

**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-ESD DALAM MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN *SUSTAINABILITY*
CONSCIOUSNESS PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
pada Program Studi Pendidikan Fisika



Oleh:

Muhammad Hafizh Muliakoswara

NIM 1800617

**PROGRAM STUDI SARJANA PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2023

**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-ESD DALAM MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN *SUSTAINABILITY*
CONSCIOUSNESS PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN**

Oleh
Muhammad Hafizh Muliakoswara

Sebuah skripsi diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Muhammad Hafizh Muliakoswara 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya maupun sebagian,
Dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa seizin penulis.

HALAMAN PENGESAHAN

MUHAMMAD HAFIZH MULIAKOSWARA

1800617

**PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-ESD DALAM MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN *SUSTAINABILITY*
CONSCIOUSNESS PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si.

NIP.196807031992032001

Pembimbing II



Irma Rahma Suwarma, Ph.D.

NIP.198105032008012015

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
pada Program Sarjana dan Magister



Dr. Achmad Samsudin, M.Pd.

NIP. 198310072008121004

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul, “**Penerapan Pembelajaran STEM-ESD Dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Sustainability Consciousness Pada Materi Energi Terbarukan**” 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 skripsi ini.

Bandung, Juli 2023

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Hafizh Muliakoswara

NIM. 1800617

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penerapan Pembelajaran STEM-ESD Dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan *Sustainability Consciousness* Pada Materi Energi Terbarukan.” Shalawat serta salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabatnya, dan umatnya sampai akhir zaman.

Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari skripsi ini sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan dan menghargai komentar berupa kritik dan saran dari para pembaca sebagai masukan yang dapat membangun untuk penulisan karya selanjutnya. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, Juli 2023

Penulis,



Muhammad Hafizh Muliakoswara

NIM. 1800617

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji beserta syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari peran serta dukungan berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih dan memberikan apresiasi setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si. dan Ibu Irma Rahma Suwarma, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang senantiasa sabar dalam memberikan bimbingan, saran, arahan, dan motivasi sehingga penulis mampu menempuh menyelesaikan penyusunan skripsi.
2. Ibu Dr. Winny Liliawati, M.Si, Bapak Dr. Achmad Samsudin, M.Pd., dan Bapak Drs. Deni Cutarna yang telah berkenan menjadi validator instrumen dalam penelitian ini.
3. Bapak Dr. Drs. Parsaoran Siahaan, M.Pd. selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa meluangkan waktu dan pikirannya untuk membimbing, membantu serta memberikan motivasi bagi penulis selama melakukan masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang membimbing, membantu dan memberi motivasi selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
5. Ibu Eli Masrifah, S.Pd. dan Bapak Drs. Deni Cutarna selaku guru mata pelajaran Fisika SMAN 9 Bandung yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian.
6. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Ade Hafil Muliakoswara dan Ibu Wirati, serta saudara penulis yaitu Hanif Annisa Muliakoswara dan Muhammad Hadits Muliakoswara yang senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, dan memberikan dukungan yang luar biasa hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Siswa SMAN 9 Bandung yang telah bersedia menjadi subjek penelitian.
8. Kepala SMAN 9 Bandung beserta jajarannya yang sudah mengizinkan penulis melakukan penelitian.

9. GELAP dan TUYUL selaku teman-teman dekat penulis yang telah kebersamai, memberi semangat, dan menjadi tempat berbagi cerita selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
10. Keluarga besar Huba-huba, yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan.
11. Recusant dan Bazenk selaku teman-teman penulis yang selalu mendukung dan berbagi tawa selama penulis menyelesaikan skripsi.
12. Pihak-pihak lain yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Penulis mengucapkan terima kasih.

**Penerapan Pembelajaran STEM-ESD Dalam Meningkatkan Keterampilan
Berpikir Kritis Dan *Sustainability Consciousness* Pada Materi Energi
Terbarukan**

**Muhammad Hafizh Muliakosawara¹, Ida Kaniawati¹,
Irma Rahma Suwarma¹**

¹*Program Studi Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jalan Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, 40154, Indonesia*

Email: koswara132@upi.edu

Telp/HP: 085624924211

ABSTRAK

Keterampilan berpikir kritis dan *sustainability consciousness* perlu ditingkatkan dalam menciptakan jalan bagi masa depan yang lebih baik dan berkelanjutan. Sayangnya, keterampilan berpikir kritis dan *sustainability consciousness* belum sepenuhnya dikuasai oleh siswa di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritis dan *sustainability consciousness* siswa melalui penerapan STEM-ESD pada materi energi terbarukan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan *one-group pretest-posttest design*. Sampel dari penelitian ini berjumlah 30 orang siswa salah satu SMA di Kota Bandung. Instrumen yang digunakan adalah lembar observasi, tes kemampuan berpikir kritis, dan angket *sustainability consciousness*. Hasil penelitian mengenai penerapan pembelajaran STEM-ESD ini menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis dan *sustainability consciousness* siswa. Keterampilan berpikir kritis meningkat dengan nilai N-gain sebesar 0,45 pada kategori sedang. Sedangkan *sustainability consciousness* siswa mengalami peningkatan dengan nilai N-gain sebesar 0,08 pada kategori rendah. Dapat disimpulkan bahwa pembelajaran STEM-ESD meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan *sustainability consciousness* siswa pada materi energi terbarukan.

Kata Kunci: STEM-ESD, Keterampilan Berpikir Kritis, *Sustainability Consciousness*.

Application Of STEM-ESD Learning In Improving Critical Thinking Skills And Sustainability Consciousness On Renewable Energy Materials

**Muhammad Hafizh Muliakosawara¹, Ida Kaniawati¹,
Irma Rahma Suwarma¹**

*¹ Physics Education Program, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jalan Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, 40154, Indonesia*

Email: koswara132@upi.edu

Telp/HP: 085624924211

ABSTRACT

Critical thinking skills and sustainability consciousness need to be improved in creating a path for a better and sustainable future. Unfortunately, critical thinking skills and sustainability consciousness have not been fully mastered by students in Indonesia. This study aims to analyze the improvement of critical thinking skills and sustainability consciousness of students through the application of STEM-ESD on renewable energy materials. This study uses quantitative methods with one-group pretest-posttest design. The sample of this study amounted to 30 students of one high school in Bandung. The instruments used were observation sheet, critical thinking ability test, and sustainability consciousness questionnaire. The results of this study on the application of STEM-ESD learning showed an increase in critical thinking skills and sustainability consciousness of students. Critical thinking skills increased with N-gain value of 0.45 in the medium category. While the sustainability consciousness of students increased with the value of N-gain of 0.08 in the low category. It can be concluded that STEM-ESD learning improves students' critical thinking skills and sustainability consciousness on renewable energy materials.

Keywords: STEM-ESD, Critical Thinking Skills, Sustainability Consciousness

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Variabel Penelitian	5
1.6 Definisi Operasional.....	5
1.6.1. Pembelajaran STEM-ESD	5
1.6.2. Keterampilan Berpikir Kritis	6
1.6.3. Sustainability Consciousness	6
1.7 Struktur Organisasi Skripsi	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1 STEM	8
2.2 <i>Education for Sustainable Development (ESD)</i>	10
2.3 Pembelajaran STEM-ESD.....	14
2.4 Keterampilan Berpikir Kritis.....	15
2.5 <i>Sustainability Consciousness</i>	17
2.6 Analisis Materi Energi Terbarukan	19

BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Metode dan Desain Penelitian	28
3.2 Populasi dan Sampel	28
3.3 Instrumen Penelitian	28
3.3.1 Modul Ajar	28
3.3.2 Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran	29
3.3.3 Angket <i>Sustainability Consciousness</i>	29
3.3.4 Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	29
3.4 Prosedur Penelitian.....	29
3.5 Teknik Analisis Instrumen	32
3.5.1 Validitas Konstruk	32
3.5.2 Validitas Empiris.....	32
3.5.3 Reliabilitas	33
3.5.4 Daya Pembeda.....	33
3.5.5 Tingkat Kesukaran	34
3.6 Teknik Analisis Data	35
3.6.1 Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-ESD.....	35
3.6.2 Keterampilan Berpikir Kritis	36
3.6.3 <i>Sustainability Consciousness</i>	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.5 Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis	38
4.6 Peningkatan <i>Sustainability Consciousness</i>	58
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....	68
5.1 Simpulan.....	68
5.2 Implikasi.....	68
5.3 Rekomendasi	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis.....	15
Tabel 2.2 Capaian Pembelajaran Fase E Per Elemen	20
Tabel 2.3 Penerapan Pembelajaran STEM-ESD dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Sustainability Consciousness	23
Tabel 3.1 Desain penelitian one-group pretest-posttest	28
Tabel 3.2 Interpretasi Nilai Koefisien Korelasi	32
Tabel 3.3 Interpretasi Nilai Koefisien Reliabilitas.....	33
Tabel 3.4 Interpretasi Nilai Daya Pembeda	34
Tabel 3. 5 Interpretasi Indeks Kesukaran.....	35
Tabel 3.6 Interpretasi Skor Keterlaksanaan Pembelajaran	36
Tabel 3.7 Interpretasi Keterampilan Berpikir Kritis	36
Tabel 3.8 Interpretasi Nilai N-gain	36
Tabel 3.9 Interpretasi Sustainability Consciousness	37
Tabel 3.10 Interpretasi Nilai N-gain	37
Tabel 4.1 Persentase Keterlaksanaan Tahap Pembelajaran STEM-ESD.....	38
Tabel 4.2 Analisis Deskriptif Hasil Pretest Keterampilan Berpikir Kritis.....	40
Tabel 4.3 Analisis Deskriptif Hasil Posttest Keterampilan Berpikir Kritis	43
Tabel 4.4 Analisis Normalitas dan Uji Hipotesis Keterampilan Berpikir Kritis...	44
Tabel 4.5 N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis	46
Tabel 4.6 Rekap Simpulan LKPD-1	55
Tabel 4.7 Rekap Simpulan dan Saran LKPD-2	57
Tabel 4.8 Analisis Deskriptif Hasil Pretest Sustainability Consciousness	59
Tabel 4.9 Analisis Deskriptif Hasil Posttest Sustainability Consciousness.....	61
Tabel 4.10 Analisis Normalitas dan Uji Hipotesis Sustainability Consciousness	62
Tabel 4.11 N-Gain Sustainability Consciousness	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Kisi-Kisi Soal Keterampilan Berpikir Kritis	17
Gambar 2.2 Ilustrasi konsep <i>sustainability consciousness</i> . K = <i>knowingness</i> (pengetahuan); A = <i>attitude</i> (sikap); B = <i>behaviour</i> (perilaku); ENV = <i>environmental</i> (lingkungan); SOC = <i>social</i> (sosial); ECO = <i>economic</i> (ekonomi); Sus Cons = <i>sustainability consciousness</i>	18
Gambar 2.3 Contoh Kisi-Kisi Angket Sustainability Consciousness	19
Gambar 3.1 Diagram alir prosedur penelitian.....	31
Gambar 4.1 Persentase profil keterampilan berpikir kritis siswa sebelum penerapan pembelajaran STEM-ESD	40
Gambar 4.2 Skor pretest keterampilan berpikir kritis pada setiap indikator.....	41
Gambar 4.3 Persentase profil keterampilan berpikir kritis siswa setelah penerapan pembelajaran STEM-ESD	42
Gambar 4.4 Skor posttest keterampilan berpikir kritis pada setiap indikator	43
Gambar 4.5 Perbedaan rata-rata skor pretest dan posttest keterampilan berpikir kritis	45
Gambar 4.6 Skor pretest dan posttest pada setiap indikator keterampilan berpikir kritis	45
Gambar 4.7 Kegiatan merumuskan hipotesis pada LKPD-1	47
Gambar 4.8 Kegiatan merumuskan masalah dan merumuskan solusi pada LKPD-2	48
Gambar 4.9 Kegiatan mengumpulkan data pada LKPD-1.....	49
Gambar 4.10 Kegiatan mengumpulkan data energi terbarukan dan tak terbarukan pada LKPD-2	50
Gambar 4.11 Kegiatan mengumpulkan data prinsip kerja PLTA pada LKPD-2 .	50
Gambar 4.12 Kegiatan membuat desain PLTA sederhana pada LKPD-2.....	51
Gambar 4.13 Kegiatan menguji hipotesis pada LKPD-1	52
Gambar 4.14 Kegiatan menguji hipotesis pada LKPD-2.....	53
Gambar 4.15 Hasil uji coba PLTA sederhana.....	54
Gambar 4.16 Persentase profil <i>sustainability consciousness</i> siswa sebelum penerapan pembelajaran STEM-ESD	59
Gambar 4.17 Skor pretest pada setiap aspek <i>sustainability consciousness</i>	60

Gambar 4.18 Persentase profil sustainability consciousness siswa setelah penerapan pembelajaran STEM-ESD	61
Gambar 4.19 Skor posttest pada setiap aspek sustainability consciousness	62
Gambar 4.20 Perbedaan rata-rata skor pretest dan posttest sustainability consciousness	63
Gambar 4.21 Skor pretest dan posttest setiap aspek sustainability consciousness	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Modul Ajar	78
Lampiran 2 Lembar Obsevasi Keterlaksanaan Pembelajaran.....	89
Lampiran 3 Rubrik Penilaian Keterlaksanaan Pembelajaran.....	97
Lampiran 4 Lembar Kerja Peserta Didik-1 (LKPD-1)	102
Lampiran 5 Lembar Kerja Peserta Didik-2 (LKPD-2)	110
Lampiran 6 Panduan Penilaian Proyek dan Produk.....	118
Lampiran 7 Kisi-Kisi Soal Keterampilan Berpikir Kritis	120
Lampiran 8 Rubrik Penilaian Soal Keterampilan Berpikir Kritis.....	128
Lampiran 9 Hasil Jugdement Ahli Soal Keterampilan Berpikir Kritis	132
Lampiran 10 Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis	156
Lampiran 11 Kisi-Kisi Angket Sustainability Consciousness	160
Lampiran 12 Angket Sustainability Consciousness.....	163
Lampiran 13 Hasil Pretest Keterampilan Berpikir Kritis.....	166
Lampiran 14 Hasil Posttest Keterampilan Berpikir Kritis	168
Lampiran 15 Hasil N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis.....	170
Lampiran 16 Hasil Pretest Sustainability Consciousness	171
Lampiran 17 Hasil Posttest Sustainability Consciousness.....	172
Lampiran 18 Hasil N-Gain Sustainability Consciousness	173
Lampiran 19 Hasil Uji Coba Soal Keterampilan Berpikir Kritis.....	174
Lampiran 20 Contoh Pengisian Lembar Observasi	177
Lampiran 21 Contoh Hasil Pengerjaan LKPD-1	184
Lampiran 22 Contoh Hasil Pengerjaan LKPD-2	191
Lampiran 23 Contoh Pengerjaan Pretest Keterampilan Berpikir Kritis	198
Lampiran 24 Contoh Pengerjaan Pretest Angket Sustainability Consciousness	201
Lampiran 25 Contoh Pengerjaan Posttest Keterampilan Berpikir Kritis.....	203
Lampiran 26 Contoh Pengerjaan Posttest Angket Sustainability Consciousness	205
Lampiran 27 Surat Izin Penelitian.....	209
Lampiran 28 Surat Keterangan Melakukan Penelitian	210
Lampiran 29 Dokumentasi Proses Pembelajaran.....	211
Lampiran 30 Desain Awal Produk Setiap Kelompok	214
Lampiran 31 Dokumentasi Produk Setiap Kelompok	214

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- Agusti, K. A., Wijaya, A. F. C., & Tarigan, D. E. (2019). *Problem Based Learning Dengan Konteks Esd Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Sustainability Awareness Siswa Sma Pada Materi Pemanasan Global*. VIII, SNF2019-PE-175–182. <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.22>
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2012). *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: PT. Bumi Aksara. <http://www.adelia.web.id/wp-content/uploads/2013/04/CONTOH-PTK.pdf>
- Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M., & Stoltenberg, U. (2007). Developing Key Competencies for Sustainable Development in Higher Education Developing Key Competencies for Sustainable Development in Higher Education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(4), 416–430. <https://doi.org/10.1108/14676370710823582>
- Berglund, T. (2014). *Student ' sustainability consciousness ' and decision-making on sustainability dilemmas development in Swedish upper secondary schools Student ' sustainability consciousness ' and decision-making on sustainability dilemmas*. Karlstad University Studies.
- Berglund, T., Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Olsson, D., & Chang, T. C. (2020). A cross-cultural comparative study of sustainability consciousness between students in Taiwan and Sweden. *Environment, Development and Sustainability*, 22(7), 6287–6313. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00478-2>
- Budiyono, A. (2016). *Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Argument-Based Science Inquiry (ABSI) Terhadap Kemampuan Memahami Dan Kemampuan Berargumentasi Siswa SMP*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Dewan Energi Nasional. (2019). *Outlook Energi Indonesia*. Jakarta: Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional.

- Dewan Energi Nasional. (2020). *Bauran Energi Nasional*. Jakarta: Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional.
- 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>
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. *6Th Biennial International Conference on Technology Education Research, March*, 1–8. <http://www.iteea.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>
- Ekamilasari, E., & Pursitasari, I. D. (2021). Students' Critical Thinking Skills and Sustainability Awareness in Science Learning for Implementation Education for Sustainable Development. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 1(1), 121–124. <https://doi.org/10.17509/ijomr.v1i1.33792>
- Ennis, R. H. (2011). The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities. *University of Illinois*. <https://doi.org/10.22329/il.v6i2.2729>
- Ennis, R. H. (2013). The Nature of Critical Thinking: Outlines of General Critical Thinking Disposition and Abilities. *Sixth International Conference on Thinking at MIT, 2013*, 1–8. <http://criticalthinking.net/wp-content/uploads/2018/01/The-Nature-of-Critical-Thinking.pdf>
- Firda, R., Kaniwati, I., & Sriyati, S. (2021). STEM Learning in Sustainability Issues to Improve Sustainability Consciousness of Junior High School Students. *Paedagogia*, 24(1), 53. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v24i1.54212>
- Firda, R. (2021). *Pembelajaran STEM Menggunakan Konteks ESD untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Sustainability Consciousness pada Materi Pencemaran di Hutan Mangrove Surabaya* [Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu>
- Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., & Olsson, D. (2018). The Sustainability Consciousness Questionnaire: The theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development. *Sustainable Development*, 27(1), 35–49. <https://doi.org/10.1002/sd.1859>

Muhammad Hafizh Muliakoswara, 2023

PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-ESD DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN SUSTAINABILITY CONSCIOUSNESS PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Heryani, T. P. (2022). *Pengembangan Modul Fisika Berbasis STEM dengan Self-regulated Learning untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Self-Efficacy Siswa*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hewi, L., & Shaleh, M. (2020). Refleksi Hasil PISA (The Programme For International Student Assessment): Upaya Perbaikan Bertumpu Pada Pendidikan Anak Usia Dini). *Jurnal Golden Age*, 4(01), 30–41. <https://doi.org/10.29408/jga.v4i01.2018>
- Indrati, D. A., & Hariadi, P. P. (2016). ESD (Education for Sustainable Development) Melalui Pembelajaran Biologi. *Symposium on Biology Education*, 12, 371–382.
- ITEA. (2003). *Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development, and Program Standards*. Virginia: International Technology Education Association. <http://www.iteaconnect.org/78445.aspx>
- Karim, N. (2015). Critical Thinking Ability of Students in Learning in Learning Mathematics Using the Jucama Model in Middle School. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 93–104.
- Kelley, T. R., Knowles, J. G., Holland, J. D., & Han, J. (2020). Increasing high school teachers self-efficacy for integrated STEM instruction through a collaborative community of practice. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00211-w>
- Khaeruddin, K., & Bancong, H. (2022). STEM education through PhET simulations: An effort to enhance students' critical thinking skills. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 11(1), 35–45. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v11i1.10998>
- Khoiriyah, N., Abdurrahman, A., & Wahyudi, I. (2018). Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan*

Fisika, 5(2), 53. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v5i2.9977>

- Leitch, A., Combes, B., Byun, W. J., & Agbedahin, A. V. (2018). From Agenda 21 to Target 4.7: the development of Education for Sustainable Development. Dalam *Issues and trends in Education for Sustainable Development* (hal. 25–38). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Leitch, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2018). *Issues and Trends in Education for Sustainable Development*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Linh, N. Q., Duc, N. M., & Yuenyong, C. (2019). Developing critical thinking of students through STEM educational orientation program in Vietnam. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1340/1/012025>
- Lismaya, L. (2019). *Berpikir Kritis dan PBL*. Surabaya: Media Sahabat Cendekia.
- Lou, S. J., Chung, C. C., Dzan, W. Y., Tseng, K. H., & Shih, R. C. (2013). Effect of using TRIZ creative learning to build a pneumatic propeller ship while applying STEM knowledge. *International Journal of Engineering Education*, 29(2), 365–379.
- Mangold, J., & Robinson, S. (2013). The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms. *Journal American Society for Engineering Education*. <https://doi.org/10.18260/1-2--22581>
- Mangunjaya, F., Alikodra, H., Amin, A. A., & Abbas, A. S. (2013). Kesadaran Lingkungan Di Kalangan Santri Terhadap Pembangunan Berkelanjutan (The Status of Environmental Awareness in Islamic Boarding School Students to the Concept of Sustainable Development). *Media Konservasi*, 18(3), 127–134. <http://www.drfachruddin.com/wp-content/uploads/12836-37495-1-PB.pdf>
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Dalam *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Nurazizah, S., Sinaga, P., & Jauhari, A. (2017). Profil Kemampuan Kognitif dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(2), 197–202.

Muhammad Hafizh Muliakoswara, 2023

PENERAPAN PEMBELAJARAN STEM-ESD DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN SUSTAINABILITY CONSCIOUSNESS PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<https://doi.org/10.21009/1.03211>

Nurdianti, F. (2021). *Pengaruh Model Pembelajaran Argument-Based Science Inquiry (ABSI) Terhadap Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Argumentasi Ilmiah*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

OECD. (2019). *PISA 2018: Insight and Interpretations*.

Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains [Innovation In Science Learning]. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains VI*, 23–34.

Pujiastuti, I. P. (2023). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Negeri dan Swasta dalam Pembelajaran Biologi. *Saintifik*, 9(1), 75–81. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v9i1.397>

Rahayu, R., Rosita, R., Rahayuningsih, Y. S., Hernawan, A. H., & Prihantini. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di Sekolah Penggerak. *Jurnal basicedu*, 6(4), 6313–6319. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1230>

Rahmadani, Y., & Puti, T. N. (2021). Profil kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa SMA terhadap revolusi industri 4.0 dan masyarakat 5.0. *Bio-Pedagogi*, 10(1), 40. <https://doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v10i1.52911>

Rieckmann, M. (2018). Learning to transform the world: key competencies in Education for Sustainable Development. Dalam *Issues and trends in Education for Sustainable Development* (hal. 39–59). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Rosa, S. S. (2022). *Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Melalui STEM PJBL pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

Satria, R., Adiprima, P., Wulan, K. S., & Harjatanaya, T. Y. (2022). *Panduan Pengembangan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. <https://kurikulum.kemdikbud.go.id/wp-content/uploads/2022/06/Panduan-Penguatan-Projek-Profil-Pancasila.pdf>

Segera, N. B. (2015). EDUCATION for SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD)

SEBUAH UPAYA MEWUJUDKAN KELESTARIAN LINGKUNGAN.
SOSIO DIDAKTIKA: Social Science Education Journal, 2(1), 22–30.
<https://doi.org/10.15408/sd.v2i1.1349>

Setyowati, Y. (2022). *Pengaruh Model PJBL-STEM Pendekatan ESD Dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Sustainability Consciousness Siswa SMP Pada Materi Pencemaran Lingkungan*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

Suardi, S. (2020). Implementasi Pembelajaran Berbasis Stem Untuk Meningkatkan Kemampuan Dalam Berpikir Kritis, Kreatif Dan Bekerjasama Peserta Didik Kelas Viia Smp Negeri 4 Sibulue. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 16(2), 135. <https://doi.org/10.35580/jspf.v16i2.12557>

Sugiyono. (2017). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.

Suratno, S., Wahono, B., Chang, C. Y., Arini, R., & Yushardi, Y. (2020). Exploring a Direct Relationship between Students' Problem-Solving Abilities and Academic Achievement: A STEM Education at a Coffee Plantation Area. *Journal of Turkish Science Education*, 17(2), 211–224. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.22>

UNESCO. (2012). *Education for Sustainable Development in Action Learning & Training Tools* (Nomor 2). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNESCO. (2015). *Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for The Implementation of Sustainable Development Goal 4*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://doi.org/10.2307/25094797>

United Nations. (2018). *The 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals An opportunity for Latin America and the Caribbean Thank you for your interest in this ECLAC publication*. United Nations. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40156/25/S1801140_en.pdf

United Nations. (2020). *Pathways to Sustainable Energy* (Vol. 41, Nomor 0). <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210046558>

Wijayanti, R., Roshayanti, F., Farikhah, I., Khoiri, N., & Siswanto, J. (2021). Analisis Bahan Ajar Fisika Berdasarkan Perspektif Education for Sustainable Development. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 7(2), 340. <https://doi.org/10.33394/jk.v7i2.2985>