Suryanto, A., Primadiyono, Y., & Harlanu, M. (2023). Bab V. Model Praktek Berbasis Virtual Laboratory Dalam Pelaksanaan Pembelajaran Hybrid Learning: Analisis Dari Skill Digital, Motivasi Dan Hasil Belajar Mahasiswa. *Book Chapter Konservasi Pendidikan Jilid 5*, 87–105. https://bookchapter.unnes.ac.id/index.php/kp/article/view/132%0Ahttps://bookchapter.unnes.ac.id/index.php/kp/article/download/132/128

Wati, A. (2021). Penggunaan Media Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Materi Dan Kemandirian Siswa Melakukan Praktikum. *Jurnal Guru Dikmen Dan Diksus*, *4*(2), 256–270.

Wulandari, Mursali, S., & Dewi, I. N. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Guided Inquiry Berbantuan Virtual Laboratory Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, *5*(3), 202–216.