

**PENGARUH PENERAPAN LKPD PRAKTIKUM BERBASIS PjBL  
PADA PENJERNIHAN AIR DENGAN KOAGULAN ALAMI  
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia*



Oleh  
Dina Trianadewi  
NIM 2006353

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN  
ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2024**

## HALAMAN HAK CIPTA

PENGARUH PENERAPAN LKPD PRAKTIKUM BERBASIS PjBL  
PADA PENJERNIHAN AIR DENGAN KOAGULAN ALAMI  
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

Oleh  
Dina Trianadewi  
NIM 2006353

Sebuah skripsi yang digunakan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh  
gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia  
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Dina Trianadewi 2024  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Juli 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang,  
*di-fotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin penulis

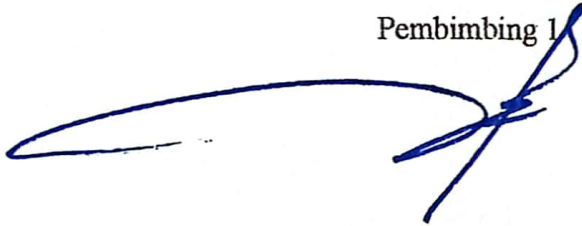
**LEMBAR PENGESAHAN**

**DINA TRIANADEWI**

**PENGARUH PENERAPAN LKPD PRAKTIKUM BERBASIS PjBL  
PADA PENJERNIHAN AIR DENGAN KOAGULAN ALAMI  
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

Disetujui dan disahkan oleh:

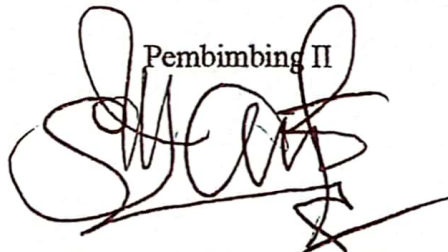
Pembimbing I



**Drs. Hokcu Suhanda, M.Si.**

NIP. 196611151991011001

Pembimbing II



**Drs. Asep Suryatna, M.Si.**

NIP. 196212091987031002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



**Dr. Wiji, M.Si.**

NIP. 197204302001121001

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan LKPD praktikum berbasis *Project Based Learning* (PjBL) terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada penjernihan air dengan koagulan alami. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pra-eksperimen dengan desain penelitian *one group pretest-posttest*. Penelitian ini dilakukan di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung dengan melibatkan partisipan sebanyak 35 peserta didik dan 5 orang validator yang terdiri dari 2 orang dosen dan 3 orang guru kimia. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu lembar keterlaksanaan proyek, lembar observasi, LKPD praktikum berbasis PjBL dan rubrik penilaian LKPD, serta soal *pretest-posttest*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh tahapan model pembelajaran PjBL pada proyek penjernihan air dengan koagulan alami mempunyai keterlaksanaan 100% (sangat baik). Indikator keterampilan berpikir kritis peserta didik yang muncul yaitu seluruh indikator yang meliputi indikator memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, strategi dan taktik, klarifikasi lebih lanjut, serta menyimpulkan yang diperoleh dari data hasil pengolahan lembar observasi secara keseluruhan yang memperoleh skor dengan rentang 87%-93% dan berdasarkan data pengolahan tugas jawaban LKPD dengan rentang skor sebesar 83-100% yang termasuk ke dalam kategori sangat baik. Pengaruh penerapan LKPD praktikum berbasis PjBL terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada penjernihan air dengan koagulan alami memperoleh rata-rata *N-gain* sebesar 0,604 yang termasuk ke dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan LKPD praktikum berbasis PjBL pada penjernihan air dengan koagulan alami berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

**Kata kunci:** Keterampilan Berpikir Kritis (KBK<sub>r</sub>), LKPD Praktikum berbasis PjBL, Koloid, Penjernihan Air, Koagulan Alami

### **ABSTRACT**

*This research aims to determine the effect of the application of Project Based Learning (PjBL) based practicum worksheets on students' critical thinking skills on water purification with natural coagulants. The research method used was a pre-experiment method with a one group pretest-posttest research design. This research was conducted in one of the public high schools in Bandung City by involving participants as many as 35 students and 5 validators consisting of 2 lecturers and 3 chemistry teachers. The research instruments used were project implementation sheet, observation sheet, PjBL-based practicum worksheets and worksheet assessment rubric, and pretest-posttest questions. The research results show that all stages of the PjBL learning model in the water purification project with coagulants have 100% implementation (very good). The indicators of students' critical thinking abilities that emerged were all indicators which included indicators of elementary clarification, basic support, strategies and tactics, advanced clarification, inference obtained from the data resulting from processing the observation sheet as a whole, which obtained a score in the range of 87%- 93% and based on worksheets answer task processing data with a score range of 83%-100% which is included in the very good category. The effect of implementing PjBL-based practical LKPD on students' critical thinking skills in purifying water with natural coagulants obtained an average N-gain value of 0.604, which is in the medium category. This shows that the application of PjBL-based practicum worksheets on water purification with natural coagulants has an effect on students' critical thinking skills.*

**Keywords:** *Critical Thinking Skills (KBKr), PjBL-based Practicum worksheets, Colloid, Water Purification, Natural Coagulants*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Struktur Organisasi .....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	7
2.1 Lembar Kerja Peserta Didik berbasis PjBL.....	7
2.2 Keterampilan Berpikir Kritis .....	9
2.3 Materi Koloid .....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Desain Penelitian .....	19
3.2 Partisipan dan tempat penelitian.....	19
3.3 Instrumen Penelitian .....	20
3.4 Prosedur Penelitian .....	21
3.5 Alur Penelitian.....	22
3.6 Teknik Analisis & Pengolahan Data.....	23
3.6.1 Uji Kelayakan RPP .....	23
3.6.2 Uji Kelayakan Keterlaksanaan Tahapan Model PjBL pada Proyek Penjernihan Air dengan Koagulan Alami .....	24

3.6.3 Lembar Keterlaksanaan Tahapan Model PjBL pada Proyek Penjernihan Air dengan Koagulan Alami .....	25
3.6.4 Lembar Observasi.....	26
3.6.6 Jawaban Tugas pada LKPD.....	27
3.6.7 Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Berdasarkan Pretest dan Posttest .....	28
3.6.7.1 Uji Validitas Isi.....	28
3.6.7.2 Uji Reliabilitas.....	29
3.6.7.3 Uji Normalitas .....	29
3.6.7.4 Uji Beda.....	30
3.6.7.5 Skor Gain yang Ternormalisasi ( <i>N-gain</i> ) .....	30
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....	32
4.1 Keterlaksanaan Tahapan Model Pembelajaran PjBL pada Proyek Penjernihan Air dengan Koagulan Alami.....	32
4.2 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis (KBK <sub>r</sub> ) yang muncul pada Pembelajaran dengan menggunakan LKPD Praktikum berbasis PjBL.....	36
4.2.1 Hasil Observasi .....	37
4.2.2 Hasil Penilaian LKPD Praktikum Berbasis PjBL .....	38
4.3 Keterampilan Berpikir Kritis (KBK <sub>r</sub> ) Peserta Didik pada Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis .....	45
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Implikasi .....	58
5.3 Rekomendasi .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	60
LAMPIRAN.....	66
RIWAYAT HIDUP.....	221

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator dan sub indikator keterampilan berpikir kritis .....	10
Tabel 2.2 Hubungan tahapan PjBL dan indikator keterampilan berpikir kritis ....	11
Tabel 2.3 Penggolongan sistem koloid .....	12
Tabel 3.1 Desain penelitian <i>one group pretest-posttest</i> .....	19
Tabel 3.2 Instrumen-instrumen penelitian .....	20
Tabel 3.3 Skor penilaian dosen dan guru berdasarkan skala Likert.....	23
Tabel 3.4 Skala kategori keterampilan berpikir kritis .....	24
Tabel 3.5 Skor penilaian dosen dan guru berdasarkan skala Likert.....	25
Tabel 3.6 Skor penilaian keterlaksanaan tahapan PjBL pada proyek penjernihan air dengan koagulan alami.....	26
Tabel 3.7 Kriteria <i>Alpha Cronbach's</i> dalam menetapkan kategori reliabilitas.....	29
Tabel 3.8 Kriteria Interpretasi skor <i>N-gain</i> .....	31
Tabel 4.1 Hasil uji kelayakan lembar keterlaksanaan tahapan model pembelajaran PjBL pada proyek penjernihan air dengan koagulan alami .....	32
Tabel 4.2 Hasil uji validitas isi soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> .....	45
Tabel 4.3 Rata-rata skor nilai <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> untuk setiap indikator keterampilan berpikir kritis .....	49
Tabel 4.4 Hasil uji normalitas .....	50
Tabel 4.5 <i>Paired samples statistics</i> .....	51
Tabel 4.6 <i>Paired samples correlations</i> .....	52
Tabel 4.7 <i>Paired samples test</i> .....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penghamburan cahaya oleh partikel koloid .....	13
Gambar 2.2 Gerakan Brown oleh partikel sistem koloid.....	13
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	22
Gambar 4.1 Persentase skor keterlaksanaan tahapan model PjBL pada proyek penjernihan air dengan koagulan alami.....	33
Gambar 4.2 Persentase skor observasi peserta didik pada setiap indikator KBK <sub>r</sub>	38
Gambar 4.3 Persentase skor jawaban tugas LKPD peserta didik pada setiap indikator KBK <sub>r</sub> .....	39
Gambar 4.4 Skor <i>N-gain</i> dari masing-masing indikator keterampilan berpikir kritis .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Menggunakan LKPD Praktikum Berbasis PjBL Sebelum Revisi.....	67
Lampiran 2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Menggunakan LKPD Praktikum Berbasis PjBL Setelah Revisi.....	85
Lampiran 3. Lembar Uji Kelayakan RPP .....	104
Lampiran 4. LKPD Penjernihan Air dengan Koagulan Alami .....	107
Lampiran 5. Rubrik Penilaian LKPD.....	121
Lampiran 6. Hasil Verifikasi Prosedur Penjernihan Air dengan Koagulan Alami .....	131
Lampiran 7. Lembar Observasi Keterampilan Berpikir Kritis.....	133
Lampiran 8. Rubrik Penilaian Lembar Observasi Keterampilan Berpikir Kritis	136
Lampiran 9. Kisi-kisi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis .....	139
Lampiran 10. Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Sebelum Revisi.....	140
Lampiran 11. Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Setelah Revisi .....	144
Lampiran 12. Rubrik Penilaian Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis.....	148
Lampiran 13. Lembar Validasi Butir Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis .....	167
Lampiran 14. Lembar Keterlaksanaan Tahapan Model PjBL pada Proyek Penjernihan Air dengan Koagulan Alami .....	184
Lampiran 15. Lembar Uji Kelayakan Keterlaksanaan Tahapan Model PjBL pada Proyek Penjernihan Air dengan Koagulan Alami.....	187
Lampiran 16. Hasil Pengolahan Lembar Uji Kelayakan RPP .....	191
Lampiran 17. Hasil Pengolahan Validasi Isi Butir Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis dengan <i>VAiken</i> .....	195
Lampiran 18. Hasil Pengolahan Nilai Reliabilitas Butir Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis dengan Program <i>SPSS 22</i> .....	196

Lampiran 19. Hasil Pengolahan Lembar Uji Kelayakan Keterlaksanaan Proyek Penjernihan Air dengan Koagulan Alami .....	197
Lampiran 20. Hasil Pengolahan Keterlaksanaan Proyek Penjernihan Air dengan Koagulan Alami .....	201
Lampiran 21. Hasil Pengolahan Observasi Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	205
Lampiran 22. Hasil Pengolahan Jawaban LKPD pada Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis.....	209
Lampiran 23. Hasil Pengolahan <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> Setiap Indikator Keterampilan Berpikir kritis .....	212
Lampiran 24. Uji Normalitas, Uji Beda ( <i>Paired Sample Test</i> ) Keterampilan Berpikir Kritis .....	217
Lampiran 25. Surat Pengantar Penelitian.....	218
Lampiran 26. Surat Keterangan Penelitian .....	219
Lampiran 27. Dokumentasi.....	220

## DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, R. (2021). *Pengantar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: SUKA Press UIN Sunan Kalijaga.
- Agung, P., & Sutji, M. (2022). Rancangan Pembelajaran Berkarakteristik dan Inovatif Abad 21 pada Materi Gelombang dengan Model Pembelajaran Discovery Learning di SMKN 1 Dukuhuri. *Cakrawala: Jurnal Pendidikan*, 214-221.
- Alhayat, A., Mukhidin, M., Utami, T., & Yustikarini, R. (2023). The Relevance of the Project-Based Learning (PjBL) Learning Model with “Kurikulum Merdeka Belajar”. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(1).
- Andayani, S., Suprastyani, H., Sa'adati, F. T., & Agustina, C. D. (2022). Analisis kesehatan ikan berdasarkan kualitas air pada budidaya Ikan Koi (Cyprinus Sp.) sistem resirkulasi. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 6(3), 20-26.
- Anggorowati, A. A. (2021). Serbuk Biji Buah Semangka Dan Pepaya Sebagai Koagulan Alami Dalam Penjernihan Air. *Cakra Kim*, 9, 18-23.
- Anggreni, Y. D., Festiyed, F., & Asrizal, A. (2019). Meta-analisis pengaruh model pembelajaran project based learning terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA. *Pillar Of Physics Education*, 12(4).
- Ardika, P., Rosidin, U., & Wahyudi, I. (2016). Pengaruh Lks Pjbl Terhadap Hasil Belajar Siswa Smp Pada Materi Suhu dan Perubahannya. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(3).
- Arikunto, S. (2015). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2016). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arnelli, & Astuti, Y. (2019). *Kimia Koloid dan permukaan*. Sleman: Deepublish.
- Ayni, L. N., & Ningsih, E. (2021). Pengolahan Limbah Cair Tekstil dengan Menggunakan Koagulan FeCl<sub>3</sub>. In *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan* (Vol. 1, No. 1, pp. 370-377).
- Budiman, A., Wahyudi, C., Irawati, W., & Hindarso, H. (2008). Kinerja koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam penjernihan air Sungai Kalimas Surabaya menjadi air bersih. *Widya Teknik*, 7(1), 25-34.

- Coniwanti, P., Mertha, I. D., & Eprianie, D. (2013). Pengaruh beberapa jenis koagulan terhadap pengolahan limbah cair industri tahu dalam tinjauannya terhadap Turbidity, TSS dan COD. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(3).
- Creswell, J. W. (2014). *Four Edition Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. California: SAGE Publication.
- Cyndiani, S., Asmah, S. N., & Nurcahyo, M. A. (2022). Analisis Model Project Based Learning (PJBL) pada Buku Peserta didik Tema 1 Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Kiprah Pendidikan*, 1(4), 334-341.
- Dhakar, R. C., Maurya, S. D., Pooniya, B. K., Bairwa, N., & Gupta, M. (2011). Moringa: The Herbal Gold to Combat Malnutrition. *Moringa: The Herbal Gold to Combat Malnutrition*.
- Farida, H., Aisyah, Y., & Zaidiyah, Z. (2021). Karakteristik Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Tepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dengan Variasi Lama Penyangraian dan Perendaman. *Jurnal Ilmiah Mahapeserta didik Pertanian*, 6(4), 481-491.
- Fitriani, R., Surahman, E., & Azzahrah, I. (2019). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(1), 6-11.
- Gabriella, R. (2023). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Praktikum Berbasis Project Based Learning (PjBL) pada Materi Koloid penjernihan air dengan Koagulan Alami*. (Skripsi). Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Hafni, R. N., Herman, T., Nurlaelah, E., & Mustikasari, L. (2020). The importance of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education to enhance students' critical thinking skill in facing the industry 4.0. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1521, No. 4, p. 042040). IOP Publishing.
- Hake, R.R. (1998). *Analyzing Change/Gain Scores*. USA: Indiana University
- Harahap, J., Ashari, T. M., & Munar, C. H. (2022). Pemanfaatan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Biokoagulan Pada Pengolahan Air Limbah Penatu. *AMINA*, 4(1), 7-16.

- Haslinah, A. (2020). Ukuran partikel dan konsentrasi koagulan serbuk biji Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap penurunan persentase COD dalam limbah cair industri tahu. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 15(01), 50-53.
- Ipaubla, M., & Maftuh, B. (2022). Analisis Model *Project Based learning* Terhadap Kreativitas dan Efektivitas Peserta didik Sekolah dasar pada Materi Sumber Daya Alam. In *PROCEEDING The 10th PEDAGOGY INTERNATIONAL CONFERENCE Productive Pedagogy based on Inclusive Education, Multiliteracy & TPACK*, 10(1), 179-188.
- Junita, Ardansyah, M., Adi, P. N., Harahap, I. H., Rohana, Julyanti, E., & Azhar, K. (2024). *Kurikulum dan Pembelajaran Tantangan Perubahan Proses Pendidikan*. Medan: UMSU Press.
- Kalsum, S., Devi, P. K., & Syahrul, H. (2009). *Kimia 2: SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta: Pusat Perbukuan.
- Kasmi, P., F. (2023). *Pengaruh Model Pembelajaran PjBL Berbasis STEAM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Koloid*. (Skripsi). Pendidikan Kimia, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Kemendikbud. (2016). Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan dan Menengah. Jakarta: Kemendikbud.
- Khoiriyah, N., Qomaria, N., Ahied, M., Putera, D. B. R. A., & Sutarja, M. C. (2022). Pengaruh model project based learning dengan pendekatan STEAM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Vektor: Jurnal Pendidikan IPA*, 3(2), 55-66.
- Koerniawati, T. (2023). *Model Pembelajaran Kooperatif Team Assisted Individualization (TeAssInd): Berbantu LKPD untuk Pemecahan Masalah Jarak pada Ruang Dimensi Tiga*. Indramayu: Penerbit Adab CV. Adamu Abimata.
- Lubis, M. R., Fujianti, D. S., Zahara, R., & Darmadi, D. (2019). The Optimization of The Electrocoagulation of Palm Oil Mill Effluent with a Box-Behnken Design. *International Journal of Technology*, 10(1).
- Muchtaridi, & Justiana, S. (2006). *Kimia 2 SMA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Yudhistira.

- Nabil, N. R. A., Wulandari, I., Yamtinah, S., Ariani, S. R. D., & Ulfa, M. (2022). Analisis indeks Aiken untuk mengetahui validitas isi instrumen asesmen kompetensi minimum berbasis konteks sains kimia. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 25(2), 184-191.
- Nurhayati, N., Mappiratu, M., & Musafira, M. (2018). Pembuatan Konsentrat Protein Dari Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) Dan Analisis Profil Asam Amino. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 4(1), 24-32.
- Nurjanah, N., & Purwantoyo, E. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Proses Pada Materi Perubahan Lingkungan. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 11, pp. 211-217).
- Nuryadi, Astuti, T., D., Utami, E., S., & Budiantara, M. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Bantul: Sibuku Media.
- Pandia, S., & Husin, A. (2005). Pengaruh massa dan ukuran biji kelor pada proses penjernihan air. *Sumber*, 27(3).
- Permono, S., Wadani, A., & Hidayati, N. (2009). *Kimia SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Pusat Perbukuan.
- Prasetyaningtyas, F. U., Rumhayati, B., & Masruri, M. (2013). Application of *Moringa Oleifera* Seed Powder For Iron (III) Coagulation on Local Water Resources. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 2(3), 122.
- Prihatinningtyas, E., Effendi, A. J. (2013). Aplikasi koagulan alami dari tepung jagung dalam pengolahan air bersih. *Jurnal Teknosains*, 2(2).
- Putra, R., Lebu, B., Munthe, M. D., & Rambe, A. M. (2013). Pemanfaatan biji kelor sebagai koagulan pada proses koagulasi limbah cair industri tahu dengan menggunakan jar test. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 28-31.
- Rahayu, H., Purwanto, J., & Hasanah, D. (2017). Pengaruh model pembelajaran project based learning (pjbl) terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. *COMPTON: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1).
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).

- Retnawati, H. (2016). Proving content validity of self-regulated learning scale (The comparison of Aiken index and expanded Gregory index). *REiD (Research and Evaluation in Education)*, 2(2), 155-164.
- Riduwan. (2019). *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Rita, E., Citraning, R., & Mustofiyah, L. (2020). Penerapan Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kreativitas Dan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA Kelas X Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *INOPENDAS: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 3(2).
- Rusmansyah, R., Rahmah, S. A., Syahmani, S., Hamid, A., Isnawati, I., & Kusuma, A. E. (2023). The Implementasi Model PjBL-STEAM konteks lahan basah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan self-efficacy peserta didik. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(1), 44-57.
- Samin. (2023). *Berpikir Kritis dengan Game Edukasi*. Sumedang: CV Mega Press Nusantara.
- Santika, I. G. N. (2021). Grand desain kebijakan strategis pemerintah dalam bidang pendidikan untuk menghadapi revolusi industri 4.0. *Jurnal Education and development*, 9(2), 369-377.
- Saputra, H. (2020). Kemampuan berfikir kritis matematis. *Perpustakaan IAI Agus Salim*, 2, 1-7.
- Setianingsih, R., Novita, M., & Patonah, S. (2022). Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pembelajaran Kimia dalam Pokok Bahasan Laju Reaksi di SMA Negeri 1 Bantarbolang. *Media Penelitian Pendidikan: Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan dan Pengajaran*, 16(1), 5-9.
- Setiawati, S. (2019). Efektivitas Project Based-Learning (PjBL) Terhadap Kemampuan Berpikir kritis Peserta didik Kelas X SMAN 2 SAPE. *PENBIOS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(01), 31-35.
- Sinulingga, A. A., & Moenir, H. D. (2022, March). Project-Based Learning Models in the Development of International Cooperation Framework Course. In *4th International Conference on Educational Development and Quality Assurance (ICED-QA 2021)* (pp. 389-394). Atlantis Press.



- 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*. Bantul: Universitas Ahmad Dahlan.
- Sunarya, Y. (2003). *Kimia Dasar 2: Berdasarkan Prinsip-Prinsip Kimia Terkini*. Bandung: Alkemi Grafisindo Press.
- Suryanti, N., & Nurhuda, N. (2021). The effect of problem-based learning with an analytical rubric on the development of students' critical thinking skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 665-684.
- Suwarno, S., & Aeni, C. (2021). Pentingnya rubrik penilaian dalam pengukuran kejujuran peserta didik. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 19(1), 161-173.
- Van Harling, V. N., & Martono, S. M. (2023). Penerapan Model *Project Based learning* (PjBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Korosi. *SOSCIED*, 6(1), 38-45.
- Wayudi, M., Suwatno, S., & Santoso, B. (2020). Kajian analisis keterampilan berpikir kritis peserta didik sekolah menengah atas. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 5(1), 67-82.
- Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L., & Stanley, G. G. (2014). *Chemistry Tenth Edition*. USA: Brooks/Cole, Cengage Learning, Inc.
- Zahroh, F. (2020). Pengaruh model pembelajaran project based learning terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi elektrokimia. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(2), 191-203.