

**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-PJBL UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA  
DIDIK SMA PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN**

**SKRIPSI**

*diajukan guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi*



oleh  
Tinda Lisetiawati  
1901464

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2023**

**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-PJBL UNTUK  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA  
DIDIK SMA PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN**

oleh  
Tinda Lisetiawati

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

©Tinda Lisetiawati 2023  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2023

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**

TINDA LISETIAWATI

**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-PJBL UNTUK  
meMENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA  
DIDIK SMA PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN**

disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



**Dr. Eni Nuraeni, M.Pd.**

**NIP. 197606052001122001**

Pembimbing II,



**Dr. Any Fitriani, M.Si.**

**NIP. 196502021991032001**

diketahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



**Dr. Kusnadi, M.Si.**

**NIP. 196805091994031001**

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS DAN BEBAS PLAGIARISME

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penerapan Pembelajaran STEM-PjBL Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA Pada Materi Perubahan Lingkungan” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya.*

Bandung, Agustus 2023

Pembuat pernyataan,



**Tinda Lisetiawati**

**NIM. 1901464**

## ABSTRAK

Berpikir kritis merupakan keterampilan penting yang perlu diintegrasikan dalam pembelajaran abad ke-21 untuk menghasilkan peserta didik yang dapat beradaptasi dengan dinamika keterampilan masa depan dan bersaing secara global. Akan tetapi, keterampilan berpikir kritis peserta didik khususnya di Indonesia masih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui penerapan pembelajaran STEM-PjBL pada materi perubahan lingkungan, khususnya pada sub bab pencemaran lingkungan. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah pre-eksperimental dengan desain penelitian *one-group Pre-test-Post-test design*. Sampel penelitian ini adalah peserta didik kelas X MIPA di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung yang terdiri dari 25 peserta didik dan terbagi menjadi 5 kelompok. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa 8 soal tes uraian keterampilan berpikir kritis yang diadaptasi dari Facione (2020), lembar kerja peserta didik, angket respon peserta didik, dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran STEM-PjBL. Data keterampilan berpikir kritis peserta didik dianalisis secara deskriptif dan dilanjutkan dengan analisis *N-Gain*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan skor *N-Gain* 0,5 yang termasuk kategori sedang, dengan distribusi peserta didik yang dikategorikan sebagai *advanced thinker*: 36%; *practicing thinker*: 60%; dan *beginning thinker*: 4%. Selain itu, diperoleh data respon peserta didik yang menunjukkan respon baik terhadap pembelajaran STEM-PjBL yang didukung dengan hasil analisis lembar observasi yang menunjukkan bahwa hampir seluruh kegiatan pembelajaran terlaksana.

**Kata kunci:** STEM-PjBL, keterampilan berpikir kritis, perubahan lingkungan

## ABSTRACT

*Critical thinking is an important skill that needs to be integrated in 21<sup>st</sup>-century learning to produce students who can adapt to the dynamics of future skills and compete globally. However, students critical thinking skills, especially in Indonesia, are still low. This study aims to analyze students' critical thinking skills through the application of STEM-PjBL learning on environmental change material, especially in the environmental pollution sub-chapter. The research method used in this study was pre-experimental with a one-group pretest-posttest design. The sample of this study was students of tenth grade majoring in mathematics and science at one of the public high schools in the city of Bandung, which consisted of 25 students and were divided into 5 groups. The instruments used in this study were 8 critical thinking skills description test questions adapted from Facione (2020), student worksheets, student response questionnaires, and observation sheets on the implementation of STEM-PjBL learning. Data on students' critical thinking skills were analyzed descriptively and followed by N-Gain analysis. The results showed that there was an increase in students' critical thinking skills with an N-Gain score of 0.5 which was included in the moderate category, with the distribution of students who were categorized as advanced thinkers: 36%; practicing thinkers: 60%; and beginning thinkers: 4%. In addition, student response data was obtained which showed a good response to STEM-PjBL learning which was supported by the results of the observation sheet analysis which showed that almost all learning activities were carried out.*

**Keywords:** *STEM-PjBL, critical thinking skills, environmental change*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS DAN BEBAS PLAGIARISMEiv</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-PJBL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK SMA PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN.....</b>	<b>7</b>
2.1 Model Project Based Learning .....	7
2.2 Pendekatan STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> ) .	9
2.3 STEM-PjBL.....	10
2.4 Keterampilan Berpikir Kritis .....	13
2.5 Analisis Materi Perubahan Lingkungan .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Metode dan Desain Penelitian .....	22
3.2 Populasi dan Subjek Penelitian.....	23
3.3 Definisi Operasional .....	23
3.4 Instrumen Penelitian .....	24
3.5 Prosedur Penelitian .....	29
3.6 Alur Penelitian .....	33
3.7 Analisis Data.....	34

<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Temuan .....	37
4.2 Pembahasan .....	65
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>72</b>
5.1. Simpulan.....	72
5.2. Implikasi.....	73
5.3. Rekomendasi .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Jadwal Proyek <i>The Modern World</i> .....	11
Tabel 3.1 Metode Penelitian <i>Pre-experimental</i> .....	22
Tabel 3.2 Instrumen Penelitian .....	24
Tabel 3.3 Kisi-kisi Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	24
Tabel 3.4 Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik Terhadap Pembelajaran STEM- PjBL .....	25
Tabel 3.5 Skor Skala Likert .....	26
Tabel 3.6 Kisi-kisi Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PjBL .....	26
Tabel 3.7 Kriteria Validitas Instrumen.....	27
Tabel 3.8 Kriteria Reliabilitas Instrumen.....	27
Tabel 3.9 Kriteria Indeks Kesukaran .....	28
Tabel 3.10 Kriteria Indeks Daya Pembeda .....	28
Tabel 3.11 Kriteria Kelayakan Butir Soal.....	28
Tabel 3.12 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	29
Tabel 3.13 Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	30
Tabel 3.14 Kriteria N-Gain .....	35
Tabel 3.15 Kategori Tingkatan Berpikir Kritis .....	35
Tabel 3.16 Kriteria Respon Peserta didik .....	35
Tabel 3.17 Kriteria Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PjBL .....	36
Tabel 3.18 Integrasi STEM Pada Proyek Sabun.....	36
Tabel 4.1 Hasil Penilaian Produk Pengelolaan Limbah Minyak (Sabun).....	49
Tabel 4.2 Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PjBL.....	51
Tabel 4.3 Analisis Deskriptif Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Berdasarkan Keseluruhan Indikator .....	52
Tabel 4.4 Rata-rata Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik.....	54
Tabel 4.5 Analisis Deskriptif Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Indikator Interpretasi .....	55

Tabel 4.6 Analisis Deskriptif Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Indikator Analisis .....	56
Tabel 4.7 Analisis Deskriptif Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Indikator Evaluasi.....	58
Tabel 4.8 Analisis Deskriptif Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Indikator Simpulan .....	59
Tabel 4. 9 Analisis Deskriptif Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Indikator Eksplanasi .....	61
Tabel 4.10 Analisis Deskriptif Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Indikator Regulasi Diri.....	62
Tabel 4.11 Distribusi Kategori Nilai Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Sebelum dan Setelah Pembelajaran STEM-PjBL .....	64
Tabel 4.12 Rekapitulasi Data Respon Peserta didik Terhadap Pembelajaran STEM-PjBL .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Gambar Alur Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Jawaban Kelompok Peserta didik Pada Soal Latihan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Analisis .....	41
Gambar 4.2 Jawaban Kelompok Peserta didik Pada Soal Latihan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Analisis.....	42
Gambar 4.3 Jawaban Kelompok Peserta didik Pada Soal Latihan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Analisis.....	43
Gambar 4.4 Jawaban Kelompok Peserta didik Pada Soal Latihan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Eksplanasi.....	44
Gambar 4.5 Jawaban Kelompok Peserta didik Pada Pertanyaan yang Melatih Peserta didik untuk Menggunakan Teknologi dalam Pembelajaran (Technology) .....	45
Gambar 4.6 Jawaban Kelompok Peserta didik Pada Soal Latihan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Regulasi Diri .....	48
Gambar 4.7 Jawaban Kelompok Peserta didik Pada Soal Latihan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Simpulan.....	49
Gambar 4.8 Persentase N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Berdasarkan Keseluruhan Indikator .....	53
Gambar 4.9 Persentase N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Pada Indikator Interpretasi .....	56
Gambar 4.10 Persentase N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Pada Indikator Analisis .....	57
Gambar 4.11 Persentase N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Pada Indikator Evaluasi.....	59
Gambar 4.12 Persentase N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Pada Indikator Simpulan .....	60
Gambar 4.13 Persentase N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Pada Indikator Eksplanasi .....	62
Gambar 4.14 Persentase N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Pada Indikator Regulasi Diri .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Modul Ajar.....	82
Lampiran A.2 Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PjBL..	104
Lampiran A.3 Instrumen Tes Soal Keterampilan Berpikir Kritis Siswa .....	108
Lampiran A.4 Rubrik Instrumen Tes Soal Keterampilan Berpikir Kritis.....	113
Lampiran A.5 Instrumen Angket Respon Siswa.....	117
Lampiran A.6 Lembar Kerja Peserta Didik .....	119
Lampiran B.1 Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran.....	124
Lampiran B.2 Hasil Nilai Keterampilan Berpikir Kritis.....	126
Lampiran B.3 Hasil Respon Siswa .....	127
Lampiran B.4 Contoh Jawaban Pre-test Keterampilan Berpikir Kritis.....	129
Lampiran B.5 Contoh Jawaban Post-test Keterampilan Berpikir Kritis .....	130
Lampiran B.6 Contoh Jawaban Angket Respon Siswa.....	131
Lampiran B.7 Contoh Jawaban LKPD.....	132
Lampiran C.1 Hasil Analisis Uji Coba Butir Soal Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	136
Lampiran C.2 Hasil Analisis Deskriptif Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	137
Lampiran C.3 Hasil Uji N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis.....	138
Lampiran C.4 Hasil Perhitungan Persentase Angket Respon Peserta Didik .....	145
Lampiran D.1 Surat Izin Penelitian.....	147
Lampiran D.2 Surat Keterangan Telah Melaksanakan penelitian .....	148
Lampiran D. 3 Dokumentasi Penelitian .....	149

## DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A. N., Ilmiyati, N., & Toto, T. (2019). Model Project Based Learning (Pjbl) Berbasis Stem Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(2), 73. <https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1910>
- Allanta, T. R., & Puspita, L. (2021). Analisis keterampilan berpikir kritis dan self efficacy peserta didik: Dampak PjBL-STEM pada materi ekosistem. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 158–170. <https://doi.org/10.21831/jipi.v7i2.42441>
- Anggraito, Y. U., Ridlo, S., & Harahap, F. (2023). STEM- PjBL Learning : The Impacts on Students 'Critical Thinking, Creative Thinking , Communication , and Collaboration Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 1–4. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.2985>
- Anindayati, A. T., & Wahyudi, W. (2020). Kajian Pendekatan Pembelajaran Stem Dengan Model Pjbl Dalam Mengasah Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. *EKSAKTA : Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA*, 5(2), 217. <https://doi.org/10.31604/eksakta.v5i2.217-225>
- Arikunto, S. (2009). Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (2 ed.). PT. Bumi Aksara.
- Arofah, L., & Nawantara, R. D. (2019). Pentingnya Critical Thinking Bagi Siswa dalam Menghadapi Society 5.0. *SEMDIKJAR 3 : Seminar Pendidikan Dan Pembelajaran*, 538–545. <http://repository.unpkediri.ac.id/3615/>
- Battelle for Kids. (2019). Framework for 21<sup>st</sup> Century Learning Definitions. *Framework For 21<sup>st</sup> Century Learning Definitions*, 9.
- Budi, S. S., & Widiana, R. (2012). Korelasi antara kreativitas belajar, motivasi belajar, dan kemandirian belajar siswa dengan prestasi belajar keterampilan elektronika di MAN I Wates Kabupaten Kulon Progo tahun 2012. *Insight*, 10(1), 89–96. <https://fpsi.mercubuana-yogya.ac.id/wp-content/uploads/2012/06/7>.
- Capraro, M. M., Whitfield, J. G., Etchells, M. J., & Capraro, R. M. (2016). *A Companion to Interdisciplinary STEM Project-Based Learning For Educators by Educators* (1st ed., Issue 1). Sense Publishers Rotterdam. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-94-6300-485-5>

- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). STEM project-based learning an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. In *STEM Project-Based Learning an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6>
- Carson, J. (2007). A problem with problem solving: Teaching thinking without teaching knowledge. *The Mathematics Educator*, 17(2), 7–14.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22. <https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>
- Dewi, M. R. (2022). Kelebihan dan Kekurangan Project-based Learning untuk Penguatan Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka. *Ejournal UPI*, 19(2), 213–226.
- Dewi, N. N. S. K., Arnyana, I. B. P., & Margunayasa, I. G. (2023). Project Based Learning Berbasis STEM: Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(1), 133–143. <https://doi.org/10.23887/jippg.v6i1.59857>
- Dores, O. J., Wibowo, D. C., & Susanti, S. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika. *J-PiMat : Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 242–254. <https://doi.org/10.31932/j-pimat.v2i2.889>
- Dywan, A. A., & Airlanda, G. S. (2020). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis Stem Dan Tidak Berbasis Stem Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 344–354.
- Eja, Ramalis, T. R., & Suwarma, I. R. (2020). Profile of students' critical thinking ability in project based learning integrated science technology engineering and mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022042>
- Ennis, R. H. (2015). *The Nature of Critical Thinking: Outlines of General Critical Thinking Disposition and Abilities*. Sixth International Conference on Thinking at MIT. <http://criticalthinking.net/wp-content/uploads/2018/01/The-Nature-of-Critical-Thinking.pdf>.
- Erdogan, N., Navruz, B., Younes, R., & Capraro, R. M. (2016). Viewing how STEM project-based learning influences students' science achievement through the implementation lens: A latent growth modeling. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(8),

- 2139–2154. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1294a>
- Etikan, I. (2016). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Facione, P. A. (2020). Critical Thinking: What Is It and Why It Counts. In *Insight assessment*. insightassessment.
- Fauzi, A. M., & Abidin, Z. (2019). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Tipe Kepribadian Thinking-Feeling Dalam Menyelesaikan Soal PISA. *Suska Journal of Mathematics Education*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.24014/sjme.v5i1.6769>
- Fitriani, D., Suryana, Y., & Hamdu, G. (2018). Pengembangan Instrumen Tes Higher-Order Thinking Skill pada Pembelajaran Tematik Berbasis Outdoor Learning di Sekolah Dasar Kelas IV. *Indonesian Journal of Primary Education*, 2(1), 87. <https://doi.org/10.17509/ijpe.v2i1.13752>
- Fitriyani, A., Toto, T., & Erlin, E. (2020). IMPLEMENTASI MODEL PjBL-STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1. <https://doi.org/10.25157/jpb.v8i2.4375>
- Gale, J., Alemdar, M., Lingle, J., & Newton, S. (2020). Exploring critical components of an integrated STEM curriculum: an application of the innovation implementation framework. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-0204-1>
- George Lucas Educational Foundation. (2007). How Does Project-Based Learning Work?. <https://www.edutopia.org/project-based-learning-guide-implementation>
- Goodman, B., & Stivers, J. (2010). *Project-Based Learning Why Use It?* Educational Psychology.
- Hamidah, H., Rabbani, T. A. S., Fauziah, S., Puspita, R. A., Gasalba, R. A., & Nirwansyah. (2019). *Modul Model Pembelajaran Berbasis Teks Berorientasi HOTS* (1st ed.). SEAMEO QITEP in Language.
- Huda, K. (2020). *Modul Pembelajaran SMA Biologi*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ilahi, I., Rizal, F., & Irfan, D. (2021). Kemandirian Dan Motivasi Belajar Dalam Menggunakan Edmodo Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 19, 75–89. <https://doi.org/10.31571/edukasi.v19i1.2322>

- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2022a). *Detail IKM*.  
<https://kurikulum.gtk.kemdikbud.go.id/detail-ikm/>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2022b). *Tentang Kurikulum Merdeka – Merdeka Mengajar*.  
<https://pusatinformasi.guru.kemdikbud.go.id/hc/en-us/articles/6824331505561-Tentang-Kurikulum-Merdeka>
- Koentjaraningrat. (1997). *Metode-Metode Penelitian Masyarakat*. Jakarta: Gramedia Pustaka Jaya.
- Larmer, J., Mergendoller, J. R., & Boss, S. (2015). Setting The Standard For Project based learning. In *Buck Institute for Education* (Issues 1–2). Buck Institute for Education.
- Lee, Y., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2019). Affective Mathematics Engagement : a Comparison of STEM PBL Versus Non-STEM PBL Instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19, 270–289.
- Lestari, A. C., & Annizar, A. M. (2020). Proses Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah PISA Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Komputasi. *Jurnal Kiprah*, 8(1), 46–55.  
<https://doi.org/10.31629/kiprah.v8i1.2063>
- Lou, S. J., Chou, Y. C., Shih, R. C., & Chung, C. C. (2017). A study of creativity in CaC 2 steamship-derived STEM project-based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2387–2404. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2017.01231A>
- Munawwaroh, L., Krisnamurti, C. N., Magdalena, M., & Wahyuni, S. (2023). *Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis dengan Menggunakan Model Pembelajaran Project Based Learning ( PjBL ) berbasis STEM pada Materi Kalor dan Perpindahannya di Kelas V SD Negeri Ploso*. 4(2), 97–102. <https://doi.org/10.30596/jpppp.v4i2.15030>
- Mustafa, N., Ismail, Z., Tasir, Z., & Mohamad Said, M. N. H. (2016). A meta-analysis on effective strategies for integrated STEM education. *Advanced Science Letters*, 22(12), 4225–4288.  
<https://doi.org/10.1166/asl.2016.8111>
- Nur'aini, F., Ulumuddin, I., Sari, L. S., & Fujianita, S. (2021). Meningkatkan Kemampuan Literasi Dasar Siswa Indonesia Berdasarkan Analisis Data PISA 2018. *Pusat Penelitian Kebijakan*, 3, 1–10.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results: Vol. I*. OECD.  
<https://doi.org/10.1787/g222d18af-en>



- Pantiwati, Y. (2013). Authentic Assessment for Improving Cognitive Skill , Critical- Creative Thinking and Meta-Cognitive Awareness. *Journal of Education and Practice*, 4(14), 1–10.
- Paul, R., & Elder, L. (1997). Critical Thinking: Implications for Instruction of the Stage Theory. *Journal of Developmental Education*, 20(3), 34–35.
- Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains [Innovation In Science Learning]. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains VI*, 23–34.
- Purba, Y. O., Fadhilaturrahmi, Purba, J. T., & Siahaan, K. W. A. (2021). *Teknik Uji Instrumen Penelitian Pendidikan*. Widina Bhakti Persada Bandung.
- Rachmantika, A. R. (2019). Peran Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Matematika dengan Pemecahan Masalah. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2, 439–443.
- Razak, F. (2017). Hubungan Kemampuan Awal Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematika Pada Siswa Kelas Vii Smp Pesantren. *Masharafa*, 6, 117–128.
- Seventika, S. Y., Sukestiyarno, Y. L., & Mariani, S. (2018). Critical thinking analysis based on Facione (2015) - Angelo (1995) logical mathematics material of vocational high school (VHS). *Journal of Physics: Conference Series*, 983(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012067>
- Soros, P., Ponkham, K., & Ekkapim, S. (2018). The results of STEM education methods for enhancing critical thinking and problem solving skill in physics the 10th grade level. *AIP Conference Proceedings*, 1923. <https://doi.org/10.1063/1.5019536>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian & Pengembangan (Research and Development)* (S. Y. Suryandari, Ed.; 4th ed.). Bandung: CV. ALFABETA.
- Thahir, R., Magfirah, N., & Anisa, A. (2021). Hubungan Antara High Order Thinking Skills dan Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Biodik*, 7(3), 105–113. <https://doi.org/10.22437/bio.v7i3.14386>
- Tipani, A., Toto, & Yulisma, L. (2019). Implementasi model PjBL berbasis STEM untuk meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir analitis siswa. *BIO EDUCATIO : (The Journal of Science and Biology Education)*, 4(2), 70–76. <http://www.jurnal.unma.ac.id/index.php/BE/article/view/1700>

- Wahono, B., Lin, P. L., & Chang, C. Y. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00236-1>
- Wahyuni, I., & Pramadanti, H. D. (2021). Analisis Kemampuan Interpretasi Data Siswa dalam Belajar Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 7(2).
- Widodo, A. (2021). Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. In *UPI Press* (Vol. 53, Issue 9).
- World Economic Forum. (2020). The future of jobs report 2020 | world economic forum. *The Future of Jobs Report, October*, 1163. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/digest>
- World Economic Forum. (2022). *Strategic Intelligence*. [https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb000000LPPfEAO?utm\\_source=Weforum&utm\\_medium=Topic+page+TheBigPicture&utm\\_campaign=Weforum\\_Topicpage\\_UTMs](https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb000000LPPfEAO?utm_source=Weforum&utm_medium=Topic+page+TheBigPicture&utm_campaign=Weforum_Topicpage_UTMs)
- Yulaikah, I., Rahayu, S., & Parlan, P. (2022). Efektivitas Pembelajaran STEM dengan Model PjBL Terhadap Kreativitas dan Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 7(6), 223. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v7i6.15275>
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran. Online. *Seminar Nasional Pendidikan*, 2, 1–17.