

**PERANAN *VIRTUAL EXPERIMENT* BUFFER+ UNTUK
MEMFASILITASI KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK
PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA**



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia

Oleh :

Shopiy Nabilah Hidayat

2108031

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
2025**

**PERANAN *VIRTUAL EXPERIMENT* BUFFER+ DALAM
PEMBELAJARAN UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA**

Oleh
Shopiy Nabilah Hidayat

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia

© Shopiy Nabilah Hidayat 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2025

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

LEMBAR PENGESAHAN

SHOPIY NABILAH HIDAYAT

PERANAN *VIRTUAL EXPERIMENT BUFFER+* UNTUK MEMFASILITASI
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI
LARUTAN PENYANGGA

Disetujui dan disahkan oleh

Pembimbing I



(Gun Gun Gumilar, M.Si.)
NIP 197906262001121001

Pembimbing II



(Dr. Ijang Rohman, M.Si.)
NIP. 196310291987031001

Mengetahui

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia



(Prof. Dr. H. Wiji, M.Si.)
NIP 197204302001121001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shopiy Nabilah Hidayat

NIM : 2108031

Program Studi : Pendidikan Kimia

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, Agustus, 2025



(Shopiy Nabilah Hidayat)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran *virtual experiment* Buffer+ dalam memfasilitasi kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Virtual Experiment* Buffer+ dikembangkan oleh Aulia (2022). Penelitian ini menggunakan metode *pre experimental*. Subjek penelitian terdiri atas 32 peserta didik kelas XI di salah satu SMA di Kota Cimahi. Tahapan penelitian meliputi analisis karakteristik *virtual experiment* Buffer+, analisis model pembelajaran untuk digunakan dalam pembelajaran, dan pelaksanaan pembelajaran berbantuan *virtual experiment* Buffer+ untuk mengetahui peranan Buffer+ dalam memfasilitasi kemampuan berpikir kritis peserta didik. Aspek keterlaksanaan pembelajaran diukur melalui lembar observasi dan penilaian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), sedangkan kemampuan berpikir kritis diukur melalui tes uraian dalam LKPD. Karakteristik *virtual experiment* Buffer+ merupakan media yang mampu memvisualisasikan alat, prosedur, dan hasil eksperimen sesungguhnya. Model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik *virtual experiment* adalah model inkuiri terbimbing. Penerapan model inkuiri terbimbing terlaksana dan *virtual experiment* dapat berperan memfasilitasi kemampuan berpikir kritis peserta didik. Sebanyak 19 peserta didik memiliki kemampuan berpikir dalam kategori sangat tinggi, 4 peserta didik pada kategori tinggi, 8 peserta didik pada kategori sedang, dan 1 peserta didik pada kategori rendah. Hasil uji *chi-square* menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik sama dan cenderung pada kategori sangat tinggi.

Kata Kunci: *Virtual Experiment, Larutan Penyangga, Berpikir Kritis, Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing*

ABSTRACT

This study aims to examine the role of the Buffer+ virtual experiment in facilitating students' critical thinking skills. The Buffer+ Virtual Experiment was developed by Aulia (2022). This study used a pre-experimental method. The research subjects consisted of 32 eleventh-grade students at a high school in Cimahi City. The research stages include analyzing the characteristics of the Buffer+ virtual experiment, analyzing the learning model for use in learning, and implementing learning assisted by the Buffer+ virtual experiment to determine the role of Buffer+ in facilitating students' critical thinking skills. The aspect of learning implementation is explained through observation sheets and assessments of Student Worksheets (LKPD), while critical thinking skills are measured through descriptive tests in the LKPD. The characteristics of the Buffer+ Virtual Experiment are media that are able to visualize the tools, procedures, and results of real experiments. The learning model that is appropriate to the characteristics of virtual experiments is the guided inquiry model. The implementation of the guided inquiry model was implemented and the virtual experiment can play a role in facilitating students' critical thinking skills. A total of 19 students have thinking skills in the very high category, 4 students in the high category, 8 students in the medium category, and 1 student in the low category. The results of the chi square test show that students' critical thinking abilities are the same and tend to be in the very high category.

Keywords: *Virtual Experiment, Buffer Solution, Critical Thinking, Guided Inquiry Learning Model*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
BAB II	5
2.1 Media Pembelajaran	5
2.1.1 Fungsi Penggunaan Media Pembelajaran	5
2.1.3 <i>Virtual Experiment</i>	6
2.2 Model Pembelajaran.....	7
2.2.1 Model Inkuiri Terbimbing	8
2.2.2 <i>Discovery Learning</i>	13
2.2.3 Model <i>Predict Observe Explain</i> (POE)	14
2.2.4 Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL).....	14
2.3 Desain Pembelajaran	15
2.4 Berpikir Kritis	16
2.5 Larutan Penyangga	18
2.5.1 Prinsip Kerja Larutan Penyangga	19
2.5.2 Persamaan Henderson-Hasselbach	20
2.5.3 Kapasitas Larutan Penyangga dan Kisaran pH.....	20
BAB III.....	22

3.1 Metode Penelitian.....	22
3.2 Partisipan dan Tempat Penelitian.....	22
3.3 Alur Penelitian.....	23
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.5 Instrumen Penelitian.....	24
3.5.1. Lembar Karakteristik <i>Virtual Experiment Buffer+</i>	25
3.5.2 Lembar Analisis Model Pembelajaran.....	25
3.5.3 Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran	25
3.5.4 Lembar Kerja Peserta didik (LKPD)	25
3.5.5 Lembar Angket Tanggapan	26
3.6 Teknik Pengumpulan Data	26
3.7 Prosedur Analisis Data	27
3.7.1 Pengolahan hasil lembar karakteristik <i>virtual experiment Buffer+</i>	28
3.7.2 Pengolahan Hasil Analisis Model Pembelajaran.....	28
3.7.3 Pengolahan Keterlaksanaan Pembelajaran Berbantuan <i>Virtual Experiment Buffer+</i>	28
3.7.4 Pengolahan Data Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik	29
BAB IV	31
4.1 Karakteristik <i>Virtual Experiment Buffer+</i>	31
4.2 Hasil Analisis Model Pembelajaran	43
4.3 Keterlaksanaan Pembelajaran Model Inkuiri Terbimbing berbantuan <i>Virtual Experiment Buffer+</i>	49
4.3.1 Analisis CP dan ATP	49
4.3.2 Modul Ajar Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan <i>Virtual Experiment Buffer+</i>	51
4.3.3 Lembar Kerja Peserta Didik berbantuan <i>Virtual Experiment Buffer+</i> .	52
4.3.4 Keterlaksanaan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan <i>Virtual Experiment Buffer+</i>	53
4.4 Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Berbantuan <i>Virtual Experiment Buffer+</i>	59
4.4.1 Indikator Berpikir Kritis Membangun Keterampilan Dasar	63
4.4.2 Indikator Menyimpulkan	67
4.4.3 Memberikan Penjelasan Lanjut	78

BAB V	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....	80
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 One shot case study	22
Gambar 3. 2 Alur Penelitian	23
Gambar 4. 1 Tampilan Pemilihan Larutan pada <i>Virtual Experiment Buffer+</i>	32
Gambar 4. 2 Tampilan Percobaan Larutan NaCl Penambahan Asam (HCl)	32
Gambar 4. 3 Tampilan Grafik Pengaruh Penambahan HCl 0,1 M terhadap pH... 33	
Gambar 4. 4 Tampilan Percobaan Larutan NaCl Penambahan Basa..... 33	
Gambar 4. 5 Tampilan Grafik Pengaruh Penambahan NaOH 0,1M terhadap pH Larutan NaCl 0,01 M	34
Gambar 4. 6 Tampilan Percobaan Larutan CH ₃ COOH/CH ₃ COONa Penambahan Asam	34
Gambar 4. 7 Tampilan Grafik Pengaruh Penambahan HCl 0,1M terhadap pH Larutan CH ₃ COOH/CH ₃ COONa 0,01 M	35
Gambar 4.8 Tampilan Percobaan Larutan CH ₃ COOH/CH ₃ COONa Penambahan Basa	35
Gambar 4. 9 Tampilan Grafik Pengaruh Penambahan NaOH 0,1M terhadap pH Larutan CH ₃ COOH/CH ₃ COONa 0,01 M	36
Gambar 4. 10 Tampilan Percobaan Larutan NH ₃ /NH ₄ Cl Penambahan Asam 36	
Gambar 4. 11 Tampilan Grafik Pengaruh Penambahan HCl 0,1M terhadap pH Larutan NH ₃ /NH ₄ Cl 0,01 M	37
Gambar 4. 12 Tampilan Percobaan Larutan NH ₃ /NH ₄ Cl Penambahan Basa..... 37	
Gambar 4. 13 Tampilan Grafik Pengaruh Penambahan NaOH 0,1M terhadap pH Larutan NH ₃ /NH ₄ Cl 0,01 M	38
Gambar 4. 14 Perbandingan Grafik Pengaruh Penambahan HCl 0,1 M terhadap Larutan NaCl 0,01 M dan Larutan CH ₃ COOH/CH ₃ COONa..... 52	
Gambar 4. 15 Kemampuan Peserta Didik Pertahanan Inkuiri Terbimbing	54
Gambar 4. 16 Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik..... 60	
Gambar 4. 17 Kemampuan Peserta didik Setiap Indikator	62
Gambar 4. 18 Jawaban Peserta Didik Soal Nomor 8 dengan Skor Maksimal..... 64	

Gambar 4. 19 Jawaban Peserta Didik Soal Nomor 8 dengan Skor Maksimal.....	64
Gambar 4. 20 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 4 dengan Skor Maksimal	65
Gambar 4. 21 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 4 dengan Skor Kurang Maksimal.....	66
Gambar 4. 22 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 9 dengan Skor Maksimal	66
Gambar 4. 23 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 9 dengan Skor Kurang Maksimal.....	66
Gambar 4. 24 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 5 dengan Skor Kurang Maksimal.....	68
Gambar 4. 25 Jawaban Peserta Didik Soal Nomor 5 dengan Skor Kurang Maksimal.....	69
Gambar 4. 26 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 10 dengan Skor Maksimal.....	70
Gambar 4. 27 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 10 dengan Skor Kurang Maksimal.....	70
Gambar 4. 28 Jawaban Peserta didik pada Soal Nomor 13 dengan Skor Maksimal	71
Gambar 4. 29 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 13 dengan Skor Kurang Maksimal.....	71
Gambar 4. 30 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 2 dengan Skor Maksimal	72
Gambar 4. 31 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 2 dengan Skor Kurang Maksimal.....	73
Gambar 4. 32 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 6 dengan Skor Maksimal	73
Gambar 4. 33 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 6 dengan Skor Kurang Maksimal.....	74
Gambar 4. 34 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 7 dengan Skor Maksimal	74

Gambar 4. 35 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 7 dengan Skor Kurang	
Maksimal.....	75
Gambar 4. 36 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 7 dengan Kurang Skor	
Maksimal.....	75
Gambar 4. 37 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 11 dengan Maksimal....	76
Gambar 4. 38 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 11 dengan Skor Kurang	
Maksimal.....	76
Gambar 4. 39 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 12 dengan Skor Kurang	
Maksimal.....	77
Gambar 4. 40 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 12 dengan Skor Kurang	
Maksimal.....	77
Gambar 4. 41 Jawaban Peserta Didik pada Soal Nomor 1 dengan Skor Maksmlal	
.....	78
Gambar 4. 42 Jawaban Peserta Didik Pada Soal Nomor 1 dengan Skor Kurang	
Maksimal.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indikator Berpikir Kritis menurut Ennis (dalam Costa 1991)	18
Tabel 3. 1 Teknik Pengumpulan Data.....	26
Tabel 3. 2 Interpretasi Tabel	29
Tabel 3. 3 Konversi Skor Kemampuan Peserta Didik (Azwar, 2010).....	29
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Perbedaan Langkah Kerja Eksperimen Rill dan Virtual Experiment Buffer+	40
Tabel 4. 2 Analisis Model Pembelajaran	44
Tabel 4. 3 KD dan IPK yang tertera di dalam <i>Virtual Experiment</i> Buffer+	49
Tabel 4. 4 CP, ATP, dan TP.....	50
Tabel 4. 6 Hasil Uji Chi-Square Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis Krateristik Virtual Experiment Buffer	85
Lampiran 2 Analisis Model Pembelajaran.....	99
Lampiran 3 Modul Ajar Larutan Penyangga	103
Lampiran 4 Lembar Kerja Peserta Didik Sebelum Validasi.....	111
Lampiran 5 Lembar Kerja Peserta Didik setelah Validasi.....	118
Lampiran 6 Pemetaan Indikator Berpikir Kritis dan Sub Indikator Berpikir Kritis Menurut Ennis (dalam Costa, 1991)	125
Lampiran 7 Kisi-Kisi Soal	127
Lampiran 8 Rubrik Penilaian	135
Lampiran 9 Lembar Validasi Soal LKPD.....	147
Lampiran 10 Lembar Observasi Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing	175
Lampiran 11 Jawaban Peserta Didik Di Dalam LKPD Berdasarkan Sintaks Inkuiri Terbimbing.....	197
Lampiran 12 Skor LKPD Peserta Didik	199
Lampiran 13 Hasil Skor dan Persentase Berpikir Kritis Setiap Indikator	201
Lampiran 14 Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik	206
Lampiran 15 Hasil Analisis Uji Chi-Square	210
Lampiran 16 Angket Pembelajaran berbantuan Virtual Experiment Buffer+	218
Lampiran 17 Jawaban Angket Peserta Didik.....	221
Lampiran 18 Surat Izin Penelitian	232
Lampiran 19 Dokumentasi Penelitian.....	233
Lampiran 20 Riwayat Hidup Penulis	234

DAFTAR PUSTAKA

- Abarang, N., & Delviany, D. (2021). Peningkatan hasil belajar peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Jurnal Pendidikan dan Profesi Keguruan*, 1(2), 1-10.
- Aditomo, Anindito. *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Menengah*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, dan Teknologi Republik Indonesia. 2023.
- Ainulhaq, N., & Rahayu, M. (2023). Pengembangan penilaian kinerja pada praktikum larutan penyangga untuk menilai keterampilan proses sains (kps) peserta didik sma. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(2), 222-236.
- Anam, R. A. (2019). Perbandingan Peningkatan Serta Pengaruh Penggunaan Metode Eksperimen Nyata Dan Virtual Pada Pelajaran Ipa Dengan Model Inkuiri Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar. *EDUPROXIMA (JURNAL ILMIAH PENDIDIKAN IPA)*, 1(1).
- Annisak, F., Zainuri, H. S., Fadillah, S. (2024). Peran Uji Hipotesis Penelitian Perbandingan Menggunakan Statistika Non Parametrik dalam Penelitian. *Al Ittihadu*, 3(1), 105-116.
- Arfa, N., Harjono, H., Sumarni, W., & Nuswowati, M. (2020). Kontribusi Virtual Laboratory Pada Pembelajaran Guided-Inquiry Materi Larutan Penyangga Terhadap Hasil Belajar Dan Keterampilan Berpikir Kritis. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(1), 62-74.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik (Revisi ke-15)*. Rineka Cipta.
- Arlianty. Pemanfaatan Penggunaan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Konstruktivis Pada Materi Hidrolisis Garam Semester Genap Sma Negeri 1 Kartasura Tahun Ajaran 2013/2014.
- Aulia, F. N. (2022). Pengembangan simulator sifat larutan penyangga (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Azwar, S. (2014). *Tes Prestasi Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Azhar Arsyad. (2007). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia. (2024). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Edisi Revisi 2024*. Jakarta : Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Brady, J. E., Hyslop, A., & Jespersen, N. D. (2012). *Chemistry: The molecular nature of matter* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Brown, T. L., Lemay, H.U., Bursten, B.E., Murphy, C.J. (2012). *Chemistry: the central science*. Twelfth Edition. USA: Pearson
- Chang, R. dan Overby, J. (2011). *General Chemistry The Essential Concepts 6th Edition*. New York: The Mc Graw Hill Companies.

- Chaeruman, Uwes Anis. (2021). *Desain Sistem Pembelajaran*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Chen, X. (2025). Prediction-Observation-Explanation (POE): An Effective Approach to Science Education. *Science Insights Education Frontiers*, 28(1), 4549-4551.
- Çingil Baris, Ç. (2021). A Review of Studies Conducted with the Prediction-Observation-Explanation (POE) in Biology Education. *International Online Journal of Education and Teaching*, 8(3), 1797-1816.
- Costa, A.L. (1991). *Developing Minds: a resource book for teaching thinking*. California: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dewi, A., Tika, N., & Suardana, I. N. (2019). Komparasi Praktikum Riil Dan Praktikum Virtual terhadap Hasil Belajar Kimia Peserta didik Sma Pada Pembelajaran Larutan Penyangga. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 3(2), 85-93.
- Facione, P. A. (2015). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight Assessment*, 1(1), 1–23.
- Fadhillah, A. S., Rahmaniah, M., Putri, S. D., Febrian, M. D., Prakoso, M. C., & Nurlaela, R. S. (2024). Sistem pengambilan contoh dalam metode penelitian. *Karimah Tauhid*, 3(6), 7228-7237.
- Fadly, Wirawan. (2022). *Model-Model Pembelajaran untuk Implementasi Kurikulum Merdeka*. Bantul: Bening Pustaka.
- Fauziah, Nenden. (2009). *Kimia 2: SMA dan MA Kelas XI IPA*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Fauziah, Nurul., Alrian, Rahmad. (2025). Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X SMK Muhammadiyah 1 Pekabaru. *Jurnal Pendidikan Dirgantara*, 2(2), 10-30.
- Fernanda, A., Haryani, S., Prasetya, A. T., & Hilmi, M. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik Kelas XI pada Materi Larutan Penyangga dengan Model Pembelajaran Predict Observe Explain. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).
- Hidayah, R., Salimi, M., & Susiani, T. S. (2017). Critical thinking skill: konsep dan inidikator penilaian. *Taman Cendekia: Jurnal Pendidikan Ke-SD-an*, 1(2), 127-133.
- Hindayani, Ayu., Permatasari, Fanny Intan., Putri, Amalia Safira. (2022). *Panduan Pengukuran pH dengan Teknik Kalibrasi Dua Titik*. Jakarta: Direktorat Badan Satuan Ukuran Termoelektrik dan Kimia.
- Husain, A., Rahman, F., & Sari, T. (2022). Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing terhadap Pemahaman Konseptual Peserta Didik pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 14(2), 123-134.
- Irwanto, I. (2017). Penggunaan smartphone dalam pembelajaran Kimia SMA. *Holistik*, 2(1), 81-87.
- Iskandar, F. (2013). Implementasi *Virtual Experiment* pada Mata Pelajaran Fisika dalam Pembelajaran Kooperatif Terhadap Hasil Belajar Fisika Di SMAN 1 Lubuk Sikaping. *EKSAKTA*, 2.

- Jack, G. U. 2013. Concept Mapping and Guided Inquiry as Effective Techniques for Teaching Difficult Concepts in Chemistry: Effect on Students' Academic Achievement. *Journal of Education and Practice*, 4(5), 9-16
- Kartimi, K., & Liliarsari, L. (2012). Pengembangan Alat Ukur Berpikir Kritis pada Konsep Termokimia untuk Siswa SMA Peringkat Atas dan Menengah. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 21-26.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. (2024). Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah
- Nuraeni, S., Feronika, T., & Yunita, L. (2019). Implementasi self-efficacy dan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran kimia di abad 21. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 1(2), 49-56.
- Nursalam. (2015). *Statistika Pendidikan*. Makassar: Alauddin University Press.
- Petrucci, R. H. (2010). *General chemistry principle and modern applications*. Tenth Edition. USA: Pearson.
- Purwaningrum, J. P. (2016). Mengembangkan Kemampuan Berfikir Kreatif Mtematis Melalui Disovery Learning Berbasis Sceintific Approach. *Jurnal Refleksi Edukatika*, 6(2), 102-114.
- Puspita, D. R., & Sartika, R. P. (2014). Deskripsi Keterampilan Proses Sains Peserta didik melalui Metode Praktikum Materi Larutan Penyangga Kelas XI MIA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 4(9).
- Rudy, S., & Hasanah, H. (2017). *Media Pembelajaran*. Jember: CV Pustaka Abadi.
- Salamun., Widyastuti, Ana., Syawaluddin., Astuti, Rini Nafsiati., Iwan., Simarmata, Janner., Simamarta, Ester Julinda., Suleman, Nita., Lotulung Christa., Arief, M.Habibullah. (2023). *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Lampung: Yayasan Kita Menulis.
- Sandi, K., & Fatisa, Y. (2023). Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didi Pada Materi Larutan Penyangga Menggunakan Metode Praktikum Virtual. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 2(1), 50-57.
- Sanjaya, Wina. (2014). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: KENCANA.
- Sapriyah, S. (2019, May). Media pembelajaran dalam proses belajar mengajar. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP* (Vol. 2, No. 1, pp. 470-477).
- Sari, M., Elvira, D. N., & Aprilia, N. (2024). Media Pembelajaran Berbasis Digital Untuk Meningkatkan Minat Belajar Pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia. *Warta Dharmawangsa*, 18(1), 205-218.
- Sari, S. N., Supriyanti, F. T., & Dwiyanti, G. (2019). Analisis Keterampilan Proses Sains Pembelajaran Larutan Penyangga Menggunakan Siklus Belajar Hipotesis Deduktif. *EduChemia: Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 4(1), 77-88.
- Sarini, P. (2012). Pengaruh *Virtual Experiment* Terhadap Hasil Belajar Fisika Ditinjau dari Motivasi Belajar Peserta didik SMA Negeri 1 Singaraja. *Jurnal pendidikan dan pembelajaran IPA Indonesia*, 2(2).

- Sibuea, S. K., Syaukani & Nasution (2019). Penerapan Model Discovery Learning dalam Pembelajaran Sejarah Kebudayaan Islam di MTs Darul Hikmah TPI Medan. Shomali Kurnia *EDU-RILIGIA*, 3(3), 337–339.
- Silberberg, M.S. (2007). *Principle of general chemistry..* New York: McGraw-Hill.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sutikno. (2019). *Metode dan Model-Model Pembelajaran*. Holistica: Lombok.
- 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.
- Vargas-Rodríguez, Y. M., Obaya, A. E., & Valdivia, G. I. V. R. (2021). Problem Based Learning: Barrow and Bloom Taxonomy. *International Journal of Education (IJE)*, 9(4), 19-29.
- Wahyuni, V. A. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Guided Inquiry terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Retensi Peserta Didik pada Konsep Sistem Indera Manusia (Studi Eksperimen di Kelas XI Mia Man 1 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2017/2018). *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(2), 72-78.
- Wörner, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2022). The best of two worlds: A systematic review on combining real and virtual experiments in science education. *Review of Educational Research*, 92(6), 911-952.
- Zainuddin, Iba., Wardhana, Aditya. (2023). *Metode Penelitian*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Zumdahl, S. S., & De Coste, D. (2012). *Chemistry: The molecular nature of matter and change (6th ed.)*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.