

**PENGUNAAN MODEL INKUIRI BERBASIS WEB UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA TENTANG PERUBAHAN
LINGKUNGAN**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Biologi*



Oleh:

Oryza Aprilia Devina

NIM 2005247

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKAN DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2024**

LEMBAR HAK CIPTA

**PENGGUNAAN MODEL INKUIRI BERBASIS WEB UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA
TENTANG PERUBAHAN LINGKUNGAN**

Oleh

Oryza Aprilia Devina

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

© Oryza Aprilia Devina 2024
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

ORYZA APRILIA DEVINA

**PENGGUNAAN MODEL INKUIRI BERBASIS WEB UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA
TENTANG PERUBAHAN LINGKUNGAN**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

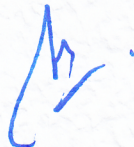
Pembimbing I



Prof. Dr. Diana Rochintaniawati, M.Ed.

NIP. 196709191991032001

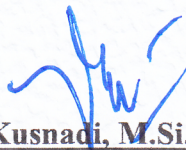
Pembimbing II



Dr. Siti Sriyati, M.Si.

NIP. 196409281989012001

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Kusnadi, M.Si.

NIP. 196805091994031001

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi dari lemahnya kemampuan berpikir kritis siswa di era abad 21 yang menuntut kemampuan berpikir kritis yang tinggi dan juga adanya tuntutan untuk mengembangkan pembelajaran yang memadukan sains dan teknologi. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian terkait penggunaan model inkuiri berbasis web untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada topik perubahan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode *pre-experiment* dengan desain penelitian *one group pre-test and post-test*. Instrumen untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis menggunakan soal berbentuk uraian yang mewakili enam indikator kemampuan berpikir kritis, yaitu interpretasi, evaluasi, inferensi, eksplanasi, analisis, dan regulasi diri. Pada penelitian ini sampel berjumlah 25 siswa dari kelas X SMA yang belum sama sekali belajar mengenai materi perubahan lingkungan. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji Wilcoxon dan juga *N-gain* untuk melihat besaran peningkatan yang dialami siswa. Hasil uji Wilcoxon bernilai 0,000 dan perhitungan *N-gain* bernilai 0,650. Hasil uji ini dapat diartikan bahwa model inkuiri berbasis web berhasil meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa tentang perubahan lingkungan, walaupun peningkatan yang dialami masih pada kategori sedang.

Kata kunci: *Model inkuiri, pembelajaran berbasis web, kemampuan berpikir kritis, sains dan teknologi, perubahan lingkungan*

ABSTRACT

This research background comes from the weak critical thinking skills of students in the 21st century era, which demands high critical thinking skills and also the demand to develop learning that combines science and technology. Based on this background, research was conducted regarding the use of a web-based inquiry model to improve students' critical thinking skills on the topic of environmental change. This research used a pre-experiment method with a one-group pre-test and post-test research design. The instrument for measuring the increase in critical thinking skills uses essay questions that represent six indicators of critical thinking skills, such as interpretation, evaluation, inference, explanation, analysis, and self-regulation. In this study, the sample consisted of 25 students from class X of senior high school who had not studied environmental change material at all. The data obtained was analyzed using the Wilcoxon test and also *N-gain* to see the amount of improvement experienced by students. The Wilcoxon test result is worth 0.000, and the *N-gain* test is worth 0.650. The results of this test can be interpreted as indicating that the web-based inquiry model has succeeded in improving students' critical thinking skills in environmental change material, although the improvement experienced is still in the moderate category.

Keywords: *Inquiry model, web-based learning, critical thinking skills, science and technology, environmental change*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Asumsi Penelitian.....	7
1.7 Hipotesis Penelitian	7
1.8 Struktur Organisasi Skripsi.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Model Inkuiri.....	9
2.2 Model Inkuiri Berbasis Web.....	16
2.3 Kemampuan Berpikir Kritis	20
2.3.1 Indikator Interpretasi.....	21

2.3.2	Indikator Analisis	21
2.3.3	Indikator Evaluasi	22
2.3.4	Indikator Inferensi	22
2.3.5	Indikator Eksplanasi.....	23
2.3.6	Indikator Regulasi Diri.....	23
2.3.7	Metode Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis	24
2.3.8	Peran Teknologi dalam Meningkatkan Berpikir Kritis	24
2.3.9	Pengukuran Kemampuan Berpikir Kritis.....	25
2.4	Perubahan Lingkungan.....	26
2.4.1	Pencemaran Air	27
2.4.2	Penurunan Populasi Organisme Air	28
2.5	Uji Hayati	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		31
3.1	Metode dan Desain Penelitian.....	31
3.2	Populasi dan Sampel	31
3.3	Definisi Operasional.....	32
3.3.1	Model inkuiri berbasis web.....	32
3.3.2	Kemampuan Berpikir kritis siswa.....	32
3.4	Instrumen Penelitian.....	33
3.4.1	Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis.....	34
3.4.2	Kelayakan Web Inkuiri.....	44
3.4.3	Angket Respons Siswa.....	45
3.5	Prosedur Penelitian.....	46
3.5.1	Tahap perencanaan	46
3.5.2	Tahap pelaksanaan	47
3.5.3	Tahap pasca pelaksanaan.....	48

3.5.4	Alur Penelitian	49
3.6	Analisis Data	50
3.6.1	Analisis data kemampuan berpikir kritis siswa.....	50
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Karakteristik Model Inkuiri Berbasis Web	52
4.2	Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	57
4.2.1	Indikator Interpretasi	62
4.2.2	Indikator Evaluasi	66
4.2.3	Indikator Inferensi.....	70
4.2.4	Indikator Eksplanasi.....	75
4.2.5	Indikator Analisis	80
4.2.6	Indikator Regulasi Diri.....	83
4.3	Respons Siswa terhadap Penggunaan Model Inkuiri Berbasis Web	88
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		91
5.1	Simpulan.....	91
5.2	Implikasi.....	92
5.3	Rekomendasi	92
DAFTAR PUSTAKA		94
LAMPIRAN.....		104

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengaruh Sintak Inkuiri Terhadap Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	13
Tabel 2. 2 Perbandingan antara Inkuiri Konvensional dan Inkuiri Berbasis Web	17
Tabel 3. 1 Desain <i>One Group Pre-test Post-test</i>	31
Tabel 3. 2 Instrumen Penelitian.....	33
Tabel 3. 3 Kisi-kisi Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis	34
Tabel 3. 4 Rubrik Penilaian Kemampuan Berpikir Kritis	35
Tabel 3. 5 Kategori Nilai Uji Validitas	40
Tabel 3. 6 Kategori Nilai Uji Reliabilitas.....	40
Tabel 3. 7 Kategori Nilai Uji Daya Pembeda.....	41
Tabel 3. 8 Kategori Nilai Uji Tingkat Kesukaran	41
Tabel 3. 9 Klasifikasi Kualitas Item Soal.....	42
Tabel 3. 10 Hasil Analisis Item Soal Berpikir Kritis.....	43
Tabel 3. 11 Kategori Kelayakan Web Inkuiri.....	44
Tabel 3. 12 Hasil Penilaian Kelayakan Web Inkuiri	44
Tabel 3. 13 Kisi-kisi Angket Respons Siswa	45
Tabel 3. 14 Kategori Respons Siswa.....	46
Tabel 3. 15 Kategorisasi Kemampuan Berpikir Kritis	50
Tabel 3. 16 Kategorisasi <i>N-gain</i>	51
Tabel 4. 1 Perbandingan Nilai KKM dengan Nilai <i>Pre-test Post-test</i>	58
Tabel 4. 2 Hasil Uji Statistik Inferensial Kemampuan Berpikir Kritis Siswa.....	59
Tabel 4. 3 Perbandingan Nilai pada Indikator Interpretasi	62
Tabel 4. 4 Perbandingan Nilai pada Indikator Evaluasi.....	66
Tabel 4. 5 Perbandingan Nilai pada Indikator Inferensi	71
Tabel 4. 6 Perbandingan Nilai pada Indikator Eksplanasi	76
Tabel 4. 7 Perbandingan Nilai pada Indikator Analisis.....	80
Tabel 4. 8 Perbandingan Nilai pada Indikator Regulasi Diri	83
Tabel 4. 9 Hasil Angket Respons Siswa Terhadap Pembelajaran	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tahapan Model Pembelajaran Inkuiri	12
Gambar 4. 1 Halaman Contoh Berinkuiri	53
Gambar 4. 2 Halaman Latihan Berinkuiri.....	54
Gambar 4. 3 Halaman Simulasi	55
Gambar 4. 4 Grafik Distribusi Persentase Siswa Berdasarkan Kategori <i>N-gain</i> dalam Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis	60
Gambar 4. 5 Grafik Distribusi Siswa Berdasarkan Kategori <i>N-gain</i> dalam Indikator Interpretasi.....	63
Gambar 4. 6 Perbandingan Jawaban Siswa yang Mengalami Peningkatan pada Keterampilan Interpretasi.....	65
Gambar 4. 7 Grafik Distribusi Siswa Berdasarkan Kategori <i>N-gain</i> dalam Indikator Evaluasi.....	67
Gambar 4. 8 Perbandingan Jawaban Siswa yang Mengalami Peningkatan pada Keterampilan Evaluasi	69
Gambar 4. 9 Grafik Distribusi Siswa Berdasarkan Kategori <i>N-gain</i> dalam Indikator Inferensi.....	71
Gambar 4. 10 Contoh Jawaban Siswa yang Mengalami Penurunan Keterampilan Inferensi.....	73
Gambar 4. 11 Contoh Jawaban Siswa yang Mengalami Peningkatan pada Keterampilan Inferensi.....	74
Gambar 4. 12 Grafik Distribusi Siswa Berdasarkan Kategori <i>N-gain</i> dalam Indikator Eksplanasi.....	76
Gambar 4. 13 Contoh Jawaban Siswa yang Mengalami Peningkatan pada Keterampilan Eksplanasi.....	78
Gambar 4. 14 Grafik Distribusi Siswa Berdasarkan Kategori <i>N-gain</i> dalam Indikator Analisis	81
Gambar 4. 15 Contoh Jawaban Siswa yang Mengalami Peningkatan pada Keterampilan Analisis	82
Gambar 4. 16 Grafik Distribusi Siswa Berdasarkan Kategori <i>N-gain</i> dalam Indikator Regulasi Diri.....	84

Gambar 4. 17 Contoh Jawaban Siswa yang Mengalami Penurunan Keterampilan Regulasi Diri	85
Gambar 4. 18 Contoh Jawaban Siswa yang Mengalami Peningkatan Keterampilan Regulasi Diri	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. 1 Soal <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	104
Lampiran A. 2 Contoh Jawaban Siswa	110
Lampiran A. 3 Angket Respons Siswa	113
Lampiran A. 4 Contoh Respons Siswa.....	116
Lampiran A. 5 Angket Penilaian Kelayakan Web Inkuiri	125
Lampiran A. 6 Contoh Hasil Penilaian Kelayakan Web	130
Lampiran B. 1 Modul Pembelajaran	135
Lampiran B. 2 LKPD Penelitian Uji Toksisitas Limbah Rumah Tangga	142
Lampiran C. 1 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis	147
Lampiran C. 2 Hasil Uji Kelayakan Instrumen.....	150
Lampiran C. 3 Rekapitulasi Hasil <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	152
Lampiran C. 4 Hasil Uji Statistik Inferensial Data Kemampuan Berpikir Kritis	154
Lampiran C. 5 Rekapitulasi Respons Siswa	155
Lampiran C. 6 Rekapitulasi Penilaian Kelayakan Web Inkuiri	156
Lampiran D. 1 Berita Acara Seminar Proposal.....	158
Lampiran D. 2 Surat Izin Penelitian.....	159
Lampiran D. 3 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian.....	160
Lampiran E. 1 Dokumentasi Pelaksanaan Pembelajaran Model Inkuiri Berbasis Web	161

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, A. (2014). The Effect of Inquiry-based Learning Method on Students' Academic Achievement in Science Course. *Universal Journal of Educational Research*, 2(1), 37–41. <https://doi.org/10.13189/ujer.2014.020104>
- Abraham, G. S., Rajasekharan, L., & Anirudhan, S. (2021). Investigation of Inferential Skills in School Going Preadolescents. *International Journal of Health Sciences and Research*, 11(7), 272–280. <https://doi.org/10.52403/ijhsr.20210737>
- Adejumoke, I., Babatunde, A., Abimbola, O., Tabitha, A.-A., Adewumi, D., & Toyin, O. (2018). Water Pollution: Effects, Prevention, and Climatic Impact. In *Water Challenges of an Urbanizing World*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72018>
- Adnyanan, G. P. (2012). Keterampilan Berpikir Kritis Dan Pemahaman Konsep Siswa Pada Model Siklus Belajar Hipotetis Deduktif. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 45(3).
- Agiesta, S. N. (2021). *Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Web Based Inquiry dan Google Classroom terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Sistem Eksresi*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Akinnawo, S. O. (2023). Eutrophication: Causes, consequences, physical, chemical and biological techniques for mitigation strategies. *Environmental Challenges*, 12, 100733. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100733>
- Alo, M. P., & Origines, D. V. (2021). *Integrated Web-Based Learning Approach and The Students' Academic Achievement*. <https://ojs.uib.ac.id/index.php/icohetech/article/view/1131/971>
- Arianto, A., Halang, B., & Putra, A. P. (2023). Keragaman Jenis Ikan Familia Eleotridae Di Sungai Beringin Kencana Kecamatan Tabunganen Sebagai

- Buku Saku Elektronik Pada Konsep Keanekaragaman Hayati SMA. *JUPEIS : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(3), 1–17.
<https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol2.Iss3.602>
- Arikunto, S. (2014). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. PT. Rineka Cipta.
- Aulia, A., Azizah, R., Sulistyorini, L., & Rizaldi, M. A. (2023). Literature Review: Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan Pesisir, Biota Laut dan Potensi Risiko Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 328–341.
<https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.328-341>
- Babuji, P., Thirumalaisamy, S., Duraisamy, K., & Periyasamy, G. (2023). Human Health Risks due to Exposure to Water Pollution: A Review. *Water*, 15(14), 2532. <https://doi.org/10.3390/w15142532>
- Barus, A. G. (2022). *Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Perubahan Lingkungan di Kelas X MIA SMA Negeri Binjai Tahun Pembelajaran 2020/2021*.
<http://digilib.unimed.ac.id/45947/6/8.%20NIM%204173141002%20CHAPTER%20I.pdf>
- Behar-Horenstein, L. S., & Niu, L. (2011). Teaching Critical Thinking Skills In Higher Education: A Review Of The Literature. In *Journal of College Teaching & Learning-February* (Vol. 8, Issue 2).
- Bradshaw, A. C. (2017). Critical Pedagogy and Educational Technology. *Culture, Learning, and Technology: Research and Practice*, 8–27.
<https://doi.org/10.4324/9781315681689-2>
- Brown, C. J., Saunders, M. I., Possingham, H. P., & Richardson, A. J. (2014). Interactions between global and local stressors of ecosystems determine management effectiveness in cumulative impact mapping. *Diversity and Distributions*, 20(5), 538–546. <https://doi.org/10.1111/ddi.12159>
- Combs, L. B., Cennamo, K. S., & Newbill, P. L. (2009). Developing Critical and Creative Thinkers: Toward a Conceptual Model of Creative and Critical

- Thinking Processes. *Educational Technology*, 49(5), 3–14. <https://www.jstor.org/stable/44429711?seq=1&cid=pdf->
- Ennis, R. H. (1993). Critical thinking assessment. *Theory Into Practice*, 32(3), 179–186. <https://doi.org/10.1080/00405849309543594>
- Ennis, R. H. (1996). Critical Thinking Dispositions: Their Nature and Assessability. *Informal Logic*, 18(2). <https://doi.org/10.22329/il.v18i2.2378>
- Espina, J. I. (2022). The Effectiveness of Critical Evaluation and Questioning Techniques to Increase Students' Critical Thinking Skill: A Case Study. *Journal of Education, Language Innovation, and Applied Linguistics*, 1(1), 1–9.
- Facione, P. (2016). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. <https://www.researchgate.net/publication/251303244>
- Frazier, L. D., Schwartz, B. L., & Metcalfe, J. (2021). The MAPS model of self-regulation: Integrating metacognition, agency, and possible selves. *Metacognition and Learning*, 16, 297–318. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09255-3>
- Gokhale, A. A. (1995). Collaborative Learning Enhances Critical Thinking. *Journal of Technology Education*, 7(1). <https://doi.org/10.21061/jte.v7i1.a.2>
- Guido, M. (2017, January 19). *What Is Inquiry-Based Learning: 7 Benefits & Strategies You Need to Know*. Prodigy.
- Gul, H., & Das, B. K. (2023). The Impacts of Air Pollution on Human Health and Well-Being: A Comprehensive Review. *Journal of Environmental Impact and Management Policy*, 36, 1–11. <https://doi.org/10.55529/jeimp.36.1.11>
- Gusmardin, Y., Bektiarso, S., & Wicaksono, I. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Guided Inquiry disertai Scaffolding Prompting Questioning terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Gerak Lurus di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 8(2), 93–100. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/11670/6837>

- Hake, R. R. (1999). *ANALYZING CHANGE/GAIN SCORES*.
<http://lists.asu.edu/cgi-bin/wa?A2=ind9903&L=aera-d&P=R6855>
- Hamdani, M., Prayitno, B. A., & Karyanto, P. (2019). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Metode Eksperimen The Improve Ability To Think Critically Through The Experimental Method. *Proceeding Biology Education Conference*, 16(1), 139–145. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/38412>
- Haug, B. S., & Mork, S. M. (2021). Taking 21st century skills from vision to classroom: What teachers highlight as supportive professional development in the light of new demands from educational reforms. *Teaching and Teacher Education*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103286>
- Huang, L., & Pei, X. (2024). Exploring the impact of web-based inquiry on elementary school students' science identity development in a STEM learning unit. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(885). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03299-5>
- Hull, K. R., Jensen, B., & Murnane, N. (2021). *Teaching Critical Thinking: exploring implications for Stages 4 and 5 Science and History teaching*. www.learningfirst.com.
- Jufriadi, A., Huda, C., Aji, S. D., Pratiwi, H. Y., & Ayu, H. D. (2022). Analisis Keterampilan Abad 21 melalui Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 7(1), 39–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.24832/jpnk.v7i1.2482>
- Kamdi, N., Rochintaniawati, D., & Cahya Prima, E. (2022). Efektivitas Web Based Inquiry Learning pada Materi Pencemaran Lingkungan dalam Konteks Education Sustainable Development untuk Meningkatkan Kemampuan Berinkuiri dan Kepedulian Lingkungan Siswa. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(3), 733–738. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/pendipa733>
- Khairiyah, U. (2018). Respon Siswa Terhadap Media Dakon Matika Materi KPK dan FPB pada Siswa Kelas IV di SD/MI Lamongan. *AL-MURABBI: Jurnal Studi Kependidikan Dan Keislaman*, 5(2), 197–204. <https://doi.org/10.53627/jam.v5i2.3476>

- Khairuddin, Yamin, M., & Syukur, A. (2016). Analisis Kualitas Air Kali Ancar dengan Menggunakan Bioindikator Makroinvertebrata. *Jurnal Biologi Tropis*, 16(2). <https://doi.org/10.29303/jbt.v16i2.220>
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K. (2015). *Guided Inquiry: Learning in the 21st Century*. ABC-CLIO, LLC. <https://doi.org/10.5040/9798400660603>
- Latiifani, C., Rinanto, Y., & Marjono. (2016). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING UNTUK MENINGKATKAN RASA INGIN TAHU (CURIOSITY) SISWA KELAS X MIPA 2 SMA NEGERI 6 SURAKARTA TAHUN PELAJARAN 2015/2016. *Bio-Pedagogi*, 5(2), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v5i2.5414>
- Lin, L., Yang, H., & Xu, X. (2022). Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246>
- Masfufah, E., Sari, E., Munafi'ah, A., & Kusmawati, H. (2023). Strategi Pengelolaan Kelas dalam Meningkatkan Proses dan Hasil Pembelajaran Yang Efektif dan Efisien. *Journal of Student Research (JSR)*, 1(1), 215–230. <https://ejurnal.stie-trianandra.ac.id/index.php/jsr/article/view/981>
- Muhamad Dah, N., Mat Noor, M. S. A., Kamarudin, M. Z., & Syed Abdul Azziz, S. S. (2024). The impacts of open inquiry on students' learning in science: A systematic literature review. *Educational Research Review*, 43, 100601. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100601>
- Muhammad, A. H., Siddique, A., Youssef, A. E., Saleem, K., Shahzad, B., Akram, A., & Al-Thnain, A. B. S. (2020). A hierarchical model to evaluate the quality of web-based E-learning systems. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/SU12104071>
- Murni, R. L. F., Harlita, & Widoretno, S. (2017). Penerapan Guided Inquiry Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Interpretasi Data Siswa Kelas XI IPA 4 Tahun Pelajaran 2016/2017 pada Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Proceeding Biology Education Conference*, 14(1), 355–360.

- Murtaza, G., Murtaza, B., Niazi, N. K., & Sabir, M. (2014). Soil Contaminants: Sources, Effects, and Approaches for Remediation. In *Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes* (pp. 171–196). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8824-8_7
- Mustafa, B. M., & Hassan, N. E. (2024). Water Contamination and Its Effects on Human Health: A Review. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 28(1), 38–49. <https://doi.org/10.9734/jgeesi/2024/v28i1743>
- Nold, H. (2017). Using Critical Thinking Teaching Methods to Increase Student Success: An Action Research Project. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 29(1), 17–32. <http://www.isetl.org/ijtlhe/>
- Novitra, F., Festiyed, Yohandri, & Asrizal. (2021). Development of Online-based Inquiry Learning Model to Improve 21st-Century Skills of Physics Students in Senior High School. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(9), 1–20. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11152>
- Nurfikah, S., Tandirerung, N., Aisyah, S., Hukmatiah, N., & Awaru, A. O. T. (2024). PENGARUH ORGANISASI TERHADAP PERKEMBANGAN KOGNITIF MAHASISWA DI KAMPUS UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR. *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia*, 1(2), 147–151.
- Nurlatifah, & Suprihatiningrum, J. (2023). Pengembangan Google Sites Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Asam Basa sebagai Media Belajar Mandiri Siswa SMA/MA Kelas XI Nurlatifah, Jamil Suprihatiningrum*. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 11(1), 67–83. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i4.27391>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education* (Vol. 1). OECD. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., & Christ, R. (2015). *Climate change 2014 : synthesis report*.

- Pradana, S. D. S., Parno, & Handayanto, S. K. (2017). Pengembangan tes kemampuan berpikir kritis pada materi Optik Geometri untuk mahasiswa Fisika. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 21(1), 51–64. <https://doi.org/10.21831/pep.v21i1.13139>
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Prokoso, C. P., Romadhon, A., & Arisandi, A. (2009). *Kajian Uji Hayati Air Limbah Hasil Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dr. Ramelan Surabaya*. 2(1), 27–31.
- Rahmadhani, H. N., & Astriani, D. (2022). IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERSTRUKTUR UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2), 290–295. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa>
- Raudya, H. A. (2022). *Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Berbasis Web Terhadap Kemampuan Inkuiri Peserta Didik pada Materi Zat Makanan*.
- Rice, M., Wijekumar, K., Lambright, K., & Bristow, A. (2023). Inferencing in Reading Comprehension: Examining Variations in Definition, Instruction, and Assessment. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-023-09660-y>
- Rosa, S. S. (2022). *Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Melalui STEM PJBK pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Saadé, R. G., Morin, D., & Thomas, J. D. E. (2012). Critical thinking in E-learning environments. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1608–1617. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.03.025>
- Sahil, J., Hasan, S., Haerullah, A., & Saibi, N. (2022). Penerapan Pembelajaran Abad 21 pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Negeri Kota Ternate.

BIOSFER : Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi, 7(1).
<https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/5430/2325>

- Säljö, R. (2010). Digital tools and challenges to institutional traditions of learning: technologies, social memory and the performative nature of learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(1), 53–64. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00341.x>
- Santiawati, S. (2021). Integration of jigsaw type inquiry and cooperative learning models for increasing student understanding and participation. *Pedagogia Scientific Journal of Education*, 13(1), 23–28.
- Santoso, T., Sutanto, A., & Achyani. (2021). Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Danau Asam Suoh Lampung Barat. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2).
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Slameto. (2017). Critical Thinking and CRITICAL THINKING AND ITS AFFECTING FACTORS. *Jurnal Penelitian Humaniora*, 18(2), 1–11. <https://doi.org/10.23917/humaniora.v18i2.5187>
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Smith, P., House, J. I., Bustamante, M., Sobocká, J., Harper, R., Pan, G., West, P. C., Clark, J. M., Adhya, T., Rumpel, C., Paustian, K., Kuikman, P., Cotrufo, M. F., Elliott, J. A., McDowell, R., Griffiths, R. I., Asakawa, S., Bondeau, A., Jain, A. K., ... Pugh, T. A. M. (2016). Global change pressures on soils from land use and management. *Global Change Biology*, 22(3), 1008–1028. <https://doi.org/10.1111/gcb.13068>

- Song, H., & Cai, L. (2024). Interactive learning environment as a source of critical thinking skills for college students. *BMC Medical Education*, 24(270). <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05247-y>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Alfabeta.
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-gain vs Stacking: Analisis Perubahan Abilitas Peserta Didik dalam Desain One Group Pretest-Posttest*. Suryacahya.
- Sun, D., & Looi, C. K. (2013). Designing a Web-Based Science Learning Environment for Model-Based Collaborative Inquiry. *Journal of Science Education and Technology*, 22(1), 73–89. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9377-9>
- Surtikanti, K. H. (2011). *Toksikologi Lingkungan dan Metode Uji Hayati*. Rizqi Press.
- Susilowati, N., Rochmad, & Rusilowati, A. (2019). *Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pembelajaran Learning Cycle 7E dengan Scaffolding*.
- Universitas Guam. (2018). *Assessing Core Competencies: Results of Critical Thinking Skills Testing*. www.uog.edu
- Wardoyo, E. D. M. (2023). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis Personal Digital Inquiry terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kolaborasi Siswa pada Materi Keanekaragaman Hayati*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Widodo, A. (2021). *PEMBELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM: DASAR-DASAR UNTUK PRAKTIK* (M. Iriany, Ed.). UPI PRESS.
- Zaynab, M., Al-Yahyai, R., Ameen, A., Sharif, Y., Ali, L., Fatima, M., Khan, K. A., & Li, S. (2022). Health and environmental effects of heavy metals. *Journal of King Saud University - Science*, 34(1), 101653. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101653>
- Zion, M., & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. *Science Education International*, 23(4), 383–399.

Zubaidah, S., Corebima, A. D., Mahanal, S., & Mistianah. (2018). Revealing the relationship between reading interest and critical thinking skills through remap GI and remap jigsaw. *International Journal of Instruction*, *11*(2), 41–56. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.1124a>