

**PERBANDINGAN PENGARUH LABORATORIUM VIRTUAL DAN LABORATORIUM NYATA  
TERHADAP PENGUASAAN KONSEP DAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA  
PADA MATERI SISTEM EKSKRESI**

**SKRIPSI**

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



oleh:

Syalfa Hauratunisa

NIM 1905269

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2023**

**Perbandingan Pengaruh Laboratorium Virtual dan Laboratorium Nyata  
Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA  
pada Materi Sistem Ekskresi**

Oleh  
Syalfa Hauratunisa

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Departemen  
Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Syalfa Hauratunisa

Universitas Pendidikan Indonesia

2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

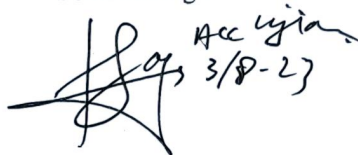
**LEMBAR PENGESAHAN**

**Syalfa Hauratunisa**

**PERBANDINGAN PENGARUH LABORATORIUM VIRTUAL DAN  
LABORATORIUM NYATA TERHADAP PENGUASAAN KONSEP DAN  
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA PADA MATERI  
SISTEM EKSKRESI**

disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Drs. H. Dadang Machmudin, MS.

NIP 196205051987031003

Pembimbing II



Dra. Soesy Asiah Soesilawaty, M.S.

NIP 195904011983032002

Mengetahui,

Kepala Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Kusjadi, M.Si.

NIP 196805091994031001

## **PERNYATAAN PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Perbandingan Pengaruh Laboratorium Virtual dan Laboratorium Nyata Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Sistem Ekskresi" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2023  
Yang membuat pernyataan,

Syalfa Hauratunisa  
NIM 1905269

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirabbil 'alamiin*

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT. karena dengan berkat, rahmat, taufik, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Perbandingan Pengaruh Laboratorium Virtual dan Laboratorium Nyata Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Sistem Ekskresi”. Skripsi ini membahas mengenai perbandingan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa yang praktikum eksperimen dengan menggunakan laboratorium virtual dan siswa yang praktikum eksperimen dengan menggunakan laboratorium nyata. Skripsi ini ditulis dengan tujuan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana (S1) Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan, karena itulah penulis mengharapkan saran dan perbaikan yang membangun dari para pembaca agar lebih baik lagi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Bandung, Agustus 2023

Penulis,

Syalfa Hauratunisa

NIM 1905269

## UCAPAN TERIMA KASIH

Skripsi ini tidak akan mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama pembuatan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Drs. H. Dadang Machmudin, MS. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, ilmu, motivasi, dan dorongan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Dra. Soesy Asiah Soesilawaty, M.S. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, ilmu, motivasi, nasehat, dan dorongan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Dr. H. Riandi, M.Si, Dr. Hj. Siti Sriyati, M.Si., Tri Suwandi, S.Pd. M, Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan sehingga skripsi yang penulis tulis ini menjadi lebih baik lagi.
4. Dr. Hj. Siti Sriyati, M.Si. selaku dosen wali kelas B 2019 yang selalu memberikan motivasi, ilmu, dan memberikan perhatian kepada penulis selama penulis berkuliah hingga menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan staff Departemen Pendidikan Biologi UPI atas segala ilmu dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis.
6. Bu Enung dan Bu Dian selaku guru biologi di SMA Negeri 10 Bandung yang mengizinkan penulis melakukan penelitian di kelasnya dengan terus memberikan motivasi, dukungan, dan arahan kepada penulis
7. Keluarga tercinta, Apa Asep, Mamah Sumyati, a Yandi, teh Yenti, Nasya, Dzhira, Bu Iim atas segala doa, dukungan, motivasi, serta perhatian kepada penulis agar terus maju dan menyelesaikan studi ini dengan baik dan tepat waktu.
8. Teman-teman seperjuangan, Aul, Seni, Vania, Azkiya, Uli, Muti, Opal, Sarah yang selalu membantu dan mendukung penulis dikala penulis mendapat kesulitan dalam mengerjakan skripsi ini.

9. Teman teman kelas B 2019 Bigger dan teman-teman biologi angkatan 2019 Arka Adigama, atas segala bantuan dan kebersamaan selama perkuliahan.
10. Siswa dan siswi kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2 SMAN 10 Bandung yang telah bersedia dengan sabar menjadi subjek dalam penelitian ini.
11. Seluruh pihak sekolah SMA Negeri 10 Bandung yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian.
12. Dora, Miku, Leon, dan Hiro yang secara tidak langsung menghibur penulis dikala penulis merasa sedih selama mengerjakan skripsi ini.
13. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu penulis serta memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT. senantiasa memberikan balasan atas segala kebaikan, dukungan, bimbingan, arahan, dan doa yang telah diberikan kepada penulis dengan balasan yang lebih baik lagi. *Aamiin Ya Rabbal 'Aalamiin...*

Bandung, Agustus 2023

Penulis,

Syalfa Hauratunisa

NIM 1905269

## ABSTRAK

### **Perbandingan Pengaruh Laboratorium Virtual dan Laboratorium Nyata Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Sistem Ekskresi**

**Syalfa Hauratunisa  
NIM 1905269**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan pengaruh penggunaan laboratorium virtual dan laboratorium nyata terhadap penguasaan dan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem ekskresi. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan *Pretest posttest group design*, kelas E1 adalah kelas yang praktikum eksperimen dengan laboratorium virtual dan kelas E2 adalah kelas yang praktikum eksperimen dengan laboratorium nyata. Subjek dari penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA SMA di salah satu SMA di Bandung, yang diambil dengan teknik *convenience sampling*. Terdiri dari 3 jenis instrumen penelitian, yaitu: soal-soal pilihan ganda untuk mengukur penguasaan konsep siswa, soal-soal essay untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa, serta angket respon untuk mengetahui tanggapan siswa terkait pembelajaran praktikum eksperimen dengan laboratorium yang digunakan. Instrumen soal diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pembelajaran, sedangkan instrumen angket diberikan setelah pembelajaran. Analisis data dengan menggunakan uji beda rata-rata Mann-Whitney untuk data penguasaan konsep dan dengan uji Independent sample t-test untuk data kemampuan berpikir kritis. Hasil dari penelitian ini adalah tidak terdapat perbedaan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa yang signifikan antara siswa yang melakukan praktikum eksperimen dengan laboratorium virtual dengan siswa yang melakukan praktikum eksperimen dengan laboratorium nyata. Respon siswa terhadap penggunaan laboratorium virtual adalah sebanyak 84,14% dan respon siswa terhadap penggunaan laboratorium nyata adalah sebanyak 85,10%.

**Kata Kunci:** Laboratorium virtual, Laboratorium nyata, Penguasaan konsep, Kemampuan berpikir kritis, Sistem ekskresi



## ABSTRACT

### **Comparison of Virtual and Real Laboratory to Improve Students' Conceptual Understanding and Critical Thinking on Excretory System**

**Syalfa Hauratunisa**  
**NIM 1905269**

This study aims to compare the effect of using a virtual laboratory and a real laboratory on students' conceptual understanding and critical thinking skills on the excretory system. This research is using experimental method with Pretest posttest group design. There are two classes, class E1 is a class using a virtual laboratory and class E2 is using a real laboratory. The subjects of this study were second graders of senior high schools in Bandung by convenience sampling technique. It consists of 3 types of research instruments, there is multiple choice questions test to measure students' conceptual understanding, essay questions to measure students' critical thinking skills, and response questionnaires to find out student responses related to virtual laboratory or real laboratory. The instrument questions are given before (pretest) and after (posttest) learning, while the questionnaire instrument is given after learning. Data is analyzed using Mann-Whitney test for students' conceptual understanding and Independent sample t-test for critical thinking skills. The result of this study is that there is no significant difference in students' conceptual understanding and students' critical thinking skills between students who use virtual laboratory and students who use real laboratory. The student response who uses the virtual laboratory is 84.14% and the student response who uses the real laboratory is 85.10%.

**Keyword:** Virtual laboratory, real laboratory, student's understanding, critical thinking, excretory system

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	I
PERNYATAAN PLAGIARISME .....	II
KATA PENGANTAR.....	III
UCAPAN TERIMA KASIH .....	IV
ABSTRAK .....	VI
ABSTRACT.....	VII
DAFTAR ISI .....	VIII
DAFTAR GAMBAR .....	X
DAFTAR TABEL.....	XI
DAFTAR LAMPIRAN .....	XIII
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. RUMUSAN MASALAH .....	4
C. TUJUAN PENELITIAN .....	4
D. MANFAAT PENELITIAN .....	5
E. BATASAN MASALAH.....	5
F. ASUMSI .....	6
G. HIPOTESIS .....	7
H. STRUKTUR ORGANISASI SKRIPSI.....	7
BAB II LABORATORIUM VIRTUAL DAN LABORATORIUM NYATA, PENGUASAAN KONSEP, KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA, DAN MATERI SISTEM EKSKRESI.....	10
A. LABORATORIUM .....	10
1. Laboratorium virtual .....	11
2. Laboratorium Nyata .....	12
B. PENGUASAAN KONSEP .....	13
C. KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS .....	17
D. MATERI SISTEM EKSKRESI .....	19
E. PENELITIAN YANG RELEVAN.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28

A.	DEFINISI OPERASIONAL.....	28
B.	METODE DAN DESAIN PENELITIAN .....	29
B.	SUBJEK PENELITIAN .....	31
C.	INSTRUMEN PENELITIAN .....	31
D.	PROSEDUR PENELITIAN .....	43
E.	ANALISIS DATA .....	45
BAB IV	TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....	48
B.	TEMUAN.....	48
1.	Penguasaan Konsep Siswa .....	48
2.	Kemampuan Berpikir Kritis Siswa .....	54
3.	Respon Siswa Terhadap Penggunaan Laboratorium Virtual dan Laboratorium Nyata .....	59
C.	PEMBAHASAN .....	61
1.	Pengaruh Laboratorium Virtual dan Laboratorium Nyata Terhadap Penguasaan Konsep Siswa .....	61
2.	Pengaruh Laboratorium Virtual dan Laboratorium Nyata Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa .....	64
BAB V	SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN .....	67
A.	KESIMPULAN.....	67
B.	IMPLIKASI .....	67
C.	SARAN.....	67
DAFTAR PUSTAKA	.....	69
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Penampang ginjal .....	23
Gambar 2. 2. Struktur Nefron .....	24
Gambar 2. 4. Sistem Urinaria Manusia.....	25
Gambar 3. 1. Bagan Alur Penelitian.....	45
Gambar 4. 1. Perbandingan Rata-rata Skor Pretest dan Posttest Penguasaan Konsep Siswa Kelas Eksperimen 1 dan Eksperimen 2.....	49
Gambar 4. 2. Rata-rata Nilai Gain Penguasaan Konsep Siswa Kelas Eksperimen 1 dan Kelas Eksperimen 2.....	50
Gambar 4. 3. Diagram Batang Rata-rata Gain Penguasaan Konsep tiap Dimensi Pengetahuan .....	51
Gambar 4. 4. Perbandingan Skor Rata-rata Pretest dan Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen 1 dan Eksperimen 2.....	55
Gambar 4. 5. Rata-rata Nilai Gain Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen 1 dan Kelas Eksperimen 2.....	56
Gambar 4. 6. Diagram Batang Rata-rata Gain Kemampuan Berpikir Kritis Tiap Indikator .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Desain Penelitian Two Group Pretest Posttest .....	30
Tabel 3.2.Kisi-Kisi Instrumen Penguasaan konsep Siswa .....	32
Tabel 3.3. Kisi-Kisi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.....	33
Tabel 3.4.Kisi-Kisi Respon Siswa Terhadap Laboratorium virtual .....	33
Tabel 3.5.Kisi-kisi Respon Siswa Terhadap Laboratorium nyata .....	34
Tabel 3.6.Kriteria Validitas Soal .....	36
Tabel 3.7.Kriteria Reabilitas Soal .....	36
Tabel 3.8.Kriteria tingkat Kesukaran Soal .....	36
Tabel 3.9. Kriteria Daya Pembeda Soal Pilihan Ganda .....	37
Tabel 3.10. Kriteria Penilaian Penggunaan Pengecoh.....	37
Tabel 3.11. Kriteria Soal yang Baik untuk Digunakan.....	38
Tabel 3.12. Rekapitulasi Hasil Uji Coba Soal Penguasaan Konsep Siswa .....	39
Tabel 3.13.Indikator Soal Penguasaan Konsep yang Digunakan dalam Penelitian .....	41
Tabel 3.14. Rekapitulasi Hasil Uji Coba Soal Kemampuan Berpikir Kritis Siswa .....	42
Tabel 3.15.Indikator Soal Kemampuan Berpikir Kritis yang Digunakan dalam Penelitian.....	42
Tabel 3.16. Tahapan Pelaksanaan Pembelajaran .....	44
Tabel 3.18. Kriteria Interpretasi Skor Angket .....	47
Tabel 4. 1. Rata-rata Skor Pretest dan Posttest Penguasaan Konsep Siswa Kelas Eksperimen 1 dan Kelas Eksperimen 2.....	48
Tabel 4. 2. Rata-rata Nilai Penguasaan Konsep Perindikator .....	51
Tabel 4. 3. Rekapitulasi Uji Normalitas Data Pretest, Data Posttest, dan Gain Penguasaan Konsep Siswa .....	52
Tabel 4. 4. Rekapitulasi Uji Homogenitas Data Pretest, Data Posttest, dan Gain Penguasaan Konsep Siswa .....	53
Tabel 4. 5. Hasil Uji Beda Rata-rata Penguasaan Konsep .....	53
Tabel 4.6. Hasil Analisis Deskriptif Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen 1 dan Kelas Eksperimen 2.....	54
Tabel 4. 7. Rata-rata Nilai Kemampuan Berpikir Kritis Tiap Indikator.....	56

Tabel 4. 8. Rekapitulasi Uji Normalitas Data Pretest dan Data Posttest, Kemampuan Berpikir Kritis Siswa .....	57
Tabel 4. 9. Rekapitulasi Uji Homogenitas Data Pretest dan Data Posttest, Kemampuan Berpikir Kritis Siswa .....	58
Tabel 4. 10. Hasil Uji Beda Rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis Siswa .....	58
Tabel 4. 11. Rekapitulasi Respon Siswa Terhadap Penggunaan Laboratorium Virtual dan Laboratorium Nyata .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.....	72
Lampiran A.1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran.....	73
Lampiran A.2. Lembar Kerja Peserta Didik.....	81
Lampiran A.3. Lembar Judgement instrumen.....	95
Lampiran A.4. Instrumen Penelitian Penguasaan Konsep Siswa.....	99
Lampiran A. 5. Lembar Tes Penguasaan Konsep untuk Siswa.....	107
Lampiran A.6. Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis.....	112
Lampiran A. 7. Lembar Tes Kemampuan Berpikir Kritis.....	118
Lampiran A. 8. Instrumen Angket Respon Siswa Terhadap Laboratorium Virtual.....	121
Lampiran A. 9. Instrumen Angket Respon Siswa Terhadap Laboratorium Nyata.....	124
Lampiran B.....	127
Lampiran B.1. Penilaian Pretest Penguasaan Konsep Siswa Kelas Eksperimen 1 (XI IPA 1).....	128
Lampiran B.2. Penilaian Posttest Penguasaan Konsep Siswa Kelas Eksperimen 1 (XI IPA 1).....	130
Lampiran B.3. Rekapitulasi Nilai Penguasaan Konsep Siswa Kelas Eksperimen 1 (XI IPA 1).....	132
Lampiran B.4. Penilaian Pretest Penguasaan Konsep Siswa Kelas Eksperimen 2 (XI IPA 2).....	133
Lampiran B.5. Penilaian Posttest Penguasaan Konsep Siswa Kelas Eksperimen 2 (XI IPA 2).....	135
Lampiran B.6. Rekapitulasi Nilai Penguasaan Konsep Siswa Kelas Eksperimen 2 (XI IPA 2).....	137
Lampiran B.7. Penilaian Pretest dan Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen 1 (XI IPA 1).....	138
Lampiran B.8. Rekapitulasi Nilai Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen 1 (XI IPA 1).....	140

Lampiran B.9. Penilaian Pretest dan Posttest Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen 2 (XI IPA 2).....	141
Lampiran B.10. Rekapitulasi Nilai Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Eksperimen 2 (XI IPA 2).....	143
Lampiran B.11. Rekapitulasi Respon Siswa Terhadap Laboratorium Virtual Kelas Eksperimen 1 (XI IPA 1).....	144
Lampiran B.12. Rekapitulasi Respon Siswa Terhadap Laboratorium Nyata Kelas Eksperimen 2 (XI IPA 2).....	148
Lampiran C.....	152
Lampiran C.1. Hasil Uji Normalitas Data Gain Penguasaan Konsep Siswa.....	153
Lampiran C.2. Hasil Uji Homogenitas Data Gain Penguasaan Konsep Siswa...	153
Lampiran C.3. Hasil Uji Hipotesis Data Gain Penguasaan Konsep Siswa.....	153
Lampiran C.4. Hasil Uji Normalitas Data Kemampuan Berpikir Kritis Siswa...	154
Lampiran C.5. Hasil Uji Homogenitas Data Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	154
Lampiran C.6. Hasil Uji Hipotesis Data Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	154
Lampiran D.....	155
Lampiran D.1. Dokumentasi Kegiatan.....	156
Lampiran D.2. Surat Permohonan Izin Penelitian.....	157
Lampiran D.3. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian.....	158



## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2017). *Pembelajaran, pengajaran, dan asesmen revisi taksonomi pendidikan bloom*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. (Revisi). PT. Rineka Cipta.
- Azizaturredha, M. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Media Laboratorium Virtual (Phet) terhadap Hasil Belajar, Keterampilan Proses Sains, dan Minat Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Elastisitas. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(01), 1-5. Dirujuk dari <https://online-journal.unja.ac.id/EDP/article/view/6051>
- BNSP. (2017). *Laporan Hasil Sekolah Ujian Nasional SMA/MA tahun pelajaran 2016/2017*. <http://puspendik.kemdikbud.go.id/hasil-un/>
- BSNP. (2006). *Standar Isi*. Badan Standar Nasional Pendidikan. [http://siap-sekolah.s3.amazonaws.com/4202/files/2011/12/Panduan\\_Umum\\_KTSP.pdf](http://siap-sekolah.s3.amazonaws.com/4202/files/2011/12/Panduan_Umum_KTSP.pdf)
- Campbell, N. A., & Reece, J. (2008). *Biologi Edisi 8* (8th ed.). Erlangga.
- Dewi, I. S., Sunariyati, S., & N. (2014). Analisis kendala pelaksanaan praktikum biologi di SMA Negeri se-kota Palangka Raya. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematika*, 2(1), 1–52. (<https://doi.org/10.21608/pshj.2022.250026>)
- Ennis, R. H. (1996). *Critical Thinking*. USA: Prentice Hall, Inc.
- Fatimah, T. S. (2016). *Pengaruh Praktikum Berbasis Peoe Terhadap Penguasaan Konsep Siswa SMA pada Materi Sistem Ekskresi* [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia]. repositoryupiedu. <http://repository.upi.edu/26428/>
- Fisher, A. (2007). *Berpikir Kritis Sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga.
- Halimah, S. (2008). *Strategi Pembelajaran*. Cita Pusaka.
- Hasan, A. M., Latjompoh, M., & Nusantari, E. (2018). *Strategi Belajar Mengajar* (Issue January 2019). UNG Press.
- Hasan, M. M. D. H. K. T. (2021). *Media Pembelajaran*. Tahta Media Group.
- Indriana, L., & Hidayati, N. (2022). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMAN 4 Pekanbaru pada pembelajaran Biologi TA 2020/2021. *Biology and Education Journal*, 2(1), 40-48. <https://doi.org/10.25299/baej.2022.9915>
- Jaya, H., Haryoko, S., & Lu'mu. (2015). *Praktikum Simulasi Berbasis Website*. Edukasi Mitra Grafika.
- KBBI. (2023). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Diakses pada Juli 23, 2023 (<http://kbbi.web.id/pusat>)
- Kurnadi, K. A. (2016). *Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Kusuma, N. R. (2020). *Modul Biologi Ekskresi pada Manusia*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.

- Masithoh, D. (2021). *Pengaruh Praktikum Biologi Berbasis Laboratorium Virtual (Olabs) Terhadap Hasil Dan Motivasi Belajar Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi Ginjal Kelas Xi Di Sman 1 Rejotangan Tulungagung* [Skripsi, UIN Satu Tulungagung]. repouinsatu. <http://repo.uinsatu.ac.id/25306/>
- Musyaillah, D. A., Muhab, S., & Yusmaniar. (2020). Pengaruh Integrasi Laboratorium Virtual dalam Model Pembelajaran Problem Solving Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Elektrolit dan Non elektrolit. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 10(1), 46–52. <https://doi.org/10.21009/jrpk.101.07>
- Nasution, W. N. (2017). *Strategi Pembelajaran* (A. Daulay (ed.)). Perdana Publishing.
- Nofianti, E., Nurhidayanti, A., Handayani, N. A., Rosana, D., & Wilujeng, I. (2022). Profil Berpikir Kritis Peserta Didik SMP pada Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(3), 479–491. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i3.23877>
- Nurita, T., Nuril, A., Fauziah, M., Astriani, D., Susiyawati, E., & Surabaya, U. N. (2022). Meningkatkan Penguasaan Konsep Mahasiswa Melalui Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing. *Proceeding Seminar Nasional IPA XII*, 340–347.
- Putri, Z. S. (2020). *Efektivitas Pembelajaran Menggunakan Laboratorium Virtual Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Titrasi Asam Basa*. [Skripsi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau]
- Quddus, A., Hamid, T., & Kasli, E. (2017). Perbandingan Hasil Belajar Fisika dengan Menggunakan Laboratorium Nyata dan Laboratorium Virtual. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM)*, 2(1), 122–127.
- Rahmah, N., Iswadi, I., Asiah, A., Hasanuddin, H., & Syafrianti, D. (2021). Analisis Kendala Praktikum Biologi di Sekolah Menengah Atas. *Biodik*, 7(2), 169–178. <https://doi.org/10.22437/bio.v7i2.12777>
- Ramadhani, S. P. (2020). *Pengelolaan Labolatorium*. Yiesa Rich Foundation.
- Royani, I., Mirawati, B., & Jannah, H. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Langsung Berbasis Praktikum Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 6(2), 46. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v6i2.966>
- Sadikin, A., & Hakim, N. (2017). *Dasar Dasar dan Proses Pembelajaran Biologi*.
- Santika, N. (2019). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis Praktikum Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa* (Vol. 6, Issue 1). [Skripsi, UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi]
- Santoso, H. (2009). *Pengaruh Penggunaan Laboratorium Riil dan Laboratorium Virtual pada Pembelajaran Fisika ditinjau dari Kemampuan Berpikir Kritis Siswa*. [Skripsi, Universitas Sebelas Maret]
- Saputra, H. (2020). Kemampuan Berfikir Kritis Matematis. *Perpustakaan IAI Agus Salim Metro Lampung*, 2(April), 1–7.

- Scheckler, R. K. (2003). Virtual labs: A substitute for traditional labs? *International Journal of Developmental Biology*, 47(2–3), 231–236.
- Sitio, S., Verawaty Silalahi, M., & Silaen, S. (2022). Pengaruh Metode Praktikum Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sel Kelas XI di SMA Negeri 4 Pematang Siantar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(6), 1707–1715.
- Stark, E., Bistak, P., Kozak, S., & Kucera, E. (2017). Virtual laboratory based on Node.js technology. *Proceedings of the 2017 21st International Conference on Process Control, PC 2017, June*, 386–391. <https://doi.org/10.1109/PC.2017.7976245>
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Tarsito.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Tindakan*.
- Sulistia, L. (2014). Pengaruh penerapan laboratorium virtual terhadap hasil belajar siswa pada konsep sistem peredaran darah. [Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah]
- Universitas Pendidikan Indonesia. (2019). *Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Uyun, E. A. N. (2019). *Hubungan Respon Penerimaan Siswa Terhadap Laboratorium Virtual Dengan Penguasaan Konsep Pada Pembelajaran Biomagnifikasi* [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia]. repositoryupiedu. <http://repository.upi.edu/73023/>
- Widyastuti, R. N. (2019). *Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Materi Sistem Ekskresi pada Siswa Kelas XI di SMA Negeri 1 Talang Ubi* [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia]. repositoryumpalembang. <http://repository.um-palembang.ac.id/id/eprint/6554/>
- Widyastuti, W. (2017). Meningkatkan Aktivitas Dan Penguasaan Konsep Biologi Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation Pada Siswa Kelas X Sma 3 Bantul. *Jurnal Ilmiah Guru Caraka Olah Pikir Edukatif*, 21(2).
- Yuniarti, F. (2011). Pengembangan Virtual Laboratory sebagai media pembelajaran berbasis komputer pada materi pembiakan virus. *Journal of Biology Education*, 1(1), <https://doi.org/10.15294/jbe.v1i1.371>
- Yusuf. (2015). *Strategi Pembelajaran Biologi*. Mataram: CV Sanabil.
- Zainul, A. (2002). *Alternative Assessment*. UT.
- Zubaidah, S. (2010). Berfikir Kritis : Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Yang dapat Dikembangkan Melalui Pembelajaran Sains. *Seminar Nasional Sains dengan Tema Optimalisasi Sains untuk memberdayakan Manusia. Pascasarjana Unesa (Vol. 16)*, 1–14.