

**PENGARUH PENGGUNAAN VIRTUAL LAB UNTUK PENGUATAN
KETERAMPILAN LABORATORIUM PADA PRAKTIKUM UJI URIN**



SKRIPSI

*Disusun untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi*

Oleh :

Nur Ramanita Dini

2102210

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2025

LEMBAR HAK CIPTA

**PENGARUH PENGGUNAAN VIRTUAL LAB UNTUK PENGUATAN
KETERAMPILAN LABORATORIUM PADA PRAKTIKUM UJI URIN**

Oleh:

Nur Ramanita Dini

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam

© Nur Ramanita Dini

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya, atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

NUR RAMANITA DINI

**PENGARUH PENGGUNAAN VIRTUAL LAB UNTUK PENGUATAN
KETERAMPILAN LABORATORIUM PADA PRAKTIKUM UJI URIN**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. H. Saefudin, M.Si.

NIP 196307011988031003

Pembimbing II,



Drs. Suhara, M.Pd.

NIP 196512271991031003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Kusnadi, M.Si.

NIP 196805091994031001

PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Ramanita Dini
NIM : 2102210
Program Studi : Pendidikan Biologi
Judul Karya : Pengaruh Penggunaan Virtual Lab untuk Penguatan
Keterampilan Laboratorium pada Praktikum Uji Urin

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, Agustus 2025



Nur Ramanita Dini

NIM 2102210

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, puji serta syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Virtual Lab Untuk Penguatan Keterampilan Laboratorium Pada Praktikum Uji Urin” ini sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis mengemukakan hasil Pengaruh Penggunaan Virtual Lab untuk Penguatan Keterampilan Laboratorium pada Praktikum Uji Urin. Selain itu, dalam penyelesaian skripsi ini penulis dibantu oleh berbagai pihak yang senantiasa memberi dukungan. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Tanpa bantuan dari pihak tersebut, mungkin skripsi ini tidak akan selesai sebagaimana mestinya.

Pada penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga karya skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,



Nur Ramanita Dini

NIM 2102210

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Virtual Lab Untuk Penguatan Keterampilan Laboratorium Pada Praktikum Uji Urin”. Skripsi ini disusun sebagai syarat mendapatkan gelar sarjana pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia. Dalam penyusunan skripsi ini penulis dibantu oleh berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Saefudin, M.Si. selaku dosen pembimbing I, yang telah membimbing, memberi dukungan, dan memotivasi selama penyusunan skripsi
2. Bapak Drs. Suhara, M.Pd. selaku dosen pembimbing II, yang telah membimbing, memberi dukungan, dan memotivasi selama penyusunan skripsi
3. Ibu Dr. Hj. Mimin Nurjhani Kusumastuti, M.Pd. selaku pembimbing akademik, yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi
4. Bapak Dr. Kusnadi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi, yang telah memberikan arahan dan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi
5. Seluruh Dosen dan Tenaga Kependidikan Program Studi Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang telah membekali ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi
6. Bapak Toto Suharya, S.Pd, M.Pd. selaku kepala sekolah, serta ibu Eulis Rina, S.Pd. dan ibu Irvia Mariza, S.Pd. selaku guru Biologi SMA Negeri 15 Bandung yang telah memberi izin dan pendampingan selama pelaksanaan penelitian
7. Siswa-siswi Kelas XI-5 dan XI-7 tahun ajaran 2024/2025, yang telah berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran dan pengambilan data penelitian

8. Ayahanda tersayang Usep Jamaludin, S.Ag, penulis persembahkan penyelesaian skripsi ini untuk beliau, karena berkat motivasi, doa, dan dukungannya, penulis dapat berkuliah di perantauan dengan lancar hingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik
9. Ibunda tercinta Mulyani, S.Pd.SD. yang selalu menjadi *support system* terbaik dalam hidup penulis, senantiasa mengusahakan yang terbaik dalam setiap halnya, memberikan dukungan moril dan materil, menjadi tempat bercerita selama penyusunan skripsi, selalu mendoakan penulis setiap saat, dan selalu berjuang melawan penyakit yang dideritanya.
10. Bibi saya yaitu Ratnasari yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat dari awal perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini
11. Anggota Brokoli yaitu Denisa Ayudya Nintyas, Rahmawati Dewi, Rahmi Soleha, Risti Meidayanti, dan Syauqi Adika Utami yang telah kebersamai masa perkuliahan dengan suka duka, senantiasa memberikan bantuan, dan menjadi tempat berkeluh kesah sejak awal perkuliahan hingga penulis menyelesaikan skripsi
12. Teman-teman Rodi A (Pendidikan Biologi A 2021) yang telah kebersamai masa perkuliahan dengan suka duka dari awal perkuliahan hingga penulis menyelesaikan skripsi
13. Teman-teman Sarinah Kost yang senantiasa kebersamai penulis dari awal perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi
14. Semua pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam proses menyelesaikan skripsi

ABSTRAK

Praktikum merupakan salah satu metode pembelajaran yang penting dalam pendidikan ilmu sains. Untuk menunjang keberhasilan praktikum, peserta didik dituntut memiliki keterampilan laboratorium. Maka, diperlukan media pembelajaran yang dapat memfasilitasi peserta didik dalam menguatkan keterampilan laboratorium yang akan digunakan dalam praktikum nyata. Media yang dapat digunakan salah satunya yaitu virtual lab. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan virtual lab untuk penguatan keterampilan laboratorium pada praktikum uji urin. Metode penelitian yang digunakan adalah *Quasi-eksperimental* dengan desain penelitian *Nonequivalent Pretest-Posttest Control-Group Design*. Partisipan pada penelitian ini berjumlah 60 peserta didik kelas XI di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung. Instrumen penelitian yang digunakan terdiri dari soal pilihan ganda pengetahuan prosedural berjumlah 20 soal, lembar uji kinerja praktikum, dan angket respons peserta didik terhadap penggunaan virtual lab. Data pengetahuan prosedural dianalisis menggunakan uji statistika *Independent Sample t-Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pengetahuan prosedural antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah melakukan pembelajaran. Keterampilan laboratorium peserta didik kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Begitupun dengan hasil kinerja praktikum peserta didik memperoleh nilai lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan virtual lab berpengaruh terhadap keterampilan laboratorium peserta didik. Selain itu, peserta didik memberikan respons positif terhadap penggunaan virtual lab.

Kata Kunci: Virtual Lab, Keterampilan Laboratorium, Praktikum Uji Urin

ABSTRACT

Practicum is one of the important learning methods in science education. To support the success of practicum, students are required to have laboratory skills. Therefore, learning media is needed that can facilitate students in strengthening laboratory skills that will be used in real practicums. One of the media that can be used is the virtual lab. This study aims to analyze the effect of the use of virtual labs to strengthen laboratory skills in urine test practicum. The research method used was Quasi-experimental with a Nonequivalent Pretest-Posttest Control-Group Design research design. The participants in this study were 60 students in class XI at one of the State High Schools in the city of Bandung. The research instruments used consisted of 20 questions of multiple choice of procedural knowledge, practicum performance test sheets, and questionnaires of students' responses to the use of virtual labs. Procedural knowledge data was analyzed using the Independent Sample t-Test statistical test. The results showed that there was a significant difference in procedural knowledge between the experimental class and the control class after learning. The laboratory skills of the students of the experimental class are higher compared to the control class. Likewise, the results of the practicum performance of students obtained higher scores than the control class. This shows that the use of virtual labs affects students' laboratory skills. In addition, students responded positively to the use of virtual labs.

Keywords: *Virtual Lab, Laboratory Skills, Urine Test Practicum*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Asumsi.....	6
1.7 Hipotesis.....	7
1.8 Struktur Organisasi Skripsi	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Virtual Lab	9
2.2 Keterampilan Laboratorium	14
2.3 Praktikum Uji Urin.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	36
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	36
3.2 Populasi dan Sampel	37
3.3 Definisi Operasional.....	37

3.4	Instrumen Penelitian.....	38
3.5	Prosedur Penelitian.....	46
3.6	Teknik Analisis Data	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		58
4.1	Pengaruh Penggunaan Virtual Lab terhadap Pengetahuan Prosedural.....	59
4.2	Pengaruh Penggunaan Virtual Lab terhadap Kinerja Praktikum	70
4.3	Respons Peserta Didik Kelas Eksperimen terhadap Penggunaan Virtual Lab dalam Pembelajaran	75
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		83
5.1	Simpulan.....	83
5.2	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....		85
LAMPIRAN.....		92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tampilan-tampilan dalam Virtual Lab	13
Tabel 2.2 Alat Laboratorium yang digunakan dalam Praktikum Uji Urin.....	16
Tabel 2.3 Warna Urin dan Penyebab Patologisnya	27
Tabel 3.1 Desain Penelitian Nonequivalent Pretest-Posttest Control-Group Design.	36
Tabel 3.2 Instrumen Penelitian.....	39
Tabel 3.3 Kisi-kisi Tes Pengetahuan Prosedural.....	39
Tabel 3.4 Klasifikasi Validitas (Arikunto, 2016)	40
Tabel 3.5 Klasifikasi Reliabilitas (Arikunto, 2016)	41
Tabel 3.6 Klasifikasi Skor Daya Pembeda (Arikunto, 2016).....	42
Tabel 3.7 Klasifikasi indeks kesukaran (Arikunto, 2016).....	42
Tabel 3.8 Kategori efektivitas distraktor (Zainul & Nasution, 2001)	43
Tabel 3.9 Kisi-kisi Instrumen Penilaian Kinerja Praktikum	44
Tabel 3.11 Kisi-kisi Instrumen Respons Peserta Didik.....	45
Tabel 3.12 Rincian Pelaksanaan Penelitian.....	47
Tabel 3.13 Kategori Rentang Nilai Kinerja (Purwanto, 2009).....	55
Tabel 3.14 Kriteria Skor Angket Respons Peserta Didik (Sugiyono, 2020)	55
Tabel 3.15 Kategori Persentase Respons Peserta Didik (Sugiyono, 2022)	56
Tabel 4.1 Rekapitulasi Analisis Statistik Data Pengetahuan Prosedural.....	59
Tabel 4.2 Persentase Ketuntasan Hasil Belajar Peserta Didik	63
Tabel 4.3 Hasil Data Persentase Respons Peserta didik Terhadap Virtual Lab Indikator Relative advantage.....	77
Tabel 4.4 Hasil Data Persentase Respons Peserta didik Terhadap Virtual Lab Indikator Compability	78
Tabel 4.5 Hasil Data Persentase Respons Peserta didik Terhadap Virtual Lab Indikator Complexity	79

Tabel 4.6 Hasil Data Persentase Respons Peserta didik Terhadap Virtual Lab	
Indikator Triability	80
Tabel 4.7 Hasil Data Persentase Respons Peserta didik Terhadap Virtual Lab	
Indikator Observability	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Theory.....	13
Gambar 2.2 Procedure	13
Gambar 2.3 Animation	13
Gambar 2.4 Simulation.....	13
Gambar 2.5 Video	14
Gambar 2.6 Self Evaluation	14
Gambar 2.7 Resources	14
Gambar 2.8 Feedback	14
Gambar 2.9 Gelas Ukur	16
Gambar 2.10 Tabung Reaksi	17
Gambar 2.11 Gelas Kimia	17
Gambar 2.12 Pipet Tetes	17
Gambar 2.13 Bunsen	18
Gambar 2.14 Penjepit Tabung Reaksi	18
Gambar 2.15 Rak Tabung Reaksi.....	18
Gambar 2.16 Tingkatan Warna Urin	27
Gambar 2.17 Hasil Uji Albumin dengan Tes Heller	29
Gambar 2.18 Prinsip Tes Bennedict	30
Gambar 2.19 Interpretasi Hasil Uji Glukosa menggunakan Tes Bennedict.....	30
Gambar 2.20 Hasil Positif Uji Keton dengan Tes Rothera.....	31
Gambar 2.21 Hasil Positif Bilirubin dengan Tes Harrison.....	32
Gambar 2.22 Eritrosit dalam Sampel Uji	33
Gambar 2.23 Sel Leukosit dalam Sampel Uji	34
Gambar 2.24 Epitel Skuomosa dalam Sampel Uji	34
Gambar 2.25 Silinder Hialin dalam Sampel Uji.....	35
Gambar 3.1 Alur Penelitian	52

Gambar 4.1 Perbandingan Pretest dan Posttest Pengetahuan Prosedural Kedua Kelas	61
Gambar 4.2 Rekapitulasi Nilai Pengetahuan Prosedural Peserta Didik Kelas Eksperimen.....	64
Gambar 4.3 Rekapitulasi Nilai Pengetahuan Prosedural Peserta Didik Kelas Kontrol	65
Gambar 4.4 Tampilan Virtual Lab menunjukkan Alat-alat Laboratorium yang digunakan (1)	66
Gambar 4.5 Tampilan Virtual Lab menunjukkan Alat-alat Laboratorium yang digunakan (2)	67
Gambar 4.6 Tampilan Virtual Lab menunjukkan Alat-alat Laboratorium yang digunakan (3)	67
Gambar 4.7 Peserta Didik memahami Prosedur Uji Urin	69
Gambar 4.8 Rekapitulasi Hasil Kinerja Praktikum	72
Gambar 4.9 Alat-alat Laboratorium	73
Gambar 4.10 Tampilan Virtual Lab yang Menunjukkan Tabung Reaksi	75
Gambar 4.11 Hasil Respons Peserta didik terhadap Setiap Indikator	76

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Lampiran A.1 Modul Pembelajaran Kelas Eksperimen.....	93
Lampiran A.2 LKPD Kelas Eksperimen.....	108
Lampiran A.3 Modul Pembelajaran Kelas Kontrol	116
Lampiran A.4 LKPD Kelas Kontrol	132
Lampiran A.5 Rubrik Penilaian Tes Pengetahuan Prosedural	142
Lampiran A.6 Lembar Soal Tes Pengetahuan Prosedural	154
Lampiran A.7 Rubrik Penilaian Kinerja Praktikum.....	162
Lampiran A.8 Lembar Penilaian Uji Kinerja Praktikum	164
Lampiran A.9 Rubrik Penilaian Respons Peserta Didik	165
Lampiran A.10 Lembar Angket Respons Peserta Didik.....	167

LAMPIRAN B

Lampiran B.1 Rekapitulasi Penilaian Tes Pengetahuan Prosedural	172
Lampiran B.2 Rekapitulasi Hasil Uji Kinerja Praktikum	180
Lampiran B.3 Rekapitulasi Angket Respons Peserta Didik.....	184

LAMPIRAN C

Lampiran C.1 Rekapitulasi Hasil Analisis Uji Coba Instrumen Pengetahuan Prosedural.....	188
Lampiran C.2 Hasil Analisis Uji Coba Instrumen Pengetahuan Prosedural.....	189
Lampiran C.3 Hasil Uji Statistik Instrumen Tes Pengetahuan Prosedural	191

LAMPIRAN D

Lampiran D.1 Surat Perizinan Penelitian.....	196
Lampiran D.2 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	197
Lampiran D.3 Surat Keterangan Judgement Instrumen.....	198
Lampiran D.4 Dokumentasi Penelitian	199
Lampiran D.5 Identitas Penulis.....	201

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, P., & Ningsih, I. W. (2017). The Observation of Biology Practical in Grade XI SMA Muhammadiyah 1 Surakarta 2015/2016 Based on Biology Practical Implementation Standard. *Bioeducation Journal*, 1(1), 34–44. <https://doi.org/10.24036/bioedu.v1i1.24>
- Aini, K., Megawati, & Rojayanti, N. (2021). Membekalkan Pengetahuan Prosedural dan Sikap Ilmiah Kepada Siswa SMA Melalui Pembelajaran Virtual Laboratory. *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*, 11(1), 39–48.
- Alimuddin, M. R. (2022). Pengaruh Kegiatan Praktikum Terhadap Kemampuan Prosedural Peserta Didik Kelas VIII SMP Islam Al-Azhar 24 Makassar. *Inovasi Pembelajaran IPA Pada Kurikulum Merdeka*, 115–126.
- Alvina, Wiradharma, D., & Pusparini. (2019). Urinalisis Teori dan Praktikum. In *Urinalisis Teori Dan Praktikum*.
- Amna, E. (2017). Laboratorium sebagai sarana pembelajaran kimia dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kerja ilmiah. *Lantanida Journal*, 5(1), 84–92.
- Anderson, L. W., & Krathwhol, D. R. (2010). *Kerangka landasan pembelajaran, pengajaran dan asesmen. Judul asli: a taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Pustaka Pelajar.
- Andi Quraisy, Muzaini, M., Ilhamsyah, I., & Gaffar, A. (2023). Pemanfaatan Laboratorium Virtual Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 3(3), 280–288. <https://doi.org/10.53769/jai.v3i3.514>
- Arifin, Z., Destiansari, E., & Amizera, S. (2020). Pengembangan Mobile Virtual Laboratorium pada Pembelajaran Praktikum Materi Pencemaran Air. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2), 123–130. <https://doi.org/10.37058/bioed.v5i2.2216>
- Arikunto, S. (2016). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* (R. Damayanti (ed.); 2nd ed.). Rineka Cipta.
- Astuti, P., Qohar, A., & Hidayanto, E. (2019). Proses Berpikir Siswa dalam Menyelesaikan Soal Higher Order Thinking Skills Berdasarkan Pemahaman Konseptual dan Prosedural. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(1), 117–123. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i1.11910>
- Atmojo. (2019). *Pemeriksaan Bilirubin Urine*.

- Atnur, W. N., Lufri, & Sumarmin, R. (2015). *Analisis Pelaksanaan Praktikum IPA Biologi Kelas VIII Semester I di SMP Negeri se-Kecamatan Lubuk Begalung Tahun Pelajaran 2014/2015*. 2(2).
- Blumenfeld, R. (2007). *How to Rehearse when There is No Rehearsal*. Limelight Editions.
- Budiyono. (2009). *Penerapan Laboratorium Riil Dan Virtual Pada Pembelajaran Fisika Melalui Metode Eksperimen Ditinjau Dari Gaya Belajar*. Universitas Sebelas Maret.
- By. (2022). *Apa Itu Tabung Reaksi? Fungsi, dan Cara Menggunakannya!* <https://lsi.fleischhacker-asia.biz/en/tabung-reaksi/>
- Creswell, J. W. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.
- Dahal, P. (2022). *Benedict's test-Principle, Procedure, Steps, Results, Uses*. <https://microbenotes.com/benedicts-test/>
- Darby-White, T., Wicker, S., & Diack, M. (2019). Evaluating the Effectiveness of Virtual Chemistry Laboratory (VCL) in Enhancing Conceptual Understanding: Using VCL as Pre-Laboratory Assignment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 38(1), 31–48.
- Dewi, I. S., Sunariyati, S., & Neneng, L. (2014). Analisis Kendala Pelaksanaan Praktikum Biologi Di SMA Negeri Se-kota Palangka Raya. *Edu Sains*, 2(1). doi:10.23971/eds.v2i1.16.
- Djamarah, S. B., & Zain, A. (2013). *Strategi Belajar Mengajar*. Rineka Cipta.
- Dwiningsih, K., Sukarmin, Nf., Muchlis, Nf., & Rahma, P. T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Menggunakan Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran Di Era Global. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6(2), 156–176. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v6n2.p156--176>
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., & Wiegand, C. (2016). Virtual laboratories in science education: Students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>
- Eliyard, 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>
- Fatimah, Z., Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan

- Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 1(2). <https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v1i2.45>
- Geleta, T. (2015). How can I improve my students' ability in doing laboratory practical work on analytical chemistry-I? A case on class n23 at KCTE. *African Journal of Chemical Education*, 5(1), 13-43–43.
- Gonzaga, M. V. (2023). *Reducing sugar*. Biology Online. <https://www.biologyonline.com/dictionary/reducing-sugar>
- Gunawan, A. A. S., Brandon, D., Puspa, V. D., & Wiweko, B. (2018). Development of Urine Hydration System Based on Urine Color and Support Vector Machine. *Procedia Computer Science*, 135, 481–489. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.200>
- Gunawan, G., Harjono, A., & Imran, I. (2016). Pengaruh Multimedia Interaktif Dan Gaya Belajar Terhadap Penguasaan Konsep Kalor Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 118–125. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jpfi.v12i2.5018>
- Haagsman, M. E., Koster, M. C., Boonstra, J., & Scager, K. (2021). Be Prepared! How Pre-lab Modules Affect Students' Understanding of Gene Mapping. *Journal of Science Education and Technology*, 30(4), 461–470. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09890-0>
- Harahap, F. D. S., & Nasution, M. Y. (2018). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Virus Di Kelas X Mipa Sma Negeri 1 Rantau Selatan Tahun Pembelajaran 2017/2018. In *Jurnal Pelita Pendidikan* (Vol. 6, Issue 2). <https://doi.org/10.24114/jpp.v6i2.10141>
- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 2(2), 186. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1608>
- Ibrahim, U. M., Alsaif, B. S., Alblaihed, M., Ahmed, S. S. I., Alsharif, H. A., Abdulkader, R. A., & Diab, H. M. (2022). Interaction between cognitive styles and genders when using virtual laboratories and its influence on students of health college's laboratory skills and cognitive load during the Corona pandemic PMC8983353. *Heliyon*, 8(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09213>
- Kadir, M. A., Wibowo, E. S., Abubakar, S., & Akbar, N. (2019). Manfaat Mangrove Bagi Peruntukan Sediaan Farmasitika Di Desa Mamuya Kecamatan Galela Timur Kabupaten Halmahera Timur (Tinjauan Etnofarmakologis). *Jurnal Enggano*, 4(1), 12–25. <https://doi.org/10.31186/jenggano.4.1.12-25>
- Kartini, K. S. (2018). Deskripsi Perkembangan Keterampilan Dasar Kerja Laboratorium Kimia Siswa SMA Negeri 1 Singaraja. *Hydrogen: Jurnal*

- Kependidikan Kimia*, 6(1), 21. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v6i1.1596>
- Khaerunnisa, B. S., Kusmiyati, K., & Ilhamdi, M. L. (2019). Analisis Tingkat Kesulitan Yang Dialami Peserta Didik Dalam Praktikum Biologi di SMA. *Jurnal Pijar Mipa*, 14(1), 23–28. <https://doi.org/10.29303/jpm.v14i1.1042>
- Kidan, A. A. (2020). Pemanfaatan Laboratorium Maya: Peluang Dan Tantangan. *Jurnal Teknodik*, 24(2), 147. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v24i2.679>
- Lestari, D. P., Pahar, S., Hw, P., & Suwarjo, S. (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*, 28(12), 16153-. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10639-023-11857-8>
- Maknun, D., Surtikanti, R. R. H. K., & Subahar, T. S. (2012). Pemetaan keterampilan esensial laboratorium dalam kegiatan praktikum ekologi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.15294/jpii.v1i1.2003>
- Maksum, A. H., & Saragih, Y. (2020). Analisis Penerapan Virtual Laboratorium Versus Reality Laboratorium. *Jurnal TIARSIE*, 17(2), 47. <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v17i2.72>
- Martínez, G., Naranjo, F. L., Pérez, A. L., Suero, M. I., & Pardo, P. J. (2011). Comparative study of the effectiveness of three learning environments: Hyper-realistic virtual simulations, traditional schematic simulations and traditional laboratory. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 7(2), 1–12. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.020111>
- Mastika, I. N., Adnyana, I. B. P., & Setiawan, I. G. N. A. (2014). Proses Pembelajaran Di Sma Negeri Kota Denpasar. *E-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*, 4, 1–10.
- Matlin, W. M. (1989). *Cognition* (Second Edi). Holt.
- Muchson, M., Munzil, Setiawan, N. C. E., Sari, M. E. F. S., Novitasari, S., & Rokhim, D. A. (2021). Program Pembinaan Pengembangan Media Pembelajaran Bagi Guru Kimia MA / SMA Pada MGMP Kimia Kabupaten Mojokerto Berbasis IoT Learning Media Development Training Program for Chemistry Teachers of MA / SMA in the Chemistry MGMP of Mojokerto Regency Based on. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 420–431.
- Mudhakiyah, Z., Wijayati, N., Haryani, S., & Nurhayati, S. (2022). Pengembangan Instrumen Penilaian Aspek Psikomotorik Peserta Didik pada Praktikum Pembelajaran Kimia Materi Laju Reaksi. *Chemistry in Education*, 11(2), 166–172. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/chemined/article/view/56309>

- Murtado, D., Hita, I. P. A. D., Chusumastuti, D., Nuridah, S., Ma'mun, A. H., & Yahya, M. D. (2023). Optimalisasi Pemanfaatan Media Pembelajaran Online Sebagai Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa di Sekolah Menengah Atas. *Journal on Education*, 6(1), 35–47. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.2911>
- Novita, R., Herman, T., Suryadi, D., Dasari, D., Putra, M., & Fitra, R. (2022). Analisis Pengetahuan Konseptual dan Prosedural Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar Pada Bilangan Rasional. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 6(2), 384. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v6i2.7056>
- Onyeaka, H., Passaretti, P., Miri, T., Hart, A., Favero, C., Anumudu, C. K., & Robbins, P. (2023). Pre-lab video demonstrations to enhance students' laboratory experience in a first-year chemical engineering class. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 51(1), 29–38. <https://doi.org/10.1002/bmb.21688>
- Padari, P. S., Muharini, R., & Hadi, L. (2022). Deskripsi Pengetahuan Alat Praktikum Kimia Peserta Didik SMA Kristen Abdi Wacana. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(5), 7279–7285. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i5.3262>
- Pane, J., Tanjung, I. F., & Reflina, R. (2023). PENGEMBANGAN LABORATORIUM VIRTUAL PADA PRAKTIKUM UJI KANDUNGAN URIN UNTUK SISWA KELAS XI SMA/MA. *Jurnal Binomial*, 6(1), 29–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.46918/bn.v6i1.1606>
- Poltekkes. (2016). *Laboratorium Kimia*. <https://www.poltekkes-denpasar.ac.id/kesehatanlingkungan/laboratorium-kimia-2/>
- Purwanto. (2009). *Evaluasi Hasil Belajar*. Pustaka Pelajar.
- Putu, S. (2012). Pelatihan keterampilan dasar laboratorium (basic laboratory skil) bagi staf laboratorium IPA SMP se-kabupaten Buleleng. *Ejournal Undiksha*.
- Riswanto, & Rizki. (2015). *URINALISIS: Menerjemahkan Pesan Klinis Urine* (1st ed.). Pustaka Rasmedia.
- Rizkhan, A., & Advianda, L. (2019). Analysis of Implementation of Biology Practicum for SMA / MA in Sungai Beremas Sub-District, West Pasaman Regency. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 15(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.52155/ijpsat.v15.2.1147>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovation* (5th Editio). Free Press.
- Rustaman, N. (2003). *Strategi Belajar Mengajar Biologi*.
- Rustaman, N., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S. A., Achmad, Y., Subekti, R., Rochintaniawati, D., & Nurjhani, M. (2005). *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Universitas Negeri Malang.

- Rustaman, N., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S., Kusumastuti, M., Rochintaniawati, D., & Achmad, Y. (2003). *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Saleh, F. M., Riandi, R., & Surtikanti, H. K. (2024). Laboratorium Konvensional vs Laboratorium Virtual dalam Efektivitas dan Motivasi Pembelajaran Biologi: Studi Literatur. *Jurnal Jeumpa*, 11(1), 13–24. <https://doi.org/10.33059/jj.v11i1.9143>
- Sanjaya, W. (2013). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Kencana.
- Sarmouk, C., Ingram, M. J., Read, C., Curdy, M. E., Spall, E., Farlow, A., Kristova, P., Quadir, A., Maatta, S., Stephens, J., Smith, C., Baker, C., & Patel, B. A. (2020). Pre-laboratory online learning resource improves preparedness and performance in pharmaceutical sciences practical classes. *Innovations in Education and Teaching International*, 57(4), 460–471. <https://doi.org/10.1080/14703297.2019.1604247>
- Scheckler, R. K. (2003). Virtual labs: A substitute for traditional labs? *International Journal of Developmental Biology*, 47(2–3), 231–236.
- Setiadi, R., & Muflika, A. A. (2012). Eksplorasi pemberdayaan courseware simulasi PhET untuk membangun keterampilan proses sains siswa SMA. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 17(2), 258–268.
- Setiadi, R., & Muflika, A. A. (2015). Eksplorasi Pemberdayaan Courseware Simulasi PhET untuk Membangun Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 17(2), 258–268. <https://doi.org/https://doi.org/10.18269/jpmipa.v17i2.270>
- Shelby, S. J., & Fralish, Z. D. (2021). Using Edpuzzle to improve student experience and performance in the biochemistry laboratory. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(4), 529–534. <https://doi.org/10.1002/bmb.21494>
- Sulistiowati, N., Yuanita, L., & Wasis. (2013). Perbedaan Penggunaan Laboratorium Real Dan Laboratorium Virtual Pada Keterampilan Proses Dan Hasil. *Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya*, 2(2), 191–197.
- Supriyadi. (2017). Pengaruh Praktikum Virtual Terhadap Sikap Ilmiah Peserta Didik. *Jurnal Tadris Pendidikan Biologi*, 8(2), 2086–5945.
- Suryanti, E., Fitriani, A. F., Redjeki, S., & Riandi. (2019). Persepsi Mahasiswa terhadap Penggunaan Virtual Laboratory dalam Pembelajaran Biologi Molekuler. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(2), 153–162.
- Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students ' Achievement Technologies for the Seamless Integration of Formal and Informal

- Learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(1), 159–170.
<https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.16.1.159>
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2012). *Principles of ANATOMY & PHYSIOLOGY* (13th ed.). John Willey and Son.
- Vagle, A. (2024). *EFFECTS OF A PRE-LABORATORY SIMULATION IN THE CHEMISTRY LAB* [FLORIDA STATE UNIVERSITY].
<https://repository.lib.fsu.edu/islandora/object/fsu%3A928091>
- Widiantini, N. N. A. S., Putra, M., & Wiarta, I. W. (2017). Model Pembelajaran SETS (Science, Environment, Technology & Society) Berbantuan Virtual Lab Berpengaruh Terhadap Kompetensi Pengetahuan IPA. *Journal of Education Technology*, 1(2), 141–148.
- Widyastuti, R., Tunjung, E., & Purwaningsih, N. V. (2018). *Modul Praktikum Urinalisis dan Cairan Tubuh*. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Wisudawati, A. W., & Sulistyowati, E. (2015). *Metodologi pembelajaran IPA*. Bumi Aksara.
- Wulan, A. R. (2009). Penilaian Kinerja dan Portofolio pada Pembelajaran Biologi. *FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia*.
http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/ANA_RATNAWULAN/handout_penilaian_kinerja_dan_portofolio.pdf
- Yunita, L., Irwandi, D., & Pertiwi, D. A. (2017). Penggunaan Instrumen Penilaian Psikomotor Siswa Pada Praktikum Kimia Berbasis Kurikulum 2013. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 7(2), 85–90. <https://doi.org/10.21009/jrpk.072.01>
- Zainul, A., & Nasution, N. (2001). *Penilaian Hasil Belajar*. Departemen Pendidikan Nasional.