

**PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA VIRTUAL LAB BERBASIS WEB
TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS
PADA PRAKTIKUM JARINGAN TUMBUHAN**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan Biologi**



AFIKA NAILA SIREGAR
NIM. 2284205015

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN DAN VOKASI
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU
2026**

ABSTRAK

Afika Naila Siregar, 2026 : Pengaruh Penggunaan Media Virtual Lab Berbasis Web Terhadap Keterampilan Proses Sains Pada Praktikum Jaringan Tumbuhan

Keterampilan proses sains merupakan kemampuan penting dalam pembelajaran biologi, namun masih tergolong rendah karena keterbatasan pelaksanaan praktikum secara konvensional. Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan media virtual lab berbasis web. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media virtual lab berbasis web terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi jaringan tumbuhan. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain nonequivalent control group design. Subjek penelitian terdiri atas kelas kontrol dan kelas eksperimen. Instrumen penelitian meliputi tes keterampilan proses sains, lembar observasi aktivitas guru dan peserta didik, serta lembar validasi media. Data dianalisis menggunakan uji t dan analisis N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berada pada kategori peningkatan sedang, meskipun begitu rerata N-Gain kelas eksperimen (0,61) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (0,31). Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan media virtual lab berbasis web lebih berpengaruh dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media virtual lab berbasis web berpengaruh positif terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional.

Kata kunci: virtual lab, keterampilan proses sains, jaringan tumbuhan.

ABSTRACT

Afika Naila Siregar, 2026 : The Effect of Using Web-Based Virtual Lab Media on Science Process Skills in Plant Tissue Practicum

Science process skills are important abilities in biology learning; however, they are still relatively low due to the limitations of conventional practicum implementation. One alternative to overcome this problem is the use of web-based virtual laboratory media. This study aims to determine the effect of using web-based virtual lab media on students' science process skills in plant tissue material. This research employed a quasi-experimental method with a nonequivalent control group design. The research subjects consisted of a control class and an experimental class. The research instruments included a science process skills test, observation sheets of teacher and student activities, and media validation sheets. The data were analyzed using the t-test and N-Gain analysis. The results showed that the science process skills of students in both the experimental and control classes were in the moderate improvement category. However, the mean N-Gain of the experimental class (0.61) was higher than that of the control class (0.31). These findings indicate that the use of web-based virtual lab media has a greater effect on improving students' science process skills compared to conventional learning. Therefore, it can be concluded that web-based virtual lab media positively influences the improvement of students' science process skills compared to conventional learning.

Keywords: virtual laboratory, science process skills, plant tissue

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA VIRTUAL LAB
BERBASIS WEB TERHADAP KETERAMPILAN
PROSES SAINS PADA PRAKTIKUM JARINGAN
TUMBUHAN

Nama : Afika Naila Siregar

NIM : 2284205015

Program Studi : Pendidikan Biologi

DISETUJUI,
Dosen Pembimbing

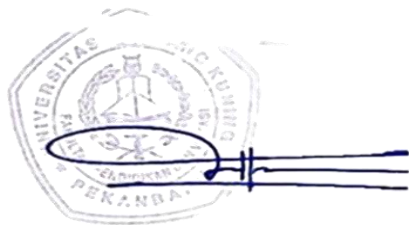


Raudhah Awal, S.Pd., M.Pd
NIDN. 1015048104

DIKETAHUI

Dekan FADIKSI
Universitas Lancang Kuning

Ketua Program Studi
Pendidikan Biologi



Dr. Herlinawati, S.S., M.Ed
NIDN. 1010037901



Rikizaputra, S.Pd., M.Pd
NIDN. 1016088602

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

Skripsi dengan judul :

PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA VIRTUAL LAB BERBASIS WEB
TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS
PADA PRAKTIKUM JARINGAN TUMBUHAN

Telah diseminarkan pada tanggal 24 Februari 2026

DISETUJUI

Penguji 1 : Rikizaputra, S.Pd., M.Pd



(_____)

Penguji 2 : Al Khudri Sembiring, S.Pd., M.Pd



(_____)

Penguji 3 : Raudhah Awal, S.Pd., M.Pd



(_____)

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

- a. Karya tulis saya, dengan judul : pengaruh penggunaan media virtual lab berbasis web terhadap keterampilan proses sains pada praktikum jaringan tumbuhan adalah asli karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan dan Vokasi Universitas Lancang Kuning.
- b. Karya tulis ini murni gagasan penelitian dan perumusan teori para ahli yang saya gunakan tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing.
- c. Karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau yang dipublikasikan kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas sesuai dengan aturan pengutipan yang dicantumkan sebagai referensi pada halaman daftar pustaka.
- d. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dari pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku

Pekanbaru, 26 Februari 2026

Saya yang menyatakan



Afika Naila Siregar

NIM. 2284205015

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan taufik hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal yang berjudul **“Pengaruh penggunaan Media virtual lab berbasis web terhadap keterampilan sains pada praktikum jaringan tumbuhan”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi. Penulis menyadari bahwa proposal ini dapat selesai dengan baik karena bantuan, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Prof. Dr. Junaidi, S.S., M.Hum, Selaku Rektor Universitas Lancang Kuning.
2. Dr. Herlinawati, S.S, M.Ed, Selaku Dekan Fakultas Pendidikan Dan Vokasi.
3. Rikizaputra, S.Pd., M.Pd, Selaku Ketua Prodi S1 Pendidikan Biologi.
4. Raudhah Awal, S.Pd., M.Pd. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Teristimewa kepada ibuku tercinta, Ibu Emi Daulay, yang dengan ketulusan hati senantiasa memanjatkan doa tanpa henti, memberikan kasih sayang, dukungan, serta kekuatan kepada penulis. Setiap langkah yang penulis tempuh hingga terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari pengorbanan dan cinta beliau yang tak pernah terucap dengan kata-kata.
6. Kepada ayah tercinta, (Alm) Isro Siregar, penulis haturkan doa dan rasa hormat yang setinggi-tingginya. Walaupun beliau tidak lagi hadir secara fisik, nasihat, perjuangan, dan kasih sayangnya senantiasa menjadi cahaya dan penguat bagi penulis. Skripsi ini penulis persembahkan sebagai bentuk cinta kasih, penghormatan atas jasa dan pengorbanan beliau semasa hidup.

7. Kepada abang tercinta, Fahri Siregar, S.Pd., Gr., terima kasih atas perhatian, nasihat, serta semangat yang selalu diberikan. Dukungan abang menjadi salah satu sumber kekuatan bagi penulis dalam menghadapi setiap proses dan tantangan selama menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada adik tercinta, Abidah Aswa Siregar dan M. El Fauzan Siregar, terima kasih atas doa yang tulus, canda yang menguatkan, serta kehadiran yang selalu menjadi penyemangat bagi penulis.
9. Kepada kakak ipar, Uzlahi Ilmi Irwan, S.Pd penulis mengucapkan terima kasih atas perhatian, dukungan, serta doa yang diberikan dengan penuh ketulusan. Semoga segala kebaikan tersebut mendapat balasan terbaik dari Allah SWT.
10. Kepada seluruh keluarga besar Cubatah, penulis mengucapkan terima kasih atas doa, dukungan, serta kebersamaan yang senantiasa menguatkan langkah penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
11. Kepada saudara sekaligus teman seperjuangan Hamni, yang selalu hadir memberikan semangat, dan kebersamaan dalam setiap proses, baik suka maupun duka selama penyusunan skripsi ini.
12. Kepada sahabat tercinta, yang selalu menjadi tempat berbagi cerita perjuangan selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis berharap dapat memperoleh saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi perbaikan penulis di masa yang akan datang.

Pekanbaru, 26 Februari 2026



Afika Naila Siregar

NIM. 2284205015

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI	v
SURAT PERNYATAAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Definisi Operasional.....	3
E. Tujuan Penelitian.....	3
F. Variabel Penelitian	3
G. Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
A. Virtual Lab Berbasis Web	5
B. Keterampilan Proses Sains	7
C. Jaringan Tumbuhan	11
D. Penelitian Relevan.....	15
E. Kerangka Berfikir.....	16
 BAB III METODE PENELITIAN	 17
A. Design Penelitian	17
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
C. Populasi dan Sampel	17
D. Parameter Penelitian	18
E. Instrumen Penelitian.....	19
F. Prosedur Penelitian.....	28
G. Teknik Pengumpulan Data	29
H. Hipotesis.....	29
I. Teknik Analisis Data	29
J. Alur Penelitian	33
K. Jadwal Penelitian.....	34
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 35
A. Hasil Penelitian	35
B. Pembahasan.....	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Indikator keterampilan proses sains	10
Tabel 2 Metode Penelitian.....	17
Tabel 3 Kisi-Kisi Soal	19
Tabel 4 Hasil Perbandingan Test Terhadap 10 Butir Soal yang dibagikan ..	21
Tabel 5. Kategori Reliabilitas Butir Soal	22
Tabel 6. Kategori Tingkat Kesukaran Butir Soal	23
Tabel 7. Hasil Uji Coba Tingkat Kesukaran Butir Soal	23
Tabel 8. Klasifikasi Daya Pembeda	25
Tabel 9. Hasil Uji Coba Daya Pembeda.....	25
Tabel 10. Rekapitulasi Soal Yang Digunakan	27
Tabel 11. Kriteria Skor N-Gain	29
Tabel 12. Jadwal Penelitian.....	34
Tabel 13. Rekapitulasi Nilai Pretest Kelas Kontrol dan Eksperimen.....	35
Tabel 14. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Pretest.....	36
Tabel 15. Rekapitulasi Hasil Uji Homogenitas Pretest	37
Tabel 16. Hasil Uji-T Data Pretest	37
Tabel 17. Rekapitulasi Statistik Deskriptif Nilai Posttest	38
Tabel 18. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas Posttest	40
Tabel 19. Rekapitulasi Hasil Uji Homogenitas Posttest.....	40
Tabel 20. Hasil Uji-T Data Posttest.....	41
Tabel 21. Rekapitulasi N-Gain Kelas Kontrol Dan Kelas Eksperimen	42
Tabel 22. Rekapitulasi Hasil Uji Normalitas N-Gain.....	44
Tabel 23. Rekapitulasi Hasil Uji-T N-Gain.....	45
Tabel 24. Rekapitulasi Hasil Uji-T dan N-Gain	45
Tabel 25. Rekapitulasi Aktivitas Guru Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	46
Tabel 26. Rekapitulasi Aktivitas Peserta Didik Kelas Kontrol	46
Tabel 27. Rekapitulasi Aktivitas Peserta Didik Kelas Eksperimen.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jaringan pengangkut xylem dan floem.....	15
Gambar 2. Alur Penelitian.....	33
Gambar 3. Diagram Perbandingan Nilai <i>Pretest</i> Kelas Kontrol Dan Eksperimen.....	36
Gambar 4. Diagram Perbandingan Nilai <i>Posttest</i> Kelas Kontrol Dan Eksperimen.....	39
Gambar 5. Diagram Batang Perbandingan Nilai Rerata Kelas Kontrol Dan Kelas Eksperimen	43
Gambar 6. Diagram Garis Perbandingan N-Gain Siswa Kelas Eksperimen Dan Kontrol.....	43
Gambar 7. Guru Menjelaskan Materi Jaringan Tumbuhan Dengan Metode Ceramah Dan Siswa Mendengarkan Penjelasan Guru	144
Gambar 10. Siswa Mencatat Penjelasan Guru	144
Gambar 11. Siswa Melakukan Pengamatan Gambar Jaringan Tumbuhan	145
Gambar 11. Siswa Mencatat Hasil Dsikusi Pengamatan	145
Gambar 12. Guru Menjelaskan Materi Jaringan Tumbuhan Dan Siswa Mendengarkan Penjelasan Guru.....	146
Gambar 13. Siswa Mendengarkan Penjelasan Guru	146
Gambar 14. Siswa Mendengarkan Arahan Dari Guru	147
Gambar 15. Siswa Melakukan Pengamatan Menggunakan Media Virtual Lab Berbasis Web	147
Gambar 16. Siswa Melakukan Tes Pemahaman Awal	148
Gambar 17. Siswa Membaca Materi.....	148
Gambar 18. Siswa Membaca Prosedur Praktikum Jaringan Tumbuhan	148
Gambar 19. Siswa Melihat Cara Melakukan Praktikum Jaringan Tumbuhan .	149
Gambar 20. Siswa Melakukan Praktikum Jaringan Tumbuhan	149
Gambar 21. Jaringan Tumbuhan Epidermis Pada Bawang Merah	149
Gambar 22. Jaringan Tumbuhan Xilem Dan Floem Pada Batang Bayam	150
Gambar 23. Siswa Melakukan Tes Evaluasi	150

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Modul Ajar Kelas Eksperimen	58
Lampiran 2. Modul Ajar Kelas Kontrol	72
Lampiran 3. Soal <i>Pretest</i> Dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen Dan Kontrol	88
Lampiran 4. Lembar Validasi Soal	98
Lampiran 5. Lembar Soal Pretest Dan Posttest.....	101
Lampiran 6. Jawaban Soal Pretest Dan Posttest	106
Lampiran 7. Distribusi Jawaban Pretest Kelas Kontrol	109
Lampiran 8. Distribusi Jawaban Posttest Kelas Eksperimen.....	111
Lampiran 9. Distribusi Jawaban Pretest Kelas Eksperimen	113
Lampiran 10. Distribusi Jawaban Posttest Kelas Eksperimen	115
Lampiran 11. Rekapitulasi Kelas Kontrol.....	117
Lampiran 12. Rekapitulasi Kelas Eksperimen	118
Lampiran 13. Hasil Uji Normalitas Pretest Dan Posttest.....	119
Lampiran 14. Hasil Uji Homogenitas Pretest Dan Posttest	122
Lampiran 15. Hasil Uji Normalitas N-Gain.....	124
Lampiran 16. Hasil Uji Homogenitas N-Gain	125
Lampiran 17. Hasil Uji T	126
Lampiran 18. Lembar Observasi Aktivitas Guru Eksperimen I.....	128
Lampiran 19. Lembar Observasi Aktivitas Guru Eksperimen II	130
Lampiran 20. Lembar Observasi Aktivitas Guru Kontrol I	132
Lampiran 21. Lembar Observasi Aktivitas Guru Kontrol II	134
Lampiran 22. Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik Kelas Eksperimen I	136
Lampiran 23. Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik Kelas Eksperimen II	138
Lampiran 24. Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik Kelas Kontrol I	140
Lampiran 25. Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik Kelas Kontrol II	142
Lampiran 26. Dokumentasi Kelas Kontrol	144
Lampiran 27. Dokumentasi Kelas Eksperimen.....	146
Lampiran 28. Dokumentasi Penggunaan Virtual Lab	148
Lampiran 29. Surat Izin Penelitian.....	151

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) pada era Revolusi Industri 4.0 menuntut sistem pendidikan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang adaptif, kompeten, dan mampu menghadapi tantangan global melalui penguasaan teknologi dan keterampilan abad ke-21 (OECD, 2018). Pendidikan memiliki peran strategis dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia, sehingga proses pembelajaran perlu dikembangkan secara inovatif agar menghasilkan lulusan yang bermutu dan relevan dengan perkembangan zaman (Adha & Wahyuni, 2021).

Salah satu keterampilan penting yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran sains adalah keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains mencakup kemampuan mengamati, melakukan eksperimen, menafsirkan data, serta mengomunikasikan hasil temuan secara sistematis (Khairunnisa, 2020). Penguasaan keterampilan ini dapat mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, aktif dalam pembelajaran, serta mampu memecahkan masalah berdasarkan prosedur ilmiah (Hartati et al., 2022). Oleh karena itu, keterampilan proses sains menjadi aspek penting yang perlu diteliti dan dikembangkan dalam pembelajaran sains di sekolah.

Namun, penerapan pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan proses sains seringkali menghadapi kendala, terutama keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium. Pembangunan dan pengelolaan laboratorium memerlukan biaya yang besar, perencanaan yang matang, serta pengawasan keselamatan yang ketat, sehingga tidak semua sekolah memiliki fasilitas praktikum yang memadai (Triatmaja et al., 2021). Keterbatasan tersebut dapat menghambat kegiatan praktikum dan berdampak pada kurang optimalnya pengembangan keterampilan proses sains peserta didik.

Sebagai alternatif solusi, pemanfaatan laboratorium virtual berbasis web hadir sebagai inovasi pembelajaran yang sejalan dengan perkembangan IPTEK. Laboratorium virtual memungkinkan peserta didik melakukan simulasi praktikum

secara aman, fleksibel, dan dapat diakses kapan saja tanpa risiko kecelakaan maupun kerusakan alat, serta tetap mendukung pengembangan keterampilan proses sains melalui lingkungan belajar digital yang interaktif (Sari & Nugroho, 2020; Wahyuni et al., 2021). Hal ini didukung oleh penelitian Tatli & Ayas (2013) yang menyatakan bahwa penggunaan laboratorium virtual mampu meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik secara signifikan melalui aktivitas praktikum berbasis simulasi yang interaktif dan kontekstual.

Penerapan virtual lab berbasis web sangat relevan pada materi jaringan tumbuhan yang bersifat abstrak dan sulit diamati secara langsung. Melalui simulasi digital, peserta didik dapat memahami struktur dan fungsi jaringan tumbuhan seperti xilem, floem, parenkim, kolenkim, dan sklerenkim secara lebih jelas. Oleh karena itu, penelitian berjudul **“Pengaruh Penggunaan Media Virtual Lab Berbasis Web untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Pada Praktikum Jaringan Tumbuhan”** perlu dilakukan, khususnya di SMK Kesehatan Rambah Samo yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium biologi, guna mendukung pelaksanaan praktikum secara efektif dan sesuai dengan capaian kompetensi pembelajaran.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu: Bagaimana pengaruh penggunaan virtual lab berbasis web terhadap keterampilan proses sains pada praktikum jaringan tumbuhan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, penelitian ini dibatasi pada penerapan virtual lab berbasis web dalam praktikum jaringan tumbuhan untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, yang mencakup keterampilan mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan data, dan mengkomunikasikan hasil, dengan data diperoleh melalui pretest, posttest, serta observasi aktivitas peserta didik dan guru.

D. Defenisi Operasional

Definisi operasional dari setiap variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah

a. Virtual Lab Berbasis web

Program simulasi praktikum yang diakses melalui browser internet (web), yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan percobaan menggunakan komputer (Awal,2025)

b. Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains adalah metode yang didalamnya melatih langkah-langkah untuk menemukan sesuatu melalui eksperimen dan percobaan (Hartati et al., 2022).

c. Jaringan tumbuhan

Jaringan tumbuhan adalah kumpulan sel yang memiliki struktur dan fungsi serupa yang bekerja sama untuk membentuk organ-organ tumbuhan (Salisbury & Ross, 1995).

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan virtual lab berbasis web untuk meningkatkan keterampilan proses sains pada praktikum jaringan tumbuhan.

F. Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu:

- a. Variabel bebas : Virtual lab berbasis web
- b. Variabel terikat : Keterampilan proses sains

G. Manfaat Penelitian

Hal penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat yaitu:

Manfaat teoritis

1. Pengembangan ilmu pendidikan sains, khususnya dalam pembelajaran biologi berbasis teknologi.
2. Memberikan kontribusi pada kajian inovasi pembelajaran menggunakan media virtual lab dalam meningkatkan keterampilan proses sains.

3. Menambah literature terkait penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran praktikum biologi.

Manfaat Praktis

1. Bagi guru, menjadi alternatif media pembelajaran praktikum yang lebih fleksibel dan menarik. Membantu guru dalam mengembangkan metode pembelajaran interaktif berbasis teknologi
2. Bagi siswa, membantu meningkatkan keterampilan proses sains, seperti observasi, eksperimen, dan analisis data.
3. Bagi sekolah, menjadi referensi dalam mengembangkan kurikulum atau penyediaan fasilitas pembelajaran berbasis digital.
4. Bagi peneliti lain, memberikan referensi awal untuk penelitian lebih lanjut tentang efektivitas virtual lab berbasis web dalam konteks lain (misalnya materi berbeda atau tingkat pendidikan berbeda).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Kesehatan Rambah Samo untuk mengetahui pengaruh penggunaan virtual lab berbasis web terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada praktikum jaringan tumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rerata pretest kelas kontrol sebesar 40,76 dan kelas eksperimen sebesar 39,61, yang menunjukkan kemampuan awal peserta didik relatif sama. Setelah diberikan perlakuan, nilai rerata posttest kelas kontrol meningkat menjadi 61,92, sedangkan kelas eksperimen meningkat menjadi 78,84. Peningkatan hasil belajar diperkuat oleh nilai rerata N-Gain, yaitu 0,31 pada kelas kontrol (kategori sedang) dan 0,61 pada kelas eksperimen (kategori sedang). Hasil uji t terhadap data N-Gain menunjukkan nilai signifikansi $0,001 < 0,05$, sehingga terdapat perbedaan peningkatan keterampilan proses sains yang signifikan antara kedua kelas. Indikator keterampilan proses sains yang paling menonjol dalam penelitian yang dilakukan di SMK Kesehatan Rambah Samo adalah mengamati (observing). Peningkatan kemampuan mengamati juga berdampak pada berkembangnya indikator KPS lainnya, seperti mengklasifikasi, menafsirkan data, merumuskan hipotesis, hingga menarik kesimpulan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan virtual lab berbasis web di SMK Kesehatan Rambah Samo berpengaruh signifikan dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada praktikum jaringan tumbuhan dibandingkan pembelajaran konvensional.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian yang telah diperoleh, maka penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi Guru, penggunaan virtual lab berbasis web disarankan untuk diterapkan dalam pembelajaran biologi, khususnya pada kegiatan praktikum, guna meningkatkan keterampilan proses sains serta keaktifan peserta didik dalam pembelajaran.

2. Bagi Sekolah, diharapkan dapat mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis teknologi dengan menyediakan fasilitas dan sarana pendukung yang memadai, sehingga penggunaan virtual lab berbasis web dapat diimplementasikan secara optimal.
3. Bagi Peserta Didik, diharapkan dapat memanfaatkan media virtual lab berbasis web secara maksimal sebagai sarana belajar mandiri untuk meningkatkan keterampilan proses sains.
4. Bagi peneliti Selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian ini dengan menggunakan materi yang berbeda, jumlah sampel yang lebih luas, atau meninjau aspek lain seperti motivasi belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik.
5. Disarankan bagi peneliti selanjutnya, meningkatkan pengelolaan jaringan internet, seperti pengaturan bandwidth atau penyediaan jaringan khusus, untuk mengurangi gangguan saat penggunaan virtual lab secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, D. F., & Wahyuni, I. (2021). Penerapan Model Inquiry Training Menggunakan Media Laboratorium Virtual (Online Labs) Terhadap Keterampilan Proses Sains Pada Pelajaran Fisika Di SMA. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika*, 6(3). <https://doi.org/10.24114/jiaf.v6i3.15246>
- Al-Abdullatif, A. M. (2024). Effect of Virtual Science Laboratories On Student Achievement And Science Process Skills: A Meta-Analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 33(1), 1–18.
- Aljuhani, K., Sonbul, M., Althabiti, M., & Meccawy, M. (2022). Creating a Virtual Science Lab (VSL): The Adoption of Virtual Labs in Science Education. *Education and Information Technologies*, 27(1), 121–140.
- Dede, C. (2014). *Digital Tools For Deeper Learning*. Harvard Education Press
- Eka Kartika, D., Sabri, Y. S., & Gusty, R. P. (2022). Pengaruh Progressive Muscle Relaxation (PMR) dalam Menurunkan Skala Nyeri pada Pasien Kanker Paru yang Mendapatkan Pengobatan Kemoterapi. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 8(1). <https://doi.org/10.25311/keskom.vol8.iss1.1094>
- Elvanisi, A., Hidayat, S., & Fadillah, E. N. (2018). Analisis keterampilan proses sains siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(2), 245–252. <https://doi.org/10.21831/jipi.v4i2.21426>
- H, A. (2022). Analisis Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Pendidikan Biologi Pada Kegiatan Praktikum Mikrobiologi. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 3(2). <https://doi.org/10.37478/jpm.v3i2.1765>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey Of Mechanics Test Data For Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Hartati, H., Azmin, N., Nasir, M., & Andang, A. (2022). Keterampilan Proses Sains Siswa melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) pada Materi Biologi. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(12). <https://doi.org/10.54371/jiip.v5i12.1190>
- Kumar, V., & Mishra, P. (2021). Virtual Laboratory Interventions in Science Education: Challenges and Learner Outcomes. *Education and Information Technologies*, 26(5), 5637–5661.
- Lestari, L., Aprilia, L., Fortuna, N., Cahyo, R. N., Fitriani, S., Mulyana, Y., & Kusumaningtyas, P. (2023). Review: Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Kimia di Era Digital. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(1). <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i1.15008>

- Lusidawaty, V., Fitria, Y., Miaz, Y., & Zikri, A. (2020). Pembelajaran IPA Dengan Strategi Pembelajaran Inkuiry Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Motivasi Belajar Siswa Di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(1). <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i1.333>
- Masus, S. B., & Fadhilaturrahmi, F. (2020). Peningkatan Keterampilan Proses Sains IPA Dengan Menggunakan Metode Eksperimen Di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 2(2). <https://doi.org/10.31004/jpdk.v2i1.1129>
- Muhajarah, K., & Sulthon, M. (2020). Pengembangan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran: Peluang dan Tantangan. *Justek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(2), 77. <https://doi.org/10.31764/justek.v3i2.3553>
- Nasir, M., Fahrudin, F., Haljannah, M., & Nehru, N. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMAN 5 Kota Bima. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(1). <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i1.1370>
- Nachar, N. (2008). The Mann–Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4(1), 13–20
- Nurhasanah, N., Sutrio, S., Makhrus, M., & Susilawati, S. (2023). Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Berbasis Web Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Peserta Didik Pada Materi Gelombang Bunyi. *Kappa Journal*, 7(3). <https://doi.org/10.29408/kpj.v7i3.23080>
- Prasetyo, Z. K., Wijaya, A., & Sulaiman, S. (2023). Implementasi Media Virtual Lab Pada Pembelajaran Biologi Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 50(2), 145–156.
- Rodrigues, S., & Correia, A. (2022). Impact of Web-Based Simulations on Students' Conceptual Understanding and Science Process Skills in Biology Education. *Computers & Education*, 183, 104550.
- Rustaman, N. Y. (2018). *Pembelajaran Sains Berbasis Inkuiri*. Bandung: UPI Press.
- Sari, P. M., & Nugroho, A. A. (2020). Pemanfaatan Laboratorium Virtual Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 210–218.
- Sukenti, E. (2021). Pengembangan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Pada Materi Sistem Sirkulasi. *Pedagonal : Jurnal Ilmiah*

- Pendidikan*, 5(1). <https://doi.org/10.33751/pedagonal.v5i1.2572>
- Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a Virtual Chemistry Laboratory On Students' Achievement. *Educational Technology & Society*, 16(1), 159–170.
- Triatmaja, A. K., Muchlas, M., & Wardana, Y. (2021). Virtual Laboratorium Teknik Digital Berbasis Mobile Virtual Reality. *Jurnal Edukasi Elektro*, 5(1). <https://doi.org/10.21831/jee.v5i1.38705>
- Sains Di Sekolah Menengah. *Jurnal Pendidikan IPA*, 7(2), 120–128.
- Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a Virtual Chemistry Laboratory On Students' Achievement. *Educational Technology & Society*, 16(1), 159–170.
- Wicaksono, A., & Prasetyo, Z. K. (2020). Implementasi Virtual Lab Dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(2), 178–188.
- Wahyuni, S., Fikri, A., & Hadi, W. (2021). Implementation of Virtual Laboratory to Support 21st-Century Science Learning. *Journal of Science Learning*, 4(2), 85–92.
- Zhang, X., & Han, J. (2023). Enhancing Scientific Inquiry Skills Through Virtual Labs: A Comparative Study Between Virtual and Physical Experiments. *Interactive Learning Environments*, 31(5), 892–907.