

**PENGARUH PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT ENERGI BERSIH  
DAN TERJANGKAU TERHADAP KREATIVITAS DAN AKSI SISWA**

**SKRIPSI**

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



Oleh:

Nazihah Farah Ghaita

2007151

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

**2024**

**PENGARUH PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT ENERGI BERSIH  
DAN TERJANGKAU TERHADAP KREATIVITAS DAN AKSI SISWA**

Oleh

Nazihah Farah Ghaita

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memperoleh  
gelar sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi  
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Nazihah Farah Ghaita 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

2024

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi,  
atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENGARUH KETERLIBATAN SISWA DALAM PEMBELAJARAN**  
**PROYEK STEM-ESD TERKAIT *AFFORDABLE AND CLEAN ENERGI***  
**TERHADAP KREATIVITAS DAN AKSI SISWA**

**Nazihah Farah Ghaita**

**NIM 2007151**

Disetujui dan disahkan oleh:

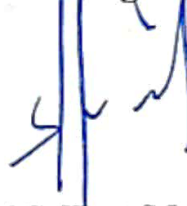
**Pembimbing I**



**Prof. Dr. H. Riandi, M. Si.**

**NIP. 196305011988031002**

**Pembimbing II**

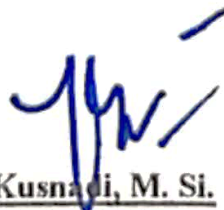


**Dr. Rini Solihat, M.Si.**

**NIP. 197902132001122001**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Pendidikan Biologi**



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

**NIP. 196805091994031001**

## **HALAMAN PERNYATAAN**

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul “Pengaruh Pembelajaran Proyek STEM-ESD terkait Energi Bersih dan Terjangkau terhadap Kreativitas dan Aksi Siswa”, beserta seluruh isinya adalah benar merupakan karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan kaidah dan etika penulisan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya bersedia menanggung risiko atau sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan atau klaim lain terhadap keaslian karya saya.*

Bandung, 30 Agustus 2024

Yang Membuat Pernyataan

Nazihah Farah Ghaita

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim,*

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada zat yang maha agung Tuhan semesta alam yang tidak ada duanya, Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Berkat rahmat, rida, serta karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Pembelajaran Proyek STEM-ESD terkait Energi Bersih dan Terjangkau terhadap Kreativitas dan Aksi Siswa” dengan baik dan tepat waktu. Selawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada Rasulullah *Shalallahu Alaihi Wassalam*, serta keluarganya, sahabat-sahabatnya, dan kita sebagai umatnya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia. Dengan melalui berbagai proses dalam penyusunannya, penulis mempersembahkan tulisan ini mengenai penelitian pengaruh dari pembelajaran proyek STEM-ESD terhadap kreativitas dan aksi siswa terkait permasalahan lingkungan yang ditimbulkan berkaitan dengan energi bersih dan terjangkau.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis sangat terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun agar dapat meningkatkan kualitas tulisan ini sebagai perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat menjadi manfaat bagi orang banyak, terutama di bidang pendidikan. Penulis sangat berharap tulisan ini dapat berkontribusi serta menambah wawasan akademisi dan peneliti lain untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia.

Bandung, 30 Agustus 2024

Penulis.

Nazihah Farah Ghaita

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada tulisan ini, penulis tidak lelah untuk selalu memberikan pujian dan rasa syukur kepada zat yang maha agung Tuhan semesta alam yang tidak ada duanya, Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Tanpa kehadiran-Nya penulis tidak bisa berada pada titik ini. Berkat limpahan karunia serta rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik. Melalui berbagai proses, rasa senang, sedih, kesulitan, dan berbagai kendala, tulisan ini dapat diselesaikan atas izin Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Serta selawat dan salam terus terlimpah kepada Rasulullah *Shalallahu Alaihi Wassalam* sang panutan dan penuntun umatnya kepada jalan kebenaran.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, izinkan penulis untuk menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Riandi, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Rini Solihat, M.Si. selaku dosen pembimbing II dan koordinator DBS yang telah memberikan arahan dan koreksi yang sangat berarti dalam penyempurnaan skripsi ini, serta memberikan dukungan emosional kepada peneliti selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Phil. H. Ari Widodo, M.Ed. selaku dosen *leader* penelitian payung yang selalu memberikan bimbingan, arahan, serta koreksi yang bermakna bagi penulisan dan penyempurnaan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Hj. Sariwulan Diana, M. Si. selaku dosen pembimbing akademik yang sudah memberikan dukungan dan bimbingan bagi penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan perkuliahan dengan baik
5. Bapak Dr. Kusnadi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.

6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi dan Biologi yang telah mendidik dan memberikan ilmu serta pengalaman yang berharga untuk mengembangkan ilmu penulis selama masa studi, serta seluruh Staf Tenaga Kependidikan yang telah membantu dan memfasilitasi kebutuhan serta administrasi yang dibutuhkan penulis selama masa studi.
7. Ibu dan Bapak guru di SMAN 2 Bandung dan SMAN 19 Bandung yang telah membantu dan memudahkan penulis untuk melakukan penelitian dan uji instrumen, terutama Ibu Dra. Nani Marliani selaku guru biologi SMAN 2 Bandung yang telah berjasa dalam membantu pelaksanaan penelitian disekolah tersebut.
8. Siswa-siswi SMAN 19 Bandung dan SMAN 2 Bandung yang telah bersedia membantu penulis selama persiapan dan pelaksanaan penelitian, dan sangat antusias serta terlibat aktif selama penelitian.
9. Sahabat-sahabat terbaik penulis selama perkuliahan *Perboyotan*: Adinda Azzahra, Aqilla Fadia Rahmani, Ayudya Fitriyani, dan Syifa Nur Shadrina, serta sahabat SMA penulis *Rex Regum Madu*: Anong, Azhar, Dito, Dyna, Enrile, dan Shifa yang selalu membantu dan memberikan dukungan kepada penulis, serta menjadi pendengar yang baik bagi penulis selama masa studi dan selama penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman terbaik penulis dalam kepengurusan BEM HMBF, *Gegedug Asta Adinata*: Akmal, Adienda, Feni, Naufal Daffa, Ihsan, Reyhan Yusuf, dan Maria yang selalu memberikan dukungan emosional kepada penulis.
11. Kakak tingkat penulis, Kang Baharuddin Yusuf Haqiqi, Teh Asty Seren, dan Teh Aulia Khaerunnisa, Teh Pohaci Puspa Nuwangi, Kang Syamsudin Umar, Teh Cicilia Tiara yang selalu memberikan saran, masukan, bantuan, motivasi, dan dukungan emosional kepada peneliti, serta menjadi pendengar bagi penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
12. Rekan satu payung penelitian, Adienda Ramadhina, Adinda Azzahra, Akmal Zaidan, Ayudya Fitriyani, Bintang Nurul Azkiya, Rizka Nurfarida, Siti Salma,

Syifa Nur Shadrina, Zakia Hayatunufus, dan Zia Nazaliah yang selalu memberikan motivasi, kebersamai, berbagi keluh kesah, dan membantu peneliti selama penyusunan skripsi ini.

13. Teman-teman kelas A 2020 dan Adhilya Angrahatana sebagai teman seperjuangan peneliti selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
14. Rekan-rekan, Kakak-kakak, adik-adik, dan pengurus BEM HMBF 2021 dan 2022 terutama kepada Divisi PSDO yang telah menjadi Rumah No. 3 bagi penulis. Terima kasih atas segala kenangan dan momen tak terlupakan yang dibangun bersama dan menjadi cerita hidup terbaik bagi penulis selama masa-masa perkuliahan ini.

Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Nasrul dan Ibunda Marnelly, yang tanpa henti memberikan doa, cinta, dan dukungan dalam setiap langkah hidup penulis. Tanpa pengorbanan, kesabaran, dan kasih sayang yang tak pernah putus dari Ayah dan Ibu, penulis tidak akan mampu mencapai titik ini. Setiap tetes keringat, darah, dan air mata melalui kerja keras orang tua menjadi fondasi yang kokoh bagi keberhasilan penulis, dan penulis merasa sangat bersyukur sekaligus berhutang budi atas itu. Semoga segala kebaikan dan pengorbanan yang telah Ayah dan Ibu berikan selama ini mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada saudara-saudari, ipar, dan ponakan penulis, khususnya Kakak Nasfitra Mardi Sanjaya, Uni Nurfitriani Windawati, Uni Nadia Anggia Murni, Kakak Nugraha Angga Fadhilah, Uni Rina, Kakak Fajar, Kakak Rizky, dan Kakak Ilma, yang selalu memberikan semangat, dukungan moral, dan rasa kebersamaan yang berarti. Mereka adalah pelita yang selalu menyinari jalan penulis, memberikan motivasi, serta menjadi teman berbagi suka dan duka. Kehadiran mereka di dalam hidup penulis merupakan anugerah tak ternilai, dan penulis sangat bersyukur memiliki keluarga yang begitu hangat dan penuh kasih sayang.



Penulis juga tak lupa menyampaikan terima kasih kepada seluruh keluarga besar dari pihak Ibu dan Ayah yang selalu mendoakan, menyemangati dan mendukung dari jauh. Kehangatan dan kebersamaan yang diberikan selalu menjadi kekuatan bagi penulis, terutama di saat-saat sulit selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga kita semua selalu diberikan kesehatan, kebahagiaan, dan kesuksesan oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

Akhir kata, penulis berharap agar apa yang telah dicapai ini bisa menjadi kebanggaan bagi Ayah, Ibu, dan seluruh keluarga. Penulis menyadari bahwa perjalanan masih panjang, dan tanpa mereka semua, langkah penulis tidak akan sekuat ini. Semoga ucapan terima kasih ini dapat mengungkapkan rasa syukur dan penghargaan dari penulis kepada pihak-pihak terkait, serta kebaikan mereka dibalas berlipat ganda oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala. Aamiin, Allahumma Aamiin*.

Bandung, 30 Agustus 2024

Penulis.

Nazihah Farah Ghaita

## ABSTRAK

### **Pengaruh Pembelajaran Proyek STEM-ESD terkait Energi Bersih Dan Terjangkau terhadap Kreativitas dan Aksi Siswa**

**Nazihah Farah Ghaita**

**2007151**

Pembelajaran Proyek STEM-ESD merupakan pembelajaran terintegrasi antara empat disiplin ilmu yaitu IPA, Matematika, Rekayasa, dan Teknologi dengan metode pembelajaran proyek demi mewujudkan pendidikan yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mencari tahu pengaruh dari pembelajaran proyek *Sciences Technology Engineering and Mathematics* (STEM) yang diintegrasikan dengan *Education for Sustainable Development* (ESD) terhadap kreativitas dan aksi keberlanjutan siswa terkait energi bersih dan terjangkau. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *quasi experimental* dengan desain yang digunakan yaitu *non-equivalent control group design*. sampel pada penelitian ini terdiri dari dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Data kreativitas siswa diperoleh dari penilaian matriks analisis produk kreatif yang dibuat siswa terkait energi bersih dan terjangkau. Sementara itu, data aksi keberlanjutan siswa diperoleh dari kuesioner yang diisi oleh siswa pada saat sebelum dan sesudah pembelajaran. Hasil yang ditemukan pada penelitian ini yaitu pembelajaran proyek STEM-ESD memberikan pengaruh terhadap kreativitas siswa (76.5%). Penilaian produk kreatif siswa tertinggi pada dimensi resolusi, sedangkan yang terendah pada dimensi kebaruan. Pada variabel aksi menunjukkan bahwa pembelajaran proyek STEM-ESD kurang berpengaruh secara signifikan terhadap aksi keberlanjutan siswa ( $p\text{-value}_{(0.335)} > \alpha_{(0.05)}$ ). Hal ini dilihat dari perubahan pada tindakan siswa di tiap masanya yang menunjukkan perbedaan yang kurang signifikan. Nilai antara kelompok kontrol dan eksperimen tidak menunjukkan perbedaan rata-rata yang signifikan.

**Kata kunci:** *Pembelajaran proyek STEM-ESD, energi bersih dan terjangkau, kreativitas, produk kreatif, aksi keberlanjutan*

## ABSTRACT

### **The Impact of STEM-ESD Project-Based Learning Related to Affordable and Clean Energy on Student Creativity and Actions**

**Nazihah Farah Ghaita**

**2007151**

The STEM-ESD Project-Based Learning is an integrated approach combining four disciplines: Science, Mathematics, Engineering, and Technology, through project-based learning methods to achieve sustainable education. This study aims to examine and determine the impact of the Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) project-based learning integrated with Education for Sustainable Development (ESD) on students' creativity and sustainability actions related to clean and affordable energy. The research method used is quasi-experimental, with a non-equivalent control group design. The sample in this study consists of two groups: an experimental group and a control group. Data on students' creativity were obtained from the assessment of a creative product analysis matrix created by students related to clean and affordable energy. Meanwhile, data on students' sustainability actions were collected through questionnaires completed by students before and after the learning process. The findings of this study indicate that STEM-ESD project-based learning has a positive impact on students' creativity (76.5%). The highest creative product assessment score was in the dimension of resolution, while the lowest was in the dimension of novelty. However, in terms of the action variable, STEM-ESD project-based learning did not significantly influence students' sustainability actions ( $p\text{-value } (0.335) > \alpha (0.05)$ ). This is evident from the changes in students' actions over time, which showed only minor differences. The average scores between the control and experimental groups did not show significant differences.

**Keyword:** *STEM-ESD project-based learning, affordable and clean energy, creativity, creative product, sustainability action.*

## DAFTAR ISI

KATA PENGATAR .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	5
1.6. Asumsi Penelitian.....	5
1.7. Hipotesis Penelitian .....	6
1.8. Struktur Organisasi Skripsi .....	6
BAB II PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD, KREATIVITAS SISWA, AKSI SISWA, DAN MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN TERKAIT ENERGI BERSIH DAN TERJANGKAU .....	8
2.1. Pembelajaran Proyek STEM-ESD .....	8
2.2. Kreativitas Siswa dalam Pembuatan Produk Teknologi .....	13
2.2.1. Kebaruan .....	16
2.2.2. Resolusi.....	16
2.2.3. Elaborasi dan Sinteisis .....	17
2.3. Aksi Siswa Terkait Energi Bersih dan Terjangkau .....	18

2.3.1.	Tindakan Masa Lalu.....	20
2.3.2.	Tindakan Masa Sekarang .....	20
2.3.3.	Tindakan Masa Depan.....	21
2.3.4.	Capaian Kompetensi .....	22
2.4.	Materi Perubahan Lingkungan Terkait Energi Bersih Dan Terjangkau.....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>24</b>
3.1.	Metode dan Desain Penelitian .....	26
3.1.1.	Metode Penelitian.....	26
3.1.2.	Desain Penelitian.....	26
3.2.	Populasi dan Sampel .....	27
3.3.	Definisi Operasional.....	28
3.4.	Instrumen Penelitian.....	29
3.4.1.	Instrumen Kreativitas Siswa .....	29
3.4.2.	Instrumen Aksi Keberlanjutan Siswa.....	32
3.4.3.	Instrumen Tambahan.....	42
3.5.	Prosedur Penelitian.....	43
3.5.1.	Persiapan .....	43
3.5.2.	Pengumpulan Data .....	44
3.5.3.	Pengolahan Data dan Analisis Data .....	50
3.5.4.	Penginterpretasian, Pembahasan, dan Penarikan Kesimpulan.....	50
3.6.	Analisis Data .....	50
3.6.1.	Analisis Data Nilai Kreativitas Siswa.....	51
3.6.2.	Analisis Data Tes Aksi Keberlanjutan Siswa.....	51
3.7.	Alur Penelitian.....	53
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>54</b>
4.1.	Kreativitas Siswa dalam Mengatasi Permasalahan Energi Bersih dan Terjangkau.....	54
4.1.1.	Kebaruan ( <i>Novelty</i> ) .....	64
4.1.2.	Resolusi ( <i>Resolution</i> ) .....	70

4.1.3. Elaborasi dan Sintesis ( <i>Elaboration and Synthesis</i> ) .....	77
4.2. Aksi dan Rencana Aksi Siswa dalam Mengatasi Permasalahan Energi Bersih dan Terjangkau.....	81
4.2.1. Tindakan Masa Lalu.....	89
4.2.2. Tindakan Masa Sekarang .....	91
4.2.3. Tindakan Masa Depan.....	94
4.2.4. Capaian Kompetensi .....	96
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....	98
5.1. Simpulan.....	98
5.2. Implikasi .....	98
5.3. Rekomendasi .....	99
DAFTAR PUSTAKA .....	100
LAMPIRAN.....	107

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Langkah Pembelajaran Model STEM menurut Widodo (2021).....	10
Tabel 3. 1 Desain Penelitian Quasi Experimental Control Group Design Non-Equivalen (Creswell & Guetterman, 2019).....	27
Tabel 3. 2 Kisi-kisi Instrumen Kreativitas Siswa.....	30
<i>Tabel 3. 3 Rubrik Penilaian Produk Kreatif Siswa</i> .....	30
Tabel 3. 4 Contoh Pernyataan Instrumen Aksi Siswa.....	33
Tabel 3. 5 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Pertama Indikator Tindakan Siswa ..	34
Tabel 3. 6 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Kedua Indikator Tindakan Siswa.....	36
Tabel 3. 7 Hasil Rekapitulasi Uji Validitas dan Reliabilitas Pertama Indikator Capaian Kompetensi Siswa.....	37
Tabel 3. 8 Hasil Rekapitulasi Uji Validitas dan Reliabilitas Kedua Indikator Capaian Kompetensi Siswa.....	38
Tabel 3. 9 Rekapitulasi Hasil Akhir Uji Coba Instrumen Aksi pada Indikator Tindakan Siswa .....	39
Tabel 3. 10 Rekapitulasi Hasil Akhir Uji Coba Instrumen Aksi pada Indikator Capaian Kompetensi Siswa.....	40
Tabel 3. 11 Kisi-kisi Instrumen Aksi Keberlanjutan Energi Bersih Dan Terjangkau	41
Tabel 3. 12 Kisi-kisi Pertanyaan Wawancara Tanggapan Siswa .....	42
Tabel 3. 13 Kisi-kisi Pernyataan <i>Peerassessment</i> Anggota Kelompok.....	43
Tabel 3. 14 Deskripsi Langkah Pembelajaran.....	45
Tabel 4. 1 Penilaian Produk Kreatif Siswa dengan <i>Creativitas Product Analysis Matrix</i> (CPAM) .....	55
Tabel 4. 2 Hasil Analisis Statistik Deskriptif dan Statistik Inferensial Aksi Siswa dalam Mengatasi Permasalahan Energi Bersih dan Terjangkau .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Bagan Alur Penelitian .....	53
Gambar 4. 1 Desain Akhir Produk Kreatif Kelompok 2 dan 3 .....	57
Gambar 4. 2 Desain Produk Teknologi Kelompok 3 .....	63
Gambar 4. 3 Nilai Produk Kreatif Siswa pada Dimensi Kebaruan .....	65
Gambar 4. 4 (a) Produk Kreatif ‘Turbina Eolica’, (b) Desain Akhir Produk Kreatif ‘Turbina Eolica’ .....	67
Gambar 4. 5 Desain Akhir Produk Kreatif ‘Zeplas’ .....	68
Gambar 4. 6 Nilai Produk Kreatif Siswa pada Dimensi Resolusi .....	71
Gambar 4. 7 Produk Kreatif Bio briket, (b) Desain Akhir Produk Kreatif Bio briket	72
Gambar 4. 8 Produk Kreatif Biodigester, (b) Desain Akhir Produk Kreatif Biodigester .....	73
Gambar 4. 9 Produk Kreatif ‘Termodejo’, (b) Desain Akhir Produk Kreatif ‘Termodejo’ .....	74
Gambar 4. 10 (a) Produk Kreatif ‘Mini PLTA’, (b) Desain Produk Kreatif ‘Mini PLTA’ .....	75
Gambar 4. 11 Nilai Produk Kreatif Siswa pada Dimensi Elaborasi dan Sintesis .....	78
Gambar 4. 12 Perubahan Nilai Tindakan Siswa pada Kelompok Eksperimen dan Kontrol .....	86
Gambar 4. 13 Rata-rata Nilai Aksi Siswa Tentang Tindakan Masa Lalu .....	89
Gambar 4. 14 Rata-rata Nilai Aksi Siswa Tentang Tindakan Masa Sekarang .....	91
Gambar 4. 15 Rata-rata Nilai Aksi Siswa Tentang Tindakan Masa Depan .....	94
Gambar 4. 16 Rata-rata Nilai Aksi Siswa Tentang Capaian Kompetensi .....	96



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Aksi Keberlanjutan Siswa .....	107
Lampiran 2. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Aksi Keberlanjutan .....	112
Lampiran 3. Lembar Pertanyaan Wawancara Siswa.....	118
Lampiran 4. Lembar penilaian antar teman sekelompok .....	119
Lampiran 5. Uji Statistika Instrumen Aksi Keberlanjutan Siswa .....	121
Lampiran 6. Penilaian Produk Kreatif .....	127
Lampiran 7. Catatan Lapangan .....	128
Lampiran 8. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) .....	134
Lampiran 9. Tabulasi Skor Tes Variabel Aksi Keberlanjutan .....	141
Lampiran 10. Data Perubahan Tindakan Siswa dari Masa Lalu Sampai Masa Depan .....	164
Lampiran 11. Surat Izin Penelitian.....	167
Lampiran 12. Surat Keterangan Selesai Penelitian .....	168
Lampiran 13. Dokumentasi Kegiatan .....	169
Lampiran 14. Modul Ajar .....	170

## DAFTAR PUSTAKA

- Annur, S., Kusmasari, W., Wulandari, W., & Sumiati. (2020). Pengembangan Biogas dari Sampah untuk Energi Listrik dan Bahan Bakar Kompor di TPA Cilowong, Kota Serang, Provinsi Banten. *Jurnal Kuat (Keuangan Umum dan Akuntansi Terapan)*, 2(1), 48-51.
- Aqilah, A. N. (2021). *Penerapan Pembelajaran STEM-ESciT Berwawadan ESD terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Materi Sifat Koligatif Larutan*. (Skripsi). FST, UIN Walisongo, Semarang.
- Arisanti, W. O. L., Sopandi, W., & Widodo, A. (2016). Analisis Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SD Melalui Project Based Learning. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(1), 82-95.
- Asry, I., & Syamsurizal. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Terhadap Kreativitas Peserta Didik. *Biolearning Journal*, 8(1), 24–26.
- Astra, I. M. (2010). Energi dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta*, 11(2), 131-139.
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2013). Fundamentals of Creativity. *Educational Leadership*, 70(5), 10–15.
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, 25(1), 53–69. <https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247>
- Besemer, S. P. (1998). Creative Product Analysis Matrix: Testing The Model Structure And A Comparison Among Products-Three Novel Chairs. *Creativity Research Journal*, 11(4), 333-346. [https://doi.org/10.1207/s15326934crj1104\\_7](https://doi.org/10.1207/s15326934crj1104_7).
- Besemer, S., & Treffinger, D. (1981). Analysis of Creative Products: Review and Synthesis. *The Journal of Creative Behavior*, 15(3), 158–178. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.1981.tb00287.x>.
- Chang, H. H., & Chuang, S. S. (2011). Social capital and individual motivations on knowledge sharing: Participant involvement as a moderator. *Information and Management*, 48(1), 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.im.2010.11.001>
- Chawla, L., & Cushing, D. F. (2007). Education For Strategic Environmental Behavior. *Environmental Education Research*, 13(4), 437–452. <https://doi.org/10.1080/13504620701581539>
- Chen, S. Y., & Liu, S. Y. (2020). Developing Students' Action Competence For A Sustainable Future: A Review Of Educational Research. *Sustainability*. 12(4), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su12041374>

- Chikamori, K., Tanimura, C., & Ueno, M. (2019). Transformational Model of Education For Sustainable Development (TMESD) as a Learning Process of Socialization. *Journal of Critical Realism*, 18(4), 420–436. <https://doi.org/10.1080/14767430.2019.1667090>
- Cremin, T. (2015). Perspectives on Creative Pedagogy: Exploring Challenges, Possibilities And Potential. *Education 3-13*, 43(4), 353-359. <https://doi.org/10.1080/03004279.2015.1020632>
- Creswell, J. W., & Guetterman, T. C. (2019). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (Edisi Keenam). New York: Pearson.
- Davies, D., Jindal-Snape, D., Collier, C., Digby, R., Hay, P., & Howe, A. (2013). Creative Learning Environments In Education-A Systematic Literature Review. *Thinking Skills and Creativity*, 8(1), 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.07.004>.
- Eid, M. I. M., & Al-Jabri, I. M. (2016). Social Networking, Knowledge Sharing, And Student Learning: The Case of University Students. *Computers and Education*, 99, 14–27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.04.007>.
- Eliyawati, E., Rusyati, L., & Nugraha, I., (2019). Student’s Creativity Through Project-Oriented Problem Based Learning (POPBL) with STEM Itegration in Learning Science. *Social Science, Education and Humanities Research*, 239, 56-96.
- Ellison, N. B., Steinfield, C., & Lampe, C. (2007). The Benefits Of Facebook “Friends:” Social Capital and College Students’ Use of Online Social Network Sites. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 12(4), 1143–1168. <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2007.00367.x>.
- Ernst, J., Blood, N., & Beery, T. (2017). Environmental Action and Student Environmental Leaders: Exploring The Influence of Environmental Attitudes, Locus of Control, and Sense of Personal Responsibility. *Environmental Education Research*, 23(2), 149–175. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1068278>.
- Fathurohman, I., Amri, M. F., Septiyanto, A., & Riandi. (2023). Integrating STEM based Education for Sustainable Development (ESD) to Promote Quality Education: A Systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 1052–1059. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4430>.
- Fatmawati, I. (2012). *Pengaruh Pembiasaan Pesan, Informasi Kelangkaan Dan Perbedaan Individual Pada Sikap, Niat Dan Perilaku Hemat Energi Listrik*.

- (Disertasi), Sekolah Pascasarjana, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.  
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:142379847>
- Fransisca Iriani Dewi, dra R., & Endah Setyaningsih, I. (2020). Intervensi untuk Perubahan Perilaku Hemat Energi Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 3, 373-382. <http://prosiding.unimus.ac.id>.
- Groccia, J. E. (2018). What Is Student Engagement?. *New Directions for Teaching and Learning*, 154, 11–20. <https://doi.org/10.1002/tl.20287>.
- Habibaturrohman, Z., Kaniawati, I., Solihat, R., & Nirbayati, W. F. (2023). How to Integrate ESD (Education for Sustainable Development) into STEM Education?: A Systematic Literature Review. *Journal of Natural Science and Integration*, 6(2), 270–282. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v6i2.29924>.
- Hadjichambis, A. C., & Paraskeva-Hadjichambi, D. (2020). Environmental Citizenship Questionnaire (ECQ): The Development and Validation of an Evaluation Instrument for Secondary School Students. *Sustainability*, 12(3), 1-12. <https://doi.org/10.3390/SU12030821>.
- Hakim, R. R. Al. (2020). Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan: Literatur Review. *ANDASIH Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1), 1-9.
- Hanif, S., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13271>
- Haqiqi, B. Y. (2023). *Pengaruh Pembelajaran Proyek Waste to Energy Terhadap Upaya Peningkatan Kesadaran dan Aksi Siswa Untuk Memanfaatkan Sebagai Sumber Energi Ramah Lingkungan*. (Skripsi). FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education : Status, Prospects, and an Agenda For Research*. Washington: The National Academies Press.
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing Learner Behavior Through Environmental Education. *Journal of Environmental Education*, 21(3), 8–21. <https://doi.org/10.1080/00958964.1990.10753743>.
- Kamdi, aeni, Rochintaniawati, D., & Cahya Prima, E. (2022). Efektivitas Web Based Inquiry Learning pada Materi Pencemaran Lingkungan dalam Konteks Education Sustainable Development untuk Meningkatkan Kemampuan Berinkuiri dan Kepedulian Lingkungan Siswa. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(3), 733–738. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/pendipa733>.

- Kemendikbudristek. (2024). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 032/H/KR/2024*. Jakarta: Kemendikbudristek.
- Kementerian ESDM. (2022). *Handbook of Energy And Economic Statistics of Indonesia 2022*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why Do People Act Environmentally and What Are The Barriers To Pro-Environmental Behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>.
- Lai, Q., Kong, L., Gong, W., Russell, A. G., & Fan, M. (2019). Low-Energy-Consumption and Environmentally Friendly CO<sub>2</sub> Capture Via Blending Alcohols Into Amine Solution. *Applied Energy*, 254, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113696>.
- Lange, F., & Dewitte, S. (2019). Measuring Pro-Environmental Behavior: Review and Recommendations. *Journal of Environmental Psychology*, 63, 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.04.009>.
- Lerang, M. S., Ertesvåg, S. K., & Havik, T. (2018). Perceived Classroom Interaction, Goal Orientation and Their Association with Social and Academic Learning Outcomes. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 63(6), 913–934. <https://doi.org/10.1080/00313831.2018.1466358>.
- Lidya, N., Habibah, H., & Suryadi, A. (2024). The Effect of Design-Based STEM Learning on Students' Scientific Creativity in Solar Energy Topic. *Momentum: Physics Education Journal*, 8(2), 166–180. <https://doi.org/10.21067/mpej.v8i2.9767>.
- Manik, R. H. (2019). *Analisis Rendahnya Kreativitas dan Motivasi Belajar IPA di Kelas V SDN 046582 Lausolu Kec. Mardinding Tahun Pelajaran 2018/2019* (Skripsi). FKIP, Universitas Quality, Medan.
- Martín-Sánchez, A., González-Gómez, D., & Jeong, J. S. (2022). Service Learning as an Education for Sustainable Development (ESD) Teaching Strategy: Design, Implementation, and Evaluation in a STEM University Course. *Sustainability*, 14(12), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su14126965>.
- Novera, L. (2019). *Pengembangan Penilaian produk untuk Mengukur Kreativitas Peserta Didik di Kelas V MI Al-Abrar Bontoduri Kecamatan Tamalate Makassar*. (Skripsi). FTK, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Paço, A., & Lavrador, T. (2017). Environmental Knowledge and Attitudes and Behaviours Towards Energy Consumption. *Journal of Environmental Management*, 197, 384–392. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.100>.

- Pramudiyanto, A. S., & Suedy, S. W. A. (2020). Energi Bersih dan Ramah Lingkungan dari Biomassa untuk Mengurangi Efek Gas Rumah Kaca dan Perubahan Iklim yang Ekstrim. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 1(3), 86–99. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.9990>.
- Primasti, S. G. (2021). Implementasi Program Education for Sustainable Development di SMA Tumbuh. *Jurnal Spektrum Analisis Kebijakan Pendidikan*, 10(3), 80–100.
- Rahman, A. A., Kaniawati, I., Riandi, R., & Hendayana, S. (2023). Secondary Science Teachers Perception on STEM Learning for Sustainable Development. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1297–1303. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2776>.
- Richardson, C., & Mishra, P. (2018). Learning environments that support student creativity: Developing the SCALE. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.11.004>.
- Romadhoni, H. A., & Wesen, P. (2018). Pembuatan Biogas dari Sampah Pasar. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6(1), 59–64.
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>.
- Sass, W., Boeve-de Pauw, J., Olsson, D., Gericke, N., De Maeyer, S., & Van Petegem, P. (2020). Redefining action competence: The case of sustainable development. *Journal of Environmental Education*, 51(4), 292–305. <https://doi.org/10.1080/00958964.2020.1765132>.
- Sass, W., Pauw, J. B. de, Maeyer, S. De, & Petegem, P. Van. (2021). Development and Validation of an Instrument for Measuring Action Competence in Sustainable Development within Early Adolescents: The Action Competence in Sustainable Development Questionnaire (ACiSD-Q). *Environmental Education Research*, 27(9), 1284–1304. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1888887>.
- Schelly, C., Cross, J. E., Franzen, W., Hall, P., & Reeve, S. (2012). How To Go Green: Creating A Conservation Culture in A Public High School Through Education, Modeling, and Communication. *Journal of Environmental Education*, 43(3), 143–161. <https://doi.org/10.1080/00958964.2011.631611>.
- Setiawan, L., Wardani, N. S., & Permana, T. I. (2021). Peningkatan Kreativitas Siswa Pada Pembelajaran Tematik Menggunakan Pendekatan Project Based Learning. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 1879–1887. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1068>
- Siagian, N., Ridayani, Andrias, Kamsinah, Maryanti, E., Fatmawati, E., Adi Pramono, S., & Fajri, I. (2023). The Effect of Environmental Citizenship and

- Spiritual Norms As Mediators on Students' Environmental Behaviour. *International Journal of Adolescence and Youth*, 28(1), 69-83. <https://doi.org/10.1080/02673843.2023.2231511>.
- Stern, P. C. (2000). Toward a Coherent Theory of Environmentally Significant Behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407-424.
- Sunaryo, M., Zahra, J. S., Rosyadah, A., Ramadhani, H. K., Hikmiah, S., Apriyanti, A., Thoba, M., Saputra, N. I., Putra, K. D., Taqiyyaa, K., Wibisono, F., Tiway, M., Sunaryani, R., & Wasillah, F. (2023). Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Terhadap Pembuatan Biogas dan Pupuk Organik di Desa Madureso, Mojokerto. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(2), 711–720.
- Tampubolon, R. (2022). *Analisis Kinerja Kincir Air Tipe Undershot Berbahan Akrilik Dengan Jumlah Sudut 8 Pada Sudut ( $\theta$ ) 15°*. (Skripsi). FT, Universitas Medan Area, Medan.
- Telešienė, A., Pauw, J. B. De, Goldman, D., & Hansmann, R. (2021). Evaluating an educational intervention designed to foster environmental citizenship among undergraduate university students. *Sustainability*, 13(15), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su13158219>.
- Tiara, C. (2023). *Pengaruh Pembelajaran Aplikasi Light Emitting Diodes (LED) dalam Pengawetan Makanan Terhadap Kesadaran dan Keterlibatan Berkelanjutan Zero Hunger Pada Peserta Didik SMA*. (Skripsi). FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Titu, M. A. (2015). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa pada Materi Konsep Masalah Ekonomi. *Prosiding Seminar Nasional*, 176–186.
- UNESCO. (2017). *Education For Sustainable Development Goals : Learning Objectives*. Paris: UNESCO.
- UNESCO. (2020). Education for Sustainable Development: A Roadmap Education for Sustainable Development A roadmap. In United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/YFRE1448>
- Widana, W. I., & Muliani, P. L. (2020). *Uji Persyaratan Analisis*. Lumajang: Klik Media.
- Widodo, A. (2021). *Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Dasar- Dasar untuk Praktik*. Bandung: UPI Press.
- Winarni, J., Zubaidah, S., & Handayanto, S. K. (2016). Stem: Apa, Mengapa, dan Bagaimana. *Prosiding Seminar Nasional Pend. IPA Pascasarjana UM*, 1, 976-984. <https://www.researchgate.net/publication/322353003>.

- Yeh, Y. chu, Yeh, Y. ling, & Chen, Y. H. (2012). From Knowledge Sharing to Knowledge Creation: A Blended Knowledge-Management Model for Improving University Students' Creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 7(3), 245–257. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.05.004>.
- Yenni, R., Hernani, & Widodo, A. (2017). The Implementation of Integrated Science Teaching Materials Based Socio-Scientific Issues To Improve Students Scientific Literacy For Environmental Pollution Theme. *AIP Conference Proceedings*, 1-4. <https://doi.org/10.1063/1.4983970>.
- Zguir, F. M., Dubis, S., & Koç, M. (2021). Embedding Education for Sustainable Development (ESD) and SDGs Values in Curriculum: A Comparative Review on Qatar, Singapore and New Zealand. *Journal of Cleaner Production*, 319, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128534>.
- Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A Study of The Impact of Project-Based Learning on Student Learning Effects: A Meta-Analysis Study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>.



