

**PENGARUH PENERAPAN *VIRTUAL LABORATORY* TERHADAP HASIL
BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS X PADA MATERI PERUBAHAN
LINGKUNGAN**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi*



Oleh:

Raudlah Melinda Sidik

NIM 1804889

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

2022

**PENGARUH PENERAPAN *VIRTUAL LABORATORY* TERHADAP HASIL
BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS X PADA MATERI PERUBAHAN
LINGKUNGAN**

Oleh
Raudlah Melinda Sidik

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

© Raudlah Melinda Sidik 2022
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2022

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN
RAUDLAH MELINDA SIDIK

**PENGARUH PENERAPAN *VIRTUAL LABORATORY* TERHADAP HASIL
BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS X PADA MATERI PERUBAHAN
LINGKUNGAN**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Drs. Suhara, M.Pd.

NIP. 196512271991031003

Pembimbing II



Dr. Hj. Peristiwa, M.Kes

NIP. 196403201991032001

Mengetahui

Ketua Prodi Pendidikan Biologi



Dr. Amprasto, M.Si.
NIP. 196607161991011001

ABSTRAK

PENGARUH PENERAPAN *VIRTUAL LABORATORY* TERHADAP HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK KELAS X PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN

Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh penerapan *virtual laboratory* didalam pembelajaran biologi adapaun tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan informasi mengenai pengaruh penerapan *virtual laboratory* terhadap hasil belajar peserta didik kelas X pada materi perubahan lingkungan. *Virtual laboratory* (Virtual laboratory) merupakan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan *software* sebagai simulator berisikan semua peralatan yang diperlukan baik dalam persiapan, alat, demostrasi langkah kerja dan pengamatan praktikum. Selama pembelajaran, guru mengarahkan peserta didik dalam memahami konsep konsep perubahan lingkungan (pencemaran dan perubahan iklim). Metode yang digunakan adalah *Pre Experimental* dengan desain penelitian *One-Group Pretest-Posttest Design*. Sampel penelitian terdiri dari 34 peserta didik pada satu kelas eksperimen. Instrumen yang digunakan terdiri dari 30 soal pilihan ganda dengan lima option, dan angket sikap terhadap pembelajaran. Hasil penelitian mendapatkan nilai rata-rata *pretest* 41 dan *posttest* 83. Sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh yang cukup efektif dalam penerapan *virtual laboratory*, dengan menghasilkan nilai *N-gain* 0,71. Rata-rata ketuntasan pembelajaran peserta didik setelah menerapkan *virtual laboratory* ialah 88%. Hasil belajar tentang sikap peserta didik saat mendapatkan pembelajaran menggunakan *virtual laboratory* menunjukkan kategori yang sangat baik dengan rata-rata 81%, dengan sikap tertinggi pada indikator bekerjasama dan berpikir kritis.

Kata kunci: *virtual laboratory, pengetahuan kognitif, sikap (afektif), pencemaran lingkungan, perubahan iklim*

ABSTRACT

THE EFFECT OF APPLICATION OF VIRTUAL LABORATORY METHODS ON LEARNING OUTCOMES OF 10th GRADE STUDENTS IN ENVIRONMENTAL CHANGE STUDY SUBJECT

This study analyzes the application of a virtual laboratory in biology learning with the purpose of this study is to obtain information about the effect of the application of a virtual laboratory study on the learning outcomes of 10th-grade students on environmental change subjects. A virtual laboratory is a learning activity using the software as a simulator containing all the necessary equipment for preparation, tools, demonstration of work steps, and practical observations. During learning, the teacher guides students in understanding the concepts of environmental changes (pollution and climate change). The method used is Pre Experimental with a research design of One-Group Pretest-Posttest Design. The research sample consisted of 34 students in one experimental class. The instrument used in this research consisted of 30 multiple choice questions with five options and an attitude questionnaire towards learning. The results of the study obtained an average value of 41% in the pretests and 83% in the posttests. So it can be concluded that there is a fairly effective implementation of the virtual laboratory on the learning outcomes of the students, with an N-gain value of 0.71. The average learning mastery of students after implementing a virtual laboratory is 88%. Learning outcomes about students' attitudes when learning using a virtual laboratory show a very good category with an average of 81%, with the highest attitude on the indicators of teamwork and critical thinking.

Keywords: Virtual Laboratory, Cognitive Knowledge, Affective (Attitude), Environmental Pollution, Climate Changes

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	4
1.3. Tujuan penelitian	5
1.4. Manfaat.....	5
1.5. Batasan Penelitian	5
1.6. Asumsi.....	6
1.7. Hipotesis Penelitian	6
1.8. Struktur Organisasi Skripsi.....	7
BAB II.....	8
2.1. <i>Virtual laboratory</i>	8
2.1.1. Deskripsi Umum	8
2.1.2. Manfaat <i>Virtual Laboratory</i>	10
2.2. Hasil Belajar	11
2.2.1. Hasil Belajar Kognitif	12
2.2.2. Hasil belajar Afektif Penilaian sikap.....	14
2.3. Perubahan Lingkungan.....	16
2.3.1. Pengertian Perubahan Lingkungan	17
2.3.2. Penyebab dan Dampak Perubahan Lingkungan.....	18
2.3.3. Pencemaran lingkungan	19
2.3.3.5. Upaya Pelestarian Lingkungan dan Etika Lingkungan.....	22
2.3.4. Limbah	23

2.3.5.	Pemanasan global.....	24
BAB III	.....	27
METODELOGI	.....	27
3.1.	Metodologi dan Desain Penelitian.....	27
3.2.	Partisipan	28
3.3.	Defisini operasional.....	28
3.3.1.	<i>Virtual laboratory</i>	28
3.3.2.	Hasil belajar	28
3.4.	Instrumen Penelitian.....	29
3.4.1.	Instrumen Soal Pilihan Ganda (Kognitif)	29
3.4.2	Instrumen sikap	30
3.5.	Uji kelayakan instrumen.....	32
3.5.1	Uji Validitas.....	33
3.5.2	Uji Reliabilitas	33
3.5.3	Uji Daya Pembeda.....	34
3.5.4	Tingkat Kesukaran	34
3.5.5	Pengambilan Keputusan Instrumen	35
3.6.	Prosedur Penelitian.....	37
3.7.	Alur penelitian	40
3.8.	Analisis Data	40
3.8.1	Hasil Kognitif <i>Pretest</i> dan <i>Post test</i>	40
3.8.2	Analisis Ketuntasan.....	44
3.8.3	Sikap (Afektif)	45
BAB IV	.....	47
TEMUAN DAN PEMBAHASAN	.....	47
4.1.	Temuan Penelitian	47
4.1.1.	Hasil Belajar Kognitif.....	50
4.1.2.	Temuan hasil belajar setelah pembelajaran.....	54
4.1.3.	Temuan Belajar Afektif (sikap).....	54
4.2.	Pembahasan Temuan Penelitian	55
4.2.1.	Pengaruh Penggunaan <i>Virtual Laboratory</i> terhadap Hasil Belajar Kognitif.....	56
4.2.2.	Pengaruh penggunaan <i>virtual laboratory</i> terhadap sikap afektif....	63
BAB V	.....	71

SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	71
5.1. Simpulan.....	71
5.2. Implikasi	72
5.3. Rekomendasi	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	82
RIWAYAT PENULIS	151

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Kognitif Pada Taksonomi Bloom Revisi.....	13
Tabel 2. 2 Kompetensi Dasar Materi Perubahan Lingkungan	17
Tabel 3. 1 Desain Penelitian One-Group Pretest-Posttest Desain.....	26
Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Instrumen Tes Pengetahuan Kognitif Pada Materi Perubahan Lingkungan.....	28
Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Hasil Afektif (Sikap) Peserta Didik Dalam Pelaksanaan Praktikum	29
Tabel 3. 4 Contoh Instrumen Soal Pretest Dan Posttest.....	30
Tabel 3. 5 Kriteria Validitas Soal	32
Tabel 3. 6 Distribusi Hasil Analisis Validitas Soal Kognitif	32
Tabel 3. 7 Kriteria Reabilitas Soal	33
Tabel 3. 8 Kriteria Daya Pembeda Soal	33
Tabel 3. 9 Distribusi Hasil Analisis Daya Pembeda Soal.....	33
Tabel 3. 10 Kriteria Tingkat Kesukaran	34
Tabel 3. 11 Distribusi Hasil Analisis Tingkat Kesukaran.....	34
Tabel 3. 12 Kriteria Analisis Butir Soal	34
Tabel 3. 13 Hasil Uji Kelayakan Instrumen Soal.....	35
Tabel 3. 14 Tahap Pelaksanaan Pada Kelas-Kelas Perlakuan	37
Tabel 3. 15 Kategori Penilaian Kognitif	40
Tabel 3. 16 Kriteria N-Gain	43
Tabel 3. 17 Kategori Keefektifan N-Gain	43
Tabel 3. 18 Skoring Angket Skala Likert	44
Tabel 3. 19 Kategori Rentang Nilai Sikap Afektif	45
Tabel 4. 1.Perolehan Hasil Peserta Didik Pada Pretest Dan Posttest.....	50
Tabel 4. 2 Analisis Statistik Hasil Pretest Dan Posttest	53
Tabel 4. 3 Hubungan Penggunaan Virtual Laboratory Dengan Hasil Belajar Kognitif.....	54
Tabel 4. 4 Ketuntasan Hasil Belajar	54
Tabel 4. 5 Rekapulasi Hasil Angket Afektif Sikap.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Level Domain Afektif ((D. Krathwohl Et Al., 1964)	15
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	39
Gambar 4. 1 virtual Laboratory Pencemaran Lingkungan	47
Gambar 4. 2 Virtual Laboratory Perubahan Iklim	48
Gambar 4. 3 Perbandingan Kategori Nilai Pretest Dan Posttest Hasil Belajar Kognitif.....	51
Gambar 4. 4 Peta Peningkatan Pengetahuan Kognitif Peserta Didik.....	52
Gambar 4. 5 Ketuntasan Hasil Belajar Kognitif	61
Gambar 4. 6 Hasil Dalam Indikator Efektivitas Pembelajaran.	64
Gambar 4. 7 Hasil Indikator Kemampuan Menghubungkan Informasi.....	65
Gambar 4. 8 Hasil Indikator Bersikap Skeptis.....	66
Gambar 4. 9 Hasil Indikator Menerima Dan Menghormati Perbedaan	66
Gambar 4. 10 Hasil Indikator Bekerjasama	68
Gambar 4. 11 Hasil Indikator Kemampuan Berpikir Kritis.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A 1 Tabel Instrumen Penelitian Pretest Dan Posttest.....	83
Lampiran A 2 Instrumen Sikap	100
Lampiran B 1 Hasil Analisis Uji Coba Instrumen Menggunakan Anates Pada Soal Pretest Dan Posttest	105
Lampiran B 2 Hasil Uji Coba Angket Sikap	106
Lampiran B 3 Hasil Uji Prasyarat	108
Lampiran C 1 Surat Izin Penelitian.....	112
Lampiran C 2 Surat Judgemen Instrumen Penelitian.....	113
Lampiran C 3 Surat Judgemen Instrumen Penelitian.....	114
Lampiran D 1 Lampiran Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	116
Lampiran D 2 Lampiran Lkpd	130
Lampiran D 3 Lampiran Perubahan Iklim	135
Lampiran D 4 Lampiran Contoh Jawaban Lkpd Pencemaran Lingkungan.....	143
Lampiran D 5 Lampiran Contoh Jawaban Lkpd Perubahan Iklim	144
Lampiran E 1 Nilai Pretest Dan Posttest Hasil Belajar Kognitif.....	147
Lampiran E 2 Rekapulasi Data Dan Bukti Hasil Angket Sikap.....	142
Lampiran F 1 Dokumentasi Group Whatsapp	145
Lampiran F 2 Dokumentasi Google Classroom.....	145
Lampiran F 3 Dokumentasi Google Form Untuk Validitas Instrumen Pretest Dan Posttest.....	146
Lampiran F 4 Dokumentasi Google Form Pretest	146
Lampiran F 5 Dokumentasi Google Form Posttest.....	146
Lampiran F 6 Dokumentasi Google Form Angket Sikap	147
Lampiran F 7 Dokumentasi Pretest.....	147
Lampiran F 8 Dokumentasi Perlakuan Virtual Laboratory Pencemaran Lingkungan.....	148
Lampiran F 9 Dokumentasi Perlakuan Virtual Laboratory Perubahan Iklim	149
Lampiran F 10 Dokumentasi Posttest	150

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, Rusydi dan Fadhli, M. (2018). Statistik Pendidikan (Teori dan Praktik dalam Pendidikan). In S. Saleh (Ed.), *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (1st ed., Vol. 7, Issue 2).
- Anderson, L. W., Krathwohl Peter W Airasian, D. R., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing a Revision of Bloom 'S Taxonomy Of Educati0Nal Objectives*. <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl - A taxonomy for learning teaching and assessing.pdf>
- Anisah, E. (2013). Keefektifan Virtual Laboratory Terhadap Hasil Belajar Siswa Materi Larutan Penyangga Dan Hidrolisis. *Chemistry in Education*, 2(1), 1–6.
- Anshori, Moch & Martono, D. (2009). *BIOLOGI Kelas X*.
- Ariebowo, F. F. dan M. (2009). *Praktis Belajar Biologi 1*. 178.
- Arifudin, M. (2021). Penggunaan Laboratorium Virtual Phet untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA. *JIRA: Jurnal Inovasi Dan Riset Akademik*, 2(6), 906–916. <https://doi.org/10.47387/jira.v2i6.174>
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: Rineka Cipta, Cet. Ke-13.
- Azwar, S. (2012). *Reliabilitas dan Validitas Aitem*.
- Boca, G. D., & Saraçlı, S. (2019). Environmental Education and Student ' s Perception , for Sustainability. *MDPI*, 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11061553>
- Bodzin, A. M., Anastasio, D., Sahagian, D., Peffer, T., Dempsey, C., & Steelman, R. (2014). Investigating climate change understandings of urban middle-level students. *Journal of Geoscience Education*, 62(4), 417–430. <https://doi.org/10.5408/13-042.1>
- Burandt, S., & Barth, M. (2010). Learning settings to face climate change. *Journal of Cleaner Production*, 18(7), 659–665. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.09.010>
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Chyntia Clarinda, Novalina, Gu, M., & Faradiba, F. (2022). Efektivitas Penggunaan Virtual Laboratory Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa Sma Di Era New Normal. *EduMatSains : Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 6(2), 257–266. <https://doi.org/10.33541/edumatsains.v6i2.3339>
- Daud, D., & Riau, U. (2015). *Pendekatan Pembelajaran Berdasarkan Masalah (Pbm) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ips Siswa Kelas Iv Sdn 014 Putat Pendekatan Pembelajaran Berdasarkan Masalah (Pbm) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ips Siswa Kelas Iv Sdn 014 Putat*. 1–11.

- Dian, I., Gernowo, R., Dian, I., & Rahmat, K. (2015). *Analisis Perubahan Iklim Berbagai Variabilitas Curah Hujan Dan Emisi Gas Metana (Ch 4) dengan Metode Grid Analysis And Display System (Grads) di Kabupaten Semarang*. 4(1), 49–54.
- Dimiyati, & Mudjiono. (2007). Belajar dan Pembelajaran. *Universitas Terbuka*, 10–35.
- Domingues, L., Rocha, I., Dourado, F., Alves, M., & Ferreira, E. C. (2010). Virtual laboratories in (bio)chemical engineering education. *Education for Chemical Engineers*, 5(2), 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2010.02.001>
- Erhabor, N. I., & Don, J. U. (2016). *Impact of Environmental Education On the Knowledge and Attitude of Students Towards the Environment*. 11(12), 5367–5375.
- Ferreira, J. M. M., Sousa, E. L., Nafalski, A., Machotka, J., & Nedic, Z. (2009). Collaborative Learning Based on a Micro-Webserver Remote Test Controller. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 5(5), 18. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v5s1.1017>
- Förtsch, S., Förtsch, C., von Kotzebue, L., & Neuhaus, B. J. (2018). Effects of teachers' professional knowledge and their use of three-dimensional physical models in biology lessons on students' achievement. *Education Sciences*, 8(3), 1–28. <https://doi.org/10.3390/educsci8030118>
- 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. *BiIOSPER*, 405–411.
- Gunawan, M. A., Pd, S., Pancor-, M. P. L., Pancor, W. N. W., Sakra, S. M. A. N., Pendi-, S., Penelitian, S., Universitas, P., Singaraja-bali, G. U., Swamitramina, M., Luar, T., Lombok, K., Dana, T., Penelitian, H., Lotim, P., Adb, B., Peningkatan, T., Pendidikan, M., Dana, T., ... Uny, Y. (2015). *Statistik Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi dan Sosial*.
- Hake, R. R. (1999). ANALYZING CHANGE/GAIN SCORES. *Dept. of Physics, Indiana University*, 1(1), 16–22. <https://doi.org/10.24036/ekj.v1.i1.a10>
- Handayani, D., & Bengkulu, U. (2022). *PENERAPAN MEDIA PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN LABORATORIUM PENERAPAN MEDIA PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN LABORATORIUM VIRTUAL PADA MASA PANDEMI COVID-19*. June.
- Hardani. Ustiawaty, J. A. H. (2017). *Buku Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif* (Issue April).
- Herayanti, L., Gunawan, & Hermansyah. (2015). *Pengaruh Penggunaan Laboratorium terhadap Penguasaan konsep dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Getaran dan Gelombang*. I(2).
- Huda, K. (2020). *Modul Pembelajaran Biologi*.
- Hudzaifah, I. S. (2021). *Aplikasi Simulasi Model Perubahan Iklim*. 2021.

<https://www.perubahaniklim.web.app>

- Hurtado-Bermúdez, S., & Romero-Abrio, A. (2020). The effects of combining virtual laboratory and advanced technology research laboratory on university students' conceptual understanding of electron microscopy. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1821716>
- Indahri, Y. (2020). Pengembangan Pendidikan Lingkungan Hidup melalui Program Adiwiyata (Studi di Kota Surabaya). *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 11(2), 121–134. <https://doi.org/10.46807/aspirasi.v11i2.1742>
- Irawan, Prasetya dan Zainul, A. (2001). Penilaian Hasil Belajar. In *Direktora T Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional*.
- Jaya, H. (2013). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2(1), 81–90. <https://doi.org/10.21831/jpv.v2i1.1019>
- Kahfi, A. (2021). Dampak pembelajaran daring di masa pandemi covid 19 terhadap perkembangan kognitif anak. *Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Dasar Islam*, 4(1), 14–23. <https://stai-binamadani.e-journal.id/jurdir/article/view/219>
- Kapici, H. O., Akcay, H., & de Jong, T. (2019). Using Hands-On and Virtual Laboratories Alone or Together—Which Works Better for Acquiring Knowledge and Skills? *Journal of Science Education and Technology*, 28(3), 231–250. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9762-0>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2018). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No 36 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah. *Permendikbud*, 1–12.
- Krathwohl, A. and. (2002). (A REVISION OF BLOOM ' S TAXONOMY) Sumber. *Theory into Practice*, 41(4), 212–219.
- Krathwohl, D., Bloom, B., & Masia, B. (1964). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals - Handbook II: Affective Domain. *David McKay Company*, 196. http://scholar.google.co.uk/scholar?start=0&q=bloom+krathwohl&hl=en&lr=lang_en&as_sdt=0,5#8
- Lagamaking, R. (2019). *Pengaruh Penggunaan Multimedia Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X IPA MAN 1 Lembata*. 1–19.
- Makransky, G., Thisgaard, M. W., & Gadegaard, H. (2016). Virtual simulations as preparation for lab exercises: Assessing learning of key laboratory skills in microbiology and improvement of essential non-cognitive skills. *PLoS ONE*, 11(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155895>
- 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>

- Mawardi, M. (2019). Rambu-rambu Penyusunan Skala Sikap Model Likert untuk Mengukur Sikap Siswa. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 9(3), 292–304. <https://doi.org/10.24246/j.js.2019.v9.i3.p292-304>
- Meester, M. A. M., & Kirschner, P. A. (1995). Practical work at the Open University of the Netherlands. *Journal of Science Education and Technology*, 4(2), 127–140. <https://doi.org/10.1007/BF02214053>
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2016 Tentang Standar Penilaian Pendidikan Dengan*. <https://doi.org/10.31227/osf.io/munp2>
- Milayana, F. (2021). *Pengaruh Metode Praktikum Virtual Lab dan Real Terhadap Sikap Ilmiah dan Hail Belajar Siswa Kelas XI Materi Sistem Pernapasan di MA Darul Hikmah Tawangsari Tulungagung*. 9–25.
- Moediarta, R., & Stalker, P. (2007). Sisi Lain Perubahan Iklim. *United Nations Development Programme Indonesia*, 1–20.
- 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>
- Mulyani, A. S. (2021). Pemanasan Global, Penyebab, Dampak dan Antisipasinya. *Artikel Pengabdian Masyarakat*, 1–27.
- Munawaroh, I. (2019). *Modul pendidikan*. 11–44.
- Nirwana, R. R. (2016). Pemanfaatan Laboratorium Virtual Dan E-Reference Dalam Proses Pembelajaran Dan Penelitian Ilmu Kimia. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 1(1), 115–123. <https://doi.org/10.21580/phen.2011.1.1.451>
- Paraskevopoulos, S., Padeliaou, S., Zafiroopoulos, K., & Padeliaou, S. (2010). *Environmental Knowledge of Elementary School Students in Greece. September 2013*, 37–41. <https://doi.org/10.1080/00958969809599119>
- Paxinou, E., Georgiou, M., Kakkos, V., Kalles, D., & Galani, L. (2020). Achieving educational goals in microscopy education by adopting virtual reality labs on top of face-to-face tutorials. *Research in Science and Technological Education*, 00(00), 1–20. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1790513>
- Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, F. U. (n.d.). *Pencemaran Lingkungan*. <https://ipa.fkip.uns.ac.id/pencemaran-lingkungan/>
- Pranatawijaya, V. H., & Priskila, R. (2019). *Pengembangan Aplikasi Kuesioner Survey Berbasis Web Menggunakan Skala Likert dan Guttman*. 5(November), 128–137. <https://doi.org/10.34128/jsi.v5i2.185>
- Prasetyo, K. (2017). *Pendidikan Lingkungan Indonesia, Dasar Pedagogi dan Metodologi*. PT. Remaja Rosdakarya.

- Rahma, A. A. (2020). Efektivitas Penggunaan Virtual Lab Phet Sebagai Media Pembelajaran Fisika Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Pedagogy*, 8(2), 47–51.
- Ramadhani, P. (2021). *Laboratorium Virtual sebagai Langkah Memaksimalkan Skill Keterampilan Siswa Virtual Laboratory as a Step to Maximize Student Skills*. 1, 791–798.
- Rosdianti, V. I., & Paldi, P. (2021). *Pengembangan Media Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Pemahaman Keterampilan Proses Sains Materi Histologi Hewan*. 1(1), 53–63.
- Setiawati dkk, W. (2016). Pembelajaran Konsep Penilaian. *Modul Belajar Mandiri*, 119–146.
- Smith, M. C., Walker, D. A., & Nigorahon, H. (2012). A Structural Analysis of the Attitudes Toward Science Scale: Attitudes and Beliefs About Science as a Multi-Dimensional Composition. *Structural Analysis of Attitudes*, 1–23.
- Špernjak, A., & Šorgo, A. (2018). Differences in acquired knowledge and attitudes achieved with traditional, computer-supported and virtual laboratory biology laboratory exercises. *Journal of Biological Education*, 52(2), 206–220. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1298532>
- Subardi, Nuryani, & Pramono, S. (2009). *Biologi 1 : untuk Kelas X SMA/ MA*. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sudjana, N. (2009). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. (2007). *Statistika Untuk Penelitian* (E. Mulyatiningsih (ed.)). Alfabeta Bandung.
- Sulistyorini, A. (2009). Biologi 1 SMA/MA Kelas X. In *Laboratorium Penelitian dan Pengembangan FARMAKA TROPIS Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur* (Issue April).
- Sumargo, E., & Yuanita, L. (2014). Penerapan Media Laboratorium Virtual (Phet) Pada Materi Laju Reaksi Dengan Model Pengajaran Langsung Eko Sumargo dan Leny Yuanita. *Unesa Journal of Chemical Education*, 3(1), 119–133.
- Supriyadi. (2017). Pengaruh Praktikum Virtual Terhadap Sikap Ilmiah Siswa SMA. 8(2), 115–131. https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625
- Suryaningsih, Y., Gaffar, A. A., Sugandi, M. K., Studi, P., Biologi, P., & Majalengka, U. (2020). *Pengembangan media pembelajaran praktikum virtual berbasis android untuk meningkatkan berpikir kreatif siswa*. 5(April), 74–82.
- Trisnawati, D., & Yetri. (2019). Efektivitas Model Nht Berbantu Laboratorium Virtual Keterampilan Proses Sains Effectiveness of the Nht Model With

- Virtual Laboratory Towards Learning Outcomes in Terms of. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 227–234.
- 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.
- Utina. (2015). PEMANASAN GLOBAL. *Biologi FMIPA Universitas Negeri Gorontalo*, 1–11.
- Winarno, M. E. (2018). *Buku Metodologi Penelitian*. January.
- Wolski, R. (2021). *The Examination Of The Impact On Students ' Use Of Gestures While Working In A Virtual Chemical Laboratory For Their The Examination Of The Impact On Students ' Use Of Gestures While Working In A Virtual Chemical Laboratory For Their Cognitive Abilities*. October 2014. <https://doi.org/10.33225/pec/14.61.46>
- Yuniarti, F. (2012). Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi Pembiakan Virus. *Journal of Biology Education*, 1(1), 86–94. <https://doi.org/10.15294/jbe.v1i1.371>
- Yusriyah, K. (2011). Persepsi Mahasiswa Terhadap Manfaat Dan Kemudahan Penggunaan V-Lab Riset Operasional. *Jurnal Psikologi*, 2(1), 52–60. <https://www.ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/psiko/article/view/244>