

**PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI V-LAB PLANTAE TERHADAP
KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA PADA MATERI PLANTAE**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi syarat memeroleh gelar Sarjana Pendidikan Biologi



oleh:

M. Fadhil Nashih Ashiddiqi

NIM 1806468

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

2022

**PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI V-LAB PLANTAE TERHADAP
KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA PADA MATERI PLANTAE**

Oleh

M. Fadhil Nashih Ashiddiqi

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

© M. Fadhil Nashih Ashiddiqi 2022

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,

Dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

M. Fadhil Nashih Ashiddiqi, 2022

PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI V-LAB PLANTAE TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA PADA MATERI PLANTAE

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PENGESAHAN
M. FADHIL NASHIH ASHIDDIQI

**PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI V-LAB PLANTAE TERHADAP
KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA PADA MATERI PLANTAE**

Disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing I



Dr. Eni Muraeni, M.Pd.
NIP. 197606052001122001

Pembimbing II



Dr. Rini Solihat, M.Si.
NIP. 197902132001122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Amprasto, M.Si.
NIP. 196607161991011001

M. Fadhil Nashih Ashiddiqi, 2022

**PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI V-LAB PLANTAE TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA
SMA PADA MATERI PLANTAE**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Pengaruh Penggunaan Aplikasi V-Lab Plantae terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA pada Materi Plantae" 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 2022

Yang membuat pernyataan

M. Fadhil Nashih Ashiddiqi

NIM 1806468

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Rasa syukur penulis panjatkan kehadiran-Nya karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengaruh Penggunaan Aplikasi V-Lab Plantae terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA pada Materi Plantae". Selawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW., beserta keluarga, seluruh sahabat, dan kita selaku pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia. Dalam skripsi ini penulis mendeskripsikan hasil temuan mengenai pengaruh penggunaan aplikasi V-Lab Plantae terhadap keterampilan proses sains siswa. Hasil temuan yang didapat yaitu aplikasi V-Lab Plantae dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi penyusunan kalimat maupun isi. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang memerlukan dan dapat berkontribusi bagi perkembangan dunia pendidikan.

Bandung, Agustus 2022

M. Fadhil Nashih Ashiddiqi

NIM 1806468

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Selama pelaksanaan skripsi penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, dan motivasi dari berbagai pihak baik secara moral maupun materil. Penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Eni Nuraeni, M.Pd., selaku pembimbing I yang selalu memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan skripsi;
2. Ibu Dr. Rini Solihat, M.Si., selaku pembimbing II yang selalu memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan skripsi;
3. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memfasilitasi penulis dalam kegiatan perkuliahan, khususnya skripsi;
4. Bapak Dr. Amprasto, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memfasilitasi penulis dalam kegiatan perkuliahan, khususnya skripsi;
5. Bapak Drs. Dadang Machmudin, M.S., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan motivasi dan dorongan agar penulis bisa menyelesaikan skripsi;
6. Bapak/Ibu seluruh dosen dan civitas akademika Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan, khususnya untuk penyusunan skripsi;
7. Bapak Drs. I Made Yudha Hartawan, M.Pd. selaku kepala sekolah SMA Kartika XIX-2 Bandung; Ibu Yenny Yuningsih, S.Pd. selaku wakil kepala sekolah bidang kurikulum sekaligus sebagai guru biologi PPLSP di SMA Kartika XIX-2 Bandung; guru-guru, dan seluruh *staff* yang telah memfasilitasi penulis untuk melakukan penelitian di SMA Kartika XIX-2 Bandung sebagai sekolah untuk pengambilan data skripsi;
8. Seluruh siswa-siswi SMA Kartika XIX-2 Bandung terutama kelas 10 IPA 1 dan 2 yang telah menjadi responden dalam penelitian ini.

9. Kedua orang tua, Ibu Tuti Solihat dan Bapak Wawan Suhendi yang tidak henti-hentinya mendoakan, memberi motivasi, serta memberi dukungan kepada penulis selama penyusunan skripsi;
10. Keluarga besar tercinta yang telah memberikan semangat dan doa selama penyusunan skripsi; terutama kakak, adik-adik, dan paman saya Nasrudin Haetami yang luar biasa memberikan berbagai dukungan dari awal semester 1 kuliah.
11. Para santri dan keluarga besar Masjid At-Taqwa KPAD yang selalu memberikan semangat dan doa selama penyusunan skripsi;
12. Seluruh rekan Biologi 2018, kakak tingkat, dan adik tingkat yang telah memberikan dukungan dan semangat agar bisa menyelesaikan skripsi ini tepat waktu;
13. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Bandung, Agustus 2022

M. Fadhil Nashih Ashiddiqi

NIM 1806468

ABSTRAK

Pengaruh Penggunaan Aplikasi V-Lab Plantae terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA pada Materi Plantae

M. Fadhil Nashih Ashiddiqi

1806468

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil analisis pengaruh aplikasi V-Lab Plantae terhadap keterampilan proses sains siswa SMA pada materi Plantae. Keterampilan proses sains penting dimiliki siswa untuk melatih dalam pemecahan masalah sehingga dapat mencetak generasi yang unggul. Metode penelitian yang digunakan adalah *true experimental design*, yaitu *one group pretest–posttest design*. Partisipan penelitian adalah siswa kelas 10 IPA sebanyak 45 siswa. Instrumen yang digunakan berupa 9 soal esai keterampilan proses sains dan angket tanggapan siswa terhadap aplikasi V-Lab Plantae. Keterampilan proses sains yang diukur dalam penelitian ini adalah empat indikator yaitu mengobservasi, mengklasifikasikan, menginterpretasi, dan mengomunikasikan. Indikator mengobservasi dinilai melalui tes kinerja, sedangkan tiga indikator lainnya melalui pengerjaan soal esai. Data yang didapat diuji *Kolmogorov-Smirnov*, *Paired Sample T-Test*, dan N-Gain. Hasil penelitian didapatkan bahwa aplikasi V-Lab Plantae berpengaruh terhadap Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa ditandai dengan nilai rata-rata KPS siswa pada saat *posttest* lebih baik daripada *pretest*. Namun, apabila ditinjau dari perhitungan N-Gain, peningkatan nilai KPS siswa masih berada dalam kategori rendah. Indikator KPS yang paling baik peningkatannya adalah indikator mengobservasi, hal ini menunjukkan bahwa aplikasi V-Lab Plantae lebih mengembangkan indikator KPS mengobservasi dibandingkan dengan indikator lainnya. Data angket menunjukkan respon positif siswa terhadap aplikasi V-Lab Plantae pada seluruh indikator keterampilan proses sains dengan rata-rata skor 3,51. Indikator KPS yang paling menonjol dari tanggapan terhadap aplikasi adalah indikator menginterpretasi. Dapat disimpulkan bahwa aplikasi V-Lab Plantae berpengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi Plantae namun peningkatan nilainya masih dalam kategori rendah.

Kata kunci : Aplikasi V-Lab Plantae, keterampilan proses sains, materi Plantae.

ABSTRACT

The Effect of Using the Plantae V-Lab Application on the Science Process Skills of High School Students on Plantae Materials

M. Fadhil Nashih Ashiddiqi

1806468

This research aims to analyze the effect of a virtual-based laboratory on the science process skills of high school students on Plantae material. Science process skills are important for students to improve their capability in problem solving to produce a better generation. This research uses true experimental design method, namely one group pretest–posttest design. This research participants were 10th graders in Science major which consisted of 45 students. The instruments used were 9 science process skills essay questions and student's responses to the V-Lab Plantae application. The science process skills measured in this study are four indicators are observation, classification, interpretation, and communication. Observation indicator was assessed through performance tests, while the other three indicators were assessed through essay questions. The data obtained were tested by Kolmogorov-Smirnov, Paired Sample T-Test, and N-Gain. The results of the study found that the V-Lab Plantae application had an effect on students' science process skills, which was marked by the average science process skills score of students at the posttest being better than the pretest. However, when viewed from the N-Gain calculation, the increase in student science process skills scores is still in the low category. The science process skills indicator that has the best improvement is the observation indicator, this shows that the V-Lab Plantae application develops more observation science process skills indicators compared to other indicators. The questionnaire data showed positive student responses to the V-Lab Plantae application on all indicators of science process skills with an average score of 3.51. So, It can be concluded that the V-Lab Plantae application has an effect on students' science process skills on Plantae material but the increase in value is still in the low category.

Keywords: V-Lab Plantae application, science process skills, Plantae.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Pertanyaan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Asumsi.....	6
1.8 Hipotesis.....	7
1.9 Struktur Organisasi Skripsi	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Praktikum dalam Pembelajaran Biologi.....	8
2.2 Aplikasi V-Lab-Plantae.....	9
2.3 Keterampilan Proses Sains (KPS)	19
2.4 Materi Plantae dalam Pembelajaran Biologi	23
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Desain Penelitian.....	33
3.2 Populasi dan Sampel	33
3.3 Definisi Operasional.....	34
3.4 Prosedur Penelitian.....	34
3.5 Instrumen Penelitian.....	37
3.6 Pengembangan Instrumen	40
3.7 Pengumpulan Data	42
3.8 Pengolahan Data.....	42
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Keterampilan Proses Sains Siswa Sebelum dan Setelah Menggunakan Aplikasi V-Lab Plantae Pada Materi Plantae.....	45
4.2 Tanggapan Siswa Setelah Menggunakan Aplikasi V-Lab Plantae Pada Materi Plantae	75
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	83
5.1 Simpulan.....	83
5.2 Implikasi.....	83
5.3 Rekomendasi	83
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN-LAMPIRAN	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan Laboratorium Virtual.....	11
Tabel 2.2 Fitur Aplikasi V-Lab Plantae	13
Tabel 2.3 Indikator Keterampilan Proses Sains	21
Tabel 2.4 Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Materi Plantae	24
Tabel 2.5 Perbedaan Paku dan Lumut.....	28
Tabel 2.6 Perbedaan Gymnospermae dan Angiospermae.....	30
Tabel 2.7 Perbedaan Monokotil dan Dikotil	31
Tabel 3.1 Penelitian <i>One Group Pretest–Posttest Design</i>	32
Tabel 3.2 Kegiatan Pembelajaran	34
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Soal Test Keterampilan Proses Sains Sebelum Uji Coba.....	37
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Soal Test Keterampilan Proses Sains Setelah Uji Coba.....	38
Tabel 3.5 Kisi-kisi Angket Siswa Mengenai Penggunaan Aplikasi V-Lab Plantae	40
Tabel 3.6 Uji Pengembangan Instrumen KPS.....	40
Tabel 3.7 Hasil Analisis Butir Soal Keterampilan Proses Sains Sebelum Revisi	41
Tabel 3.8 Hasil Perbaikan Butir Soal Keterampilan Proses Sains Setelah Revisi	42
Tabel 3.9 Teknik Pengumpulan Data.....	42
Tabel 3.10 Kategori N-Gain.....	43
Tabel 3.11 Sumber Rujukan pada setiap Kriteria Penilaian	44
Tabel 3.12 Kriteria Respon Siswa.....	44
Tabel 4.1 Hasil Uji Statistik <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Proses Sains Siswa SMA.....	45
Tabel 4.2 Perbandingan Keterampilan Proses Sains Siswa	48
Tabel 4.3 Kegiatan Siswa dalam Aplikasi V-Lab Plantae Indikator Mengobservasi	52
Tabel 4.4 Nilai N-Gain Indikator KPS Mengobservasi	54
Tabel 4.5 Rekap Kesalahan Siswa pada Tes Kinerja.....	54
Tabel 4.6 Nilai N-Gain Indikator KPS Mengklasifikasikan	57
Tabel 4.7 Contoh Jawaban Siswa pada Soal 3	57
Tabel 4.8 Contoh Jawaban Siswa pada Soal 1	58
Tabel 4.9 Contoh Jawaban Siswa pada Soal 2	58
Tabel 4.10 Kegiatan Siswa dalam Aplikasi V-Lab Plantae Indikator Mengklasifikasikan.....	60
Tabel 4.11 Nilai N-Gain Indikator KPS Menginterpretasi	62
Tabel 4.12 Kegiatan Siswa dalam Aplikasi V-Lab Plantae Indikator Menginterpretasi	63
Tabel 4.13 Nilai N-Gain Indikator KPS Mengomunikasikan	65
Tabel 4.14 Tanggapan Siswa Terhadap Aplikasi V-Lab Plantae pada Indikator KPS Mengobservasi	76
Tabel 4.15 Tanggapan Siswa Terhadap Aplikasi V-Lab Plantae pada Indikator KPS Mengklasifikasikan.....	78
Tabel 4.16 Tanggapan Siswa Terhadap Aplikasi V-Lab Plantae pada Indikator KPS Menginterpretasi	79
Tabel 4.17 Tanggapan Siswa Terhadap Aplikasi V-Lab Plantae pada Indikator KPS Mengomunikasikan.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Web Kemendikbud yang Menyediakan Download Aplikasi V-Lab Plantae secara Gratis	12
Gambar 2.2 Profil Aplikasi V-Lab Plantae	13
Gambar 2.3 Siklus Hidup Lumut Daun.....	26
Gambar 2.4 Siklus Hidup Pakis	27
Gambar 2.5 Siklus Hidup Pinus	29
Gambar 2.6 Siklus Hidup Angiospermae.....	29
Gambar 3.1 Bagan Alur Prosedur Penelitian	33
Gambar 4.1 Perbandingan N-Gain Keterampilan Proses Sains Siswa	45
Gambar 4.2 Rata-rata Persentase Skor <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> pada Setiap Indikator Keterampilan Proses Sains.....	47
Gambar 4.3 Rata-rata Skor KPS Siswa pada Setiap Soal	48
Gambar 4.4 Tes Kinerja pada <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	53
Gambar 4.5 Hasil LKPD Siswa pada Praktikum II.....	61
Gambar 4.6 Soal Indikator KPS Mengklasifikasikan dalam LKPD	61
Gambar 4.7 Hasil LKPD Siswa pada Praktikum I.....	64
Gambar 4.8 Identifikasi Ketepatan Morfologi dan Anatomi Tumbuhan pada Aplikasi V-Lab Plantae	64
Gambar 4.9 Jawaban Siswa yang Kurang Tepat pada Soal Nomor 7.....	66
Gambar 4.10 Contoh Jawaban Siswa yang Tepat pada Soal Nomor 7	66
Gambar 4.11 Hasil Pekerjaan LKPD Siswa pada Praktikum I dan II.....	68
Gambar 4.12 Hasil Gambar LKPD Siswa pada Tumbuhan Gymnospermae dan Angiospermae	69
Gambar 4.13 Hasil Gambar LKPD Siswa pada Tumbuhan Gymnospermae dan Angiospermae II.....	69
Gambar 4.14 Hasil Penggerjaan LKPD Siswa yang Kurang Baik	70
Gambar 4.15 Kesalahan Siswa dalam Penggerjaan LKPD.....	70
Gambar 4.16 Pelaksanaan Praktikum Menggunakan V-Lab Plantae	73
Gambar 4.17 Siswa Sedang Bertanya pada Saat Kegiatan Praktikum Virtual	74
Gambar 4.18 Rata-Rata Tanggapan Terhadap Aplikasi V-Lab Plantae pada Setiap Indikator KPS.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Penelitian.....	93
Lampiran 2. Perangkat Pembelajaran Penelitian	114
Lampiran 3. Hasil Uji Coba Instrumen.....	143
Lampiran 4. Data Hasil Penelitian.....	148
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan	161
Lampiran 6. Riwayat Hidup Penulis.....	163

DAFTAR PUSTAKA

- Aldya, R. F., & Arifendi, R. F. (2021). Botanical application : Android-based learning media to enhance interest in learning plant material. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi Dan Terapan*, 6(01), 17–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.33503/ebio.v6i01.1246>
- Ambusaidi, A., Al Musawi, A., Al-Balushi, S., & Al-Balushi, K. (2018). The impact of virtual lab learning experiences on 9th grade students' achievement and their attitudes towards science and learning by virtual lab. *Journal of Turkish Science Education*, 15(2), 13–29. <https://doi.org/10.12973/tused.10227a>
- Amnie, E., Abdurrahman, A., & Ertikanto, C. (2014). Pengaruh Keterampilan Proses Sains Terhadap Penguasaan Konsep Siswa Pada Ranah Kognitif. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung*, 2(7), 117979.
- Aprilia, N., & Irawati, H. (2022). Online article. *Jurnal Atrium Pendidikan Biologi*, 7(2). [https://doi.org/10.1016/s0167-0115\(01\)00338-x](https://doi.org/10.1016/s0167-0115(01)00338-x)
- Arikunto, S. (2006). *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi Kedua*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2021). Implementasi Virtual Laboratory BTEM Berbasis Android untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 7(3), 583–591. <https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1113>
- Armi, & Noviyanti, A. (2014). Pemahaman konsep siswa pada materi Plantae. *Jurnal Serambi Akademica*, II(1), 23–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.32672/jsa.v7i2>
- Bambang. (2005). *Daftar Keterampilan Proses Dalam Sains (secara individu)*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Budai, T., & Kuczmann, M. (2018). Towards a modern, integrated virtual laboratory system. *Acta Polytechnica Hungarica*, 15(3), 191–204. <https://doi.org/10.12700/APH.15.3.2018.3.11>
- Budhu, M. (2002). Virtual Laboratories for Engineering Education Text book View project Virtual Laboratories For Engineering Education. *International Conference on Engineering Education August, January 2002*, 18–21. <https://www.researchgate.net/publication/228591241>
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2008). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchel, L. G. (2003). *Biologi Jilid 2 Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga.

- Chairunnisak. (2020). Implementasi Pembelajaran Abad 21 di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pascasarjana UNIMED*, 351–359.
- Chan, C., & Fok, W. (2009). Evaluating learning experiences in virtual laboratory training through student perceptions: a case study in Electrical and Electronic Engineering at the University of Hong Kong. *Engineering Education*, 4(2), 70–75. <https://doi.org/10.11120/ened.2009.04020070>
- Duda, H. J., Susilo, H., & Newcombe, P. (2019). Enhancing different ethnicity science process skills: Problem-based learning through practicum and authentic assessment. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1207–1222. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12177a>
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., & Wiegand, C. (2017). Virtual laboratories in science education: students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*, 51(4), 358–374. <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>
- Elvanisi, A., Hidayat, S., & Fadillah, E. N. (2018). Analisis keterampilan proses sains siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(20), 245–252. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jipi/article/view/21426/12225>
- Etkina, E., Karelina, A., & Ruibal-Villasenor, M. (2008). How long does it take? A study of student acquisition of scientific abilities. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 4(2), 1–15. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.020108>
- Fauziah, A. N. (2017). *Peran Mobile Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa SMP pada Konsep Pencemaran Lingkungan*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia. http://repository.upi.edu/31188/2/S_BIO_1303761_Abstract.pdf
- Gaffar, A. A., & Sugandi, M. K. (2019). Effectiveness of Virtual-Based Practicum to Increase Student's Science Process Skills of Senior High School on Invertebrate Concept. *Biosper Prosiding*, 405–411. <http://conference.unsil.ac.id/index.php/biosper/2019/paper/view/85>
- Firmayanto, R., Heliawati, L., & Rubini, B. (2021). The Effectiveness of Content and Language Integrated Learning (CLIL) Online Assisted by Virtual Laboratory on Students' Science Process Skills in Acid-Base Materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/5/052061>
- Hakim, A. (2022). Analisis Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Pendidikan Biologi Pada Kegiatan Praktikum Mikrobiologi. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 3(2), 240–249. <https://doi.org/10.37478/jpm.v3i2.1765>
- Hakim, Aliefman, Liliyansari, Kadarohman, A., & Syah, Y. M. (2016). Effects of the natural product mini project laboratory on the students conceptual understanding. *Journal of Turkish Science Education*, 13(2), 27–36. <https://doi.org/10.12973/tused.10165a>
- Hamidah, A., Sari, E. N., & Budianingsih, R. S. (2014). Persepsi Siswa tentang

- Kegiatan Praktikum Biologi di Laboratorium SMA Negeri Se-Kota Jambi. *Jurnal Sainmatika*, 8(1), 49–59.
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *International Journal of Phytoremediation*, 21(1), 129–144. <https://doi.org/10.1080/09695949993044>
- Herlinda. (2018). Pengaruh Media Animasi Berbasis Adobe Flash Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Plantae. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 2(2). <http://ojs.serambimekkah.ac.id/serambi-akademika/article/view/283>
- Hidayat, V. Y. N. (2012). *Penerapan Jurnal Kegiatan Siswa Untuk Diagnostik Kesulitan Siswa SMA Dalam Menguasai Keterampilan Proses Sains Pada Praktikum Pencemaran Air*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hindriana, A. F. (2016). the Development of Biology Practicum Learning Based on Vee Diagram for Reducing Student Cognitive Load. *JETL (Journal Of Education, Teaching and Learning)*, 1(2), 61. <https://doi.org/10.26737/jetl.v1i2.39>
- Inayah, A. D., Ristanto, R. H., Sigit, D. V., & Miarsyah, M. (2020). Analysis of science process skills in senior high school students. *Universal Journal of Educational Research*, 8(4A), 15–22. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081803>
- Indrawati. (1999). *Keterampilan Proses Sains: Tinjauan Kritis dari Teori ke Praktis*. Bandung: Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Irnaningtyas. (2013). *Biologi Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Erlangga.
- Jannah, M., Khaldun, I., & Safrida, S. (2020). Application of Virtual Laboratory assisted Discovery Learning Model to Improve Science Process Skills and Learning Outcomes in Circulatory System Material. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(1), 34. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i1.470>
- Khairunnisa, Ita, & Istiqmah. (2019). Keterampilan Proses Sains (KPS) Mahasiswa Tadris Biologi pada Mata Kuliah Biologi Umum Science Process Skills (KPS) Collage Students of Biology Education on General Biology Courses. *Bio-Inoved : Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 1(2), 58–65.
- Kismiati, D. A., Kusmawan, U., & Hutasoit, L. R. (2022). Thoughts of Biology Virtual Lab: A Meta-analysis study of Urogenital System Practicum in Universitas Terbuka. *International Journal on Research in STEM Education*, 4(1), 29–38. <https://doi.org/10.31098/ijrse.v4i1.659>
- Kurikulum. (2013). *Silabus Mata Pelajaran Pendidikan Kesetaraan Paket C Setara SMA/MA*. Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini Dan Pendidikan Masyarakat Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan Dan Kesetaraan Tahun 2017.
- Kurniawati, D., Masykuri, M., & Saputro, S. (2016). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing dilengkapi LKS untuk meningkatkan

- keterampilan proses sains dan prestasi belajar pada materi pokok hukum dasar kimia siswa kelas X MIA 4 SMA N 1 Karanganyar tahun pelajaran 2014/2015. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 5(1), 88–95.
- Ma, J., & Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys*, 38(3), 1. <https://doi.org/10.1145/1132960.1132961>
- Mahmudah, I. R., Makiyah, Y. S., & Sulistyaningsih, D. (2019). Profil Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa SMA di Kota Bandung. *Diffraction*, 1(1), 39–43. [https://doi.org/https://doi.org/10.37058/diffraction.v1i1.808](https://doi.org/10.37058/diffraction.v1i1.808)
- Malik, R. S. (2018). Educational Challenges in 21St Century and Sustainable Development. *Journal of Sustainable Development Education and Research*, 2(1), 9. <https://doi.org/10.17509/jsder.v2i1.12266>
- Meikapasa, N. W. P. (2017). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI Melalui Penerapan Asesmen Kinerja Dalam Kegiatan Praktikum Pembelajaran Biologi pada Siswa Kelas XI IPA 2 SMA Negeri 6 Bandung. *GaneÇ Swara*, 11(1), 96–101.
- Muhamad, M., Zaman, H. B., & Ahmad, A. (2010). Virtual laboratory for learning biology - a preliminary investigation. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 71, 572–575. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1071892>
- Mui SO. (2004). Formative and Summative Assessment. Different Strategies for The Assessment of Science Learning. The Important Qualities of Meaningful Assessment. *Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching*, 5(2).
- Mulyana, A. F. (2016). *Pengaruh Penggunaan Media Microcam terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa SMA pada Pembelajaran Protista*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia. <http://reader-repository.upi.edu/index.php/display/file/26594/7/15>
- Muslikah. (2017). Out Class Learning dengan Media Realia untuk Meningkatkan Hasil Belajar Materi Plantae Siswa Kelas X IPA SMA Negeri 2 Demak. *Jurnal Profesi Keguruan*, 3(2), 170–174. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpk/article/view/12232>
- Nastia, I. (2016). *Pengaruh Penggunaan Praktikum Berbasis Masalah terhadap Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia. <http://repository.upi.edu/26071/>
- Nirmala, W., & Darmawati, S. (2021). The Effectiveness of Discovery-Based Virtual Laboratory Learning to Improve Student Science Process Skills. *Journal of Education Technology*, 5(1), 103. <https://doi.org/10.23887/jet.v5i1.33368>
- Nofitasari, A., Lisdiana, L., & Marianti, A. (2021). Development of My Biology App Learning Media Based On Android Materials of Food Digestion Systems as Student Learning Source at MA. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 70–78. <https://doi.org/10.15294/jise.v9i2.38670>

- Nosela, S., Siahaan, P., & Suryana, I. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Level of Inquiry Dengan Virtual Lab Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA Pada Materi Fluida Statis. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 6(2), 100–109. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i2.11018>
- Ongowo, R. O., & Indoshi, F. C. (2013). Science Process Skills in the Kenya Certificate of Secondary Education Biology Practical Examinations. *Creative Education*, 04(11), 713–717. <https://doi.org/10.4236/ce.2013.411101>
- Permanasari, A., & Hamidah, I. (2013). The Profile of Science Process Skill (SPS) Student at Secondary High School (Case Study in Jambi). *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 1(1), 79–83. www.ijser.in
- Perwita, F. (2015). *Pengembangan Katalog Tumbuhan Sebagai Media Pembelajaran Biologi pada Materi Plantae di SMAN 7 Semarang*. (Skripsi). Universitas Negeri Semarang. <http://lib.unnes.ac.id/22464/1/4401408048-S.pdf>
- Prasasti, P. A. T. (2018). Efektivitas Scientific Approach With Guided Experiment Pada Pembelajaran Ipa Untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar. *Profesi Pendidikan Dasar*, 1(1), 16. <https://doi.org/10.23917/ppd.v1i1.3623>
- Puspitasari, E. D., Susilo, M. J., & Febrianti, N. (2019). Developing psychomotor evaluation instrument of biochemistry practicum for university students of biology education. *Research and Evaluation in Education*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.21831/reid.v5i1.22126>
- Rahmah, N., Iswadi, I., Asiah, A., Hasanuddin, H., & Syafrianti, D. (2021). Analisis Kendala Praktikum Biologi di Sekolah Menengah Atas: (Obstacles Analysis of Biology Laboratory Practice of High School). *Biodik*, 7(2), 169–178. <https://doi.org/10.22437/bio.v7i2.12777>
- Rajendran, L., Veilumuthu, R., & Divya, J. (2018). Application of Virtual Reality Simulators and Virtual Labs in Medical Education. *Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences*, 9(1), 2173–2175. <https://doi.org/10.5812/ijvlms.66284>
- Ramadhan, M. F., & Irwanto. (2018). Using Virtual Labs To Enhance Students' Thinking Abilities, Skills, and Scientific Attitudes. *International Conference on Educational Research and Innovation (ICERI 2017)*, Iceri, 494–499. <https://doi.org/10.31227/osf.io/vqnkz>
- Ramadhan, T., & Suyanto, S. (2020). JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia) Biology science practicum learning : An evaluation study in junior high school of Ngemplak-Indonesia. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(3), 361–366. [https://doi.org/https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i3.13657](https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i3.13657)
- Riduwan. (2005). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung : Alfabeta.
- Rofiqoh, Wiji Eni Yuli. & Martuti, N. K. T. (2015). Pengaruh Praktikum Jamur M. Fadhil Nashih Ashiddiqi, 2022

- Berbasis Keterampilan Proses Sains Terhadap Hasil Belajar Biologi Materi Jamur. *Journal of Biology Education*, 4(1), 9–15. <https://doi.org/10.15294/jbe.v4i1.5185>
- Rustaman, N., Anitah, S., Widodo, A., Wulan, A.R., Rustaman, A., Dirdjosoemarjo, S., Riandi, & M. (2005). *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Malang : UM Press.
- Rustaman. (1995). *Pengembangan Butir Soal KPS*. Makalah Jurusan Pendidikan IKIP Bandung. Tidak Diterbitkan.
- Rustaman. (2003). *Pembelajaran Biologi*. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- Salsabila, H. U., Irna Sari, L., Haibati Lathif, K., Puji Lestari, A., & Ayuning, A. (2020). Peran Teknologi Dalam Pembelajaran Di Masa Pandemi Covid-19. *Al-Mutharrahah: Jurnal Penelitian Dan Kajian Sosial Keagamaan*, 17(2), 188–198. <https://doi.org/10.46781/al-mutharrahah.v17i2.138>
- Sari, D. K., Sufiana, J. M., Hadeli, M., Melinda, E., & Oktaria, Y. (2022). Development of a Virtual Laboratory for Biochemistry Practicum during the Covid- 19 Pandemic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 277–282. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1171>
- Sriyati, S., Rustaman, N. Y., & Zainul, A. (2010). Kontribusi Asesmen Formatif terhadap Habits Of Mind Mahasiswa Biologi. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 15(2), 84. <https://doi.org/https://doi.org/10.18269/jpmipa.v15i2.35996.g15373>
- Stuchlikova, L. (2016). Challenges of education in the 21st century. *ICETA 2016 - 14th IEEE International Conference on Emerging ELearning Technologies and Applications, Proceedings*, 335–340. <https://doi.org/10.1109/ICETA.2016.7802072>
- Sudjana, N. (2005). *Metode Statistika*. Bandung : Tarsito.
- Sudjana, N. (2009). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung : PT. Rosda Karya.
- Sugiyono. (2013). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sukarno, Permanasari, A., & Hamidah, I. (2020). The Profile of Science Process Skill (SPS) Student at Secondary High School (Case Study in Jambi). *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 1(1), 79–83. <https://www.researchgate.net/publication/346124450>
- Suryaningsih, Y. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi. *Jurnal Bio Educatio*, 2(2), 49–57. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31949/be.v2i2.759>
- Susilawati, S., Doyan, A., Mulyadi, L., Abo, C. P., & Pineda, C. I. S. (2022). The

- Effectiveness of Modern Physics Learning Tools Using the PhET Virtual Media Assisted Inquiry Model in Improving Cognitive Learning Outcomes, Science Process Skills, and Scientific Creativity of Prospective Teacher Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 291–295. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1304>
- Suwardani, S., Asrial, A., & Yelianti, U. (2021). Analisis Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Mata Pelajaran IPA SMP: (Analysis of Guided Inquiry Learning Models on Students' Science Process Skills in Science Subjects in Junior High School). *Biodik*, 7(3), 185–194. <https://doi.org/10.22437/bio.v7i3.13072>
- Thahir, R., Magfirah, N., Anisa, & Nurdiyanti. (2021). The Development of Plant Physiology Practicum Guidelines Based on Learning by Research for Biology Education Students. *Journal of Biology Education*, 10(259), 171–178. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujbe/article/view/45532/19482>
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.253>
- Tursinawati. (2016). Penggunaan Konsep Hakikat Sains Dalam Pelaksanaan Percobaan Pada Pembelajaran Ipa Di Sdn Kota Banda Aceh. *Jurnal Pesona Dasar*, 2(4), 72–84. <https://doi.org/10.24815/pear.v7i2.14753>
- Tüysüz, C. (2010). The effect of the virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37–53.
- Verawati, N. N. S. V., Prayogi, S., & Asy'ari, M. (2014). Reviu Literatur Tentang Keterampilan Proses Sains. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 2(1), 194. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v2i1.310>
- Wijaya, W. H. (2012). *Capaian Standar Laboratorium Biologi Untuk Menunjang Proses Pembelajaran Biologi di SMA Negeri Kabupaten Jember*. (Skripsi). Universitas Jember. https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/3383/Wildan_Hadi_Wijaya_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yulaida, D. (2016). *Pengaruh Metode Praktikum Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IV SDN Kemiri I Puspo Pasuruan*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. <http://etheses.uin-malang.ac.id/2749/>
- Yuliati, Y. (2016). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 2(2), 71–83. <https://doi.org/DOI:10.31949/jcp.v2i2.335>