

**PENGARUH PEMBELAJARAN *SOLID WASTE MANAGEMENT*
BERBASIS STEM TERHADAP KESADARAN BERKELANJUTAN DAN
AKSI BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK**

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat untuk Memperoleh Gelar Magister
Pendidikan Biologi



Oleh :
Annesha Rahmadayanti
NIM 2105454

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

2024

PENGARUH PEMBELAJARAN SOLID WASTE MANAGEMENT BERBASIS
STEM TERHADAP KESADARAN BERKELANJUTAN DAN AKSI
BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK

Oleh:

Annesha Rahmadayanti

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memperoleh gelar magister Pendidikan pada
Program Studi Pendidikan Biologi
Departemen Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Annesha Rahmadayanti
Universitas Pendidikan Indonesia
2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang,
difhotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANNESHA RAHMADAYANTI

**PENGARUH PEMBELAJARAN SOLID WASTE MANAGEMENT
BERBASIS STEM TERHADAP KESADARAN BERKELANJUTAN DAN
AKSI BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Phil. Ari Widodo, M. Ed.
NIP. 196705271992031001

Pembimbing II



Prof. Dr. Riandi, M. Si
NIP. 196305011988031002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Kusrandi, M. Si
NIP. 196805091994031001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul “Pengaruh Pembelajaran *Solid Waste Management* Berbasis STEM terhadap Kesadaran Berkelanjutan dan Aksi Berkelanjutan Peserta Didik”, 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 kalimat lain terhadap keaslian karya saya.

Bandung, Januari 2024

Annesha Rahmadayanti

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, yang telah memberikan limpahan berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dan merampungkan penulisan dan penelitian tesis yang berjudul “Pengaruh Pembelajaran *Solid Waste Management* Berbasis STEM terhadap Kesadaran Berkelanjutan dan Aksi Berkelanjutan Peserta Didik” dengan maksimal dan sesuai waktunya. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan dan tersampaikan kepada Nabi Besar Muhammad *Shallallahu alaihi wassallam*, keluarnya, sahabat-sahabatnya dan semoga sampai pula kepada kita selaku umatnya. Sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Magister Pendidikan yang diselenggarakan oleh Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Indonesia, tentunya penulis harus menyelesaikan tesis ini dan menikmati setiap proses penyusunannya, serta proses pemakaian yang terjadi di dalamnya. Maka setelah berbagai hal dan proses yang telah dilalui pada saat proses penulisan tesis ini, penulis mempersembahkan perolehan hasil dari penelitian mengenai pengaruh pembelajaran *solid waste management* terhadap kesadaran berkelanjutan dan aksi berkelanjutan peserta didik ini agar dapat memberikan kesadaran serta memancing aksi peserta didik dalam memahami pengelolaan sampah padat.

Penulis sadar sekali bahwa tidak ada sesuatu yang sempurna, termasuk tesis yang telah penulis buat ini. Maka dengan sangat terbuka dan besar hati, penulis bersedia menerima seluruh masukan, saran serta komentar yang kiranya dapat membangun kesempurnaan mengenai penelitian tentang pembelajaran *solid waste management* ini di penelitian selanjutnya. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca dari seluruh kalangan, dan dapat memperkaya ranah keilmuan. Semoga dengan karya ini dapat menjadi salah satu sumber inspirasi dan motivasi untuk mempersiapkan generasi muda yang lebih peduli tentang lingkungan dan dapat memberikan solusi terbaiknya terhadap permasalahan lingkungan sekarang ini.

Bandung, 2024

Annesha Rahmadayanti

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillahirabbilalamin.

Sekali lagi, penulis ingin mengucapkan puja dan puji serta syukur kepada Allah *Subhanau Wa Ta'ala*, atas seluruh rahmat, belas kasih dan kasih sayangnya yang tidak pernah terputus. Karena izin dan ridho-Nya-lah akhirnya penulis dapat menyelesaikan proses penelitian hingga penulisan tesis yang berjudul “Pengaruh Pembelajaran *Solid Waste Management* terhadap Kesadaran Berkelanjutan dan Aksi Berkelanjutan Peserta Didik” dengan sebaik-baiknya. Meskipun dalam perjalanan kepenulisan ini, penulis menghadapi berbagai kendala, rintangan dan tantangan yang tidak berhenti, namun kasih sayang Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* juga tidak ada hentinya. Dalam rangka menyampaikan ucapan terima kasih untuk berbagai pihak yang menjadi perantara-Nya dalam membantu penulis menyelesaikan penulisan tesis ini, izinkan saya selaku penulis menyampaikan rasa terima kasih tiada henti bagi mereka di bawah ini yang telah sangat berjasa:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. H. Ari Widodo, M. Ed, selaku Dosen Pembimbing 1. Berkat arahan, dorongan, motivasi dan bimbingan Bapak yang begitu hebat dan sabar, penulis akhirnya dapat mengerti serta memaknai, dan mengambil banyak sekali pembelajaran selama proses penulisan tesis ini. Penulis bisa memaknai setiap kata, dan dapat membuka wawasan baru selama proses pengerjaan tesis ini dari awal hingga akhir. Setiap arahan dan ilmu yang diberikan kepada penulis dapat menjadi bekal untuk penulis agar dapat berkembang dan mengembangkan diri dalam dunia pendidikan.
2. Bapak Prof. Dr. Riandi, M. Si, selaku Dosen Pembimbing II, berkat arahan, bimbingan dan motivasi Bapak yang baik dan begitu teliti dalam penulisan tesis ini sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Setiap ilmu, serta saran dan masukan yang Bapak berikan akan selalu menjadi pembelajaran yang berharga bagi penulis sekarang bahkan hingga di masa depan.
3. Ibu Dr. Mimin Nurjhani K, selaku Dosen Pembimbing Akademik Penulis selamat penulis bersekolah Magister di Universitas Pendidikan Indonesia. Terimakasih penulis ucapkan kepada Ibu untuk semua arahan serta masukan yang diberikan selama penulis menjalankan studi di Prodi Pascasarjana Pendidikan Biologi ini.
4. Ibu dan Bapak Dosen Penguji yang bersedia memberikan masukan serta saran kepada penulis agar penulisan karya ini menjadi lebih baik lagi.
5. Ibu dan Bapak petinggi Departemen Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada Penulis untuk dapat merasakan fasilitas perkuliahan yang sangat baik.
6. Ibu dan Bapak Dosen Departemen Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia yang telah berjasa dalam memberikan ilmu dan

membuka pengetahuan penulis, memberikan pengalaman berharga disetiap pembelajaran dan perkuliahan sebelum penulis menyelesaikan tugas akhir ini. Jasa Ibu dan Bapak Dosen semua akan selalu penulis kenang.

7. Ibu, Bapak guru, serta siswa-siswi di MAN 1 Kota Bengkulu, yang telah membantu dan memudahkan penulis dalam melaksanakan uji validitas instrumen hingga melaksanakan penelitian hingga selesai, terimakasih banyak atas bantuannya.
8. Teman-teman dan keluarga penulis dalam rumpun satu dosen pembimbing yang sering menjadi tempat penulis untuk bertukar pikiran, mengeluh, bersenda gurau, bertukar amarah, bertukar tangis, teman makan bersama setiap selesai bimbingan, *Zero Waste Squad*. Terimakasih penulis ucapkan atas dorongan kalian yang tiada henti, terimakasih karena sudah bersedia menemani penulis hingga tesis ini selesai. Penulis tidak yakin rasanya jika tidak bersama kalian, mungkin tesis ini tidak akan selesai sebaik ini. Terimakasih: Kak Aisyah Zumirah, Rohwan Luthfi Maulana, Ghina Nur Inayah, dan si bungsu Zevira Fransisca Aurora. *I'am really gratefull to have you guys. How did you guys think of this? We did really well.*
9. Sahabat-sahabat dan keluarga penulis yang selama perkuliahan ini yang sering kali mendengarkan cerita-cerita, keluh kesah dan menyaksikan air mata penulis dalam menyelesaikan penyusunan tesis ini : Zevira Fransisca Auror, Kak Cece (Nisa Ayunda Rahmi Mutia), Chika Putri Faritzah, Teh Pipit Anggraini, Widya Cristanti. Teman dan sepupu ku di Bengkulu yang juga sering mendengarkan keluh kesahku melalui *chat* atau telpon, Meliani dan Azizah Ayu.
10. Teman-teman dan keluarga Pascasarjana Pendidikan Biologi Angkatan 2021 kelas B. Kelas yang anak-anaknya super kalem tapi selalu mau menolong dan saling merangkul, semoga semua hal-hal baik selalu datang kepada kita.

Terakhir, penulis persembahkan paragraf khusus untuk mereka yang menjadi alasan penulis untuk terus berkembang, tidak menyerah, dan terus ingin penulis usahakan kebahagiaannya. Orang tua penulis yang akan selalu penulis banggakan, cintai, hormati dan doakan yang tidak akan pernah bisa penulis balas jasanya sepanjang usia: Bapak, M. Umar. Terimakasih. Penulis tidak akan bisa memberikan apapun sebagai balasan atas semua kerja keras, keringat, dan usaha yang beliau lakukan untuk keluarga dan untuk penulis. Bapak yang menenangkan anaknya dan selalu mengkhawatikan anaknya meskipun anaknya ini sudah dewasa. Maaf, penulis tau bahwa seluruh hidup penulis berasal dari darah, keringat, air mata dan rasa sakit yang beliau tahan demi anak-anaknya dan semua itu tidak akan pernah bisa penulis balas. Meskipun penulis tidak pandai dalam menyampaikan betapa penulis menyayangi, mencintai, memiliki rasa bangga

kepada beliau, penulis akan selalu mengidolakan beliau sebagai seorang laki-laki dan sebagai seorang Bapak. Ibu, Umi Tazdaria, yang tidak pernah berhenti mendoakan kesehatan, kebahagiaan, kelancaran langkah dan keberkahan hidup untuk penulis disetiap sujud sholat malamnya. Terimakasih karena selalu menjadi pendengar ketika penulis menangis, selalu mendoakan, menelpon dan mengingatkan ketika anak sulungnya ini sakit diperantauan. Untuk Bapak dan Ibu, penulis sangat sadar belum ada yang bisa penulis berikan dan lakukan untuk membahagiakan dan membanggakan Ibu dan Bapak. Namun rasa kasih, cinta, dan doa selalu penulis hatuhkan kepada Allah agar selalu memberikan ampunan dan ridho- Nya untuk Ibu dan Bapak, memberikan berkah di hidup dalam hitungan angka umur Ibu dan Bapak. Maaf, karena banyak hal yang harus Ibu dan Bapak tahan atau bahkan relakan demi anak-anak Ibu dan Bapak memiliki hidup yang baik Selanjutnya untuk kedua adikku, Arif Setiawan dan Amalia Putri Agustina, terimakasih karena selalu mau mendengarkan keluh kesan penulis selama penulis berkuliah jauh di Bandung, menjadi salah satu motivasi penulis untuk semangat menyelesaikan kewajiban bersekolah di Universitas Pendidikan Indonesia ini. Tanpa mereka, penulis hanyalah seonggok daging bernama.

Paragraph *special* selanjutnya ingin penulis persembahkan kepada penulis sendiri, Annesha Rahmadayanti. Terimakasih karena selalu berusaha bangkit meskipun sudah berkali-kali terjatuh. Terimakasih karena kembali berusaha tersenyum dan tertawa meskipun sudah berkali-kali menangis. *You have nothing to regret, because you did really well, you did your best. Long story short, you survived. Thank you.*

Bandung, 2024
Penulis,

Annesha Rahmadayanti

**PENGARUH PEMBELAJARAN *SOLID WASTE MANAGEMENT*
BERBASIS STEM TERHADAP KESADARAN BERKELANJUTAN DAN
AKSI BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK**

ABSTRAK

Solid waste management adalah salah satu permasalahan pada lingkungan yang belum terselesaikan hingga sekarang yang disebabkan oleh rendahnya kesadaran dan aksi seseorang terhadap permasalahan lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan pembelajaran yang diharapkan mampu menanamkan sikap kesadaran dan aksi yang bersifat berkelanjutan terutama pada diri peserta didik sebagai harapan masa depan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pembelajaran *solid waste management* yang berbasis STEM terhadap kesadaran berkelanjutan dan aksi berkelanjutan peserta didik. Melalui pembelajaran *solid waste management* berbasis STEM, diharapkan peserta didik memiliki kesadaran berkelanjutan dan aksi berkelanjutan terutama pada permasalahan sampah padat. Pembelajaran ini terdiri atas tahapan merumuskan masalah, pikir, desain, buat, uji coba dan desain ulang. Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan desain *pre-test post-test non-equivalent control group*. Kelas eksperimen diberikan perlakuan pembelajaran STEM dan diarahkan untuk merancang teknologi sederhana yang dapat mereka tawarkan untuk mengatasi permasalahan yang mereka temukan, sedangkan kelas kontrol diajarkan menggunakan pembelajaran yang biasa diajarkan guru di kelas. Sampel yang dipilih sebanyak 150 orang, yang terdiri atas 74 orang peserta didik kelas eksperimen dan 76 orang peserta didik kelas kontrol di salah satu MA di Kota Bengkulu. Data diperoleh melalui instrumen angket kuisisioner yang menggunakan skala Likert 1-4 yang berjumlah 30 butir pernyataan untuk variabel kesadaran berkelanjutan dan 30 butir pernyataan untuk variabel kesadaran aksi berkelanjutan. Masing-masing variabel terdiri atas 3 indikator, dimana indikator variabel kesadaran berkelanjutan terdiri atas kesadaran pengetahuan, kesadaran sikap, dan kesadaran partisipasi, sedangkan untuk variabel aksi berkelanjutan terdiri atas indikator kompetensi aksi, aksi masa lalu, masa sekarang dan masa depan, dan dampak aksi. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan uji beda rata-rata. Hasil analisis data menunjukkan bahwa tidak terdapat hasil yang signifikan terhadap kesadaran berkelanjutan dan aksi berkelanjutan peserta didik. Terdapat satu indikator pada variabel kesadaran dan aksi berkelanjutan yang signifikan, yaitu indikator kesadaran sikap dan aksi masa lalu, masa depan dan masa sekarang.

Kata kunci: Pembelajaran berbasis STEM, *solid waste management*, Kesadaran berkelanjutan, Aksi berkelanjutan

THE INFLUENCE OF STEM-BASED SOLID WASTE MANAGEMENT LEARNING ON STUDENTS' SUSTAINABLE AWARENESS AND SUSTAINABLE ACTION

ABSTRACT

Solid waste management, or the issue of solid waste disposal, is an unresolved environmental problem due to the low awareness and actions of individuals towards environmental issues. Therefore, there is a need for education that can instill sustainable awareness and actions, especially in students who represent the hope for the future. The aim of this research is to determine the influence of STEM-based solid waste management learning on the sustainable awareness and actions of students. Through STEM-based solid waste management learning, it is expected that students will develop sustainable awareness and actions, particularly regarding solid waste issues. This learning approach consists of stages such as formulating problems, thinking, designing, creating, testing and redesigning. The research utilizes a quasi-experimental method with a non-equivalent control group pre-test post-test design. The experimental group receives STEM-based learning treatment and is directed to design simple technologies to address the issues they identify, while the control group is taught using conventional methods by the teacher. The sample consists of 150 individuals, with 74 students in the experimental group and 76 students in the control group from a high school in Bengkulu City. Data is collected through a questionnaire instrument using a Likert scale 1-4, consisting of 30 statements for sustainable awareness and 30 statements for sustainable action. Each variable comprises three indicators; sustainable awareness includes knowledge of awareness, attitude of awareness, and participation of awareness, while sustainable action includes competency of action, past, present and future actions, and the impact of actions. Data analysis uses a mean difference test to determine the influence of the implemented learning on students' sustainable awareness and actions. The results show that there is no significant impact of sustainable awareness and sustainable action on students. However, one indicator in the sustainable awareness variable, which is students' awareness of attitude shows a significant result.

Keyword: STEM-Based Learning, Solid Waste Management, Sustainable Awareness, Sustainable Actions

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian.....	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	9
1.5 Batasan Masalah	9
1.6 Asumsi Penelitian	10
1.7 Hipotesis Penelitian.....	10
1.8 Struktur Organisasi Tesis	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	13
2.1 Pembelajaran Solid Waste Management Berbasis STEM	13
2.2 Kesadaran Berkelanjutan	20
2.2.1 Kesadaran Pengetahuan Konseptual.....	23
2.2.2 Kesadaran Partisipasi	24
2.3 Aksi Berkelanjutan.....	25
2.3.1 Kompetensi Aksi.....	27
2.3.2 Aksi Masa lalu, Masa Depan, Masa Sekarang	27
2.4 Paradigma Penelitian.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Metode dan Desain.....	31
3.3.1 Metode Penelitian	31
3.3.2 Desain Penelitian.....	31
3.2 Populasi dan Sampel	32

3.3	Definisi Operasional.....	32
3.4	Instrumen Penelitian.....	33
3.5	Prosedur Penelitian.....	40
3.5.1	Persiapan	41
3.5.2	Pengumpulan Data	41
3.5.3	Pengolahan dan Analisis Data.....	45
3.5.4	Penginterpretasian, Pembahasan dan Penarikan Kesimpulan	45
3.6	Analisis Data	45
3.6.1	Analisis Data Kesadaran Berkelanjutan.....	45
3.6.2	Analisis Data Aksi Berkelanjutan	46
3.7	Alur Penelitian	48
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik.....	49
4.1.1.	Kesadaran Pengetahuan Konseptual.....	53
4.1.2.	Kesadaran Sikap	64
4.1.3.	Kesadaran Partisipasi	74
4.2	Aksi Berkelanjutan Peserta Didik	85
4.2.1	Kompetensi Aksi	88
4.2.2	Aksi Masa Lalu, Masa Sekarang dan Masa Depan	99
4.2.3	Dampak Aksi	102
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		111
5.1.	Simpulan	111
5.2.	Implikasi.....	112
5.3.	Rekomendasi.....	112
DAFTAR PUSTAKA.....		113
LAMPIRAN.....		129

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tahapan Pembelajaran dengan Model STEM	20
Tabel 3.1 Kisi-kisi Instrumen Kesadaran Berkelanjutan Sebelum Uji Validitas dan Reliabilitas	34
Tabel 3.2 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Kesadaran Berkelanjutan	35
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Kesadaran Yang Digunakan.....	36
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Instrumen Aksi Berkelanjutan Sebelum Diuji Validitas Dan Reliabilitas	37
Tabel 3.5 Hasil Uji Validitas Dan Uji Reliabilitas Instrumen Aksi Berkelanjutan	38
Tabel 3.6 Kisi-Kisi Instrumen Aksi Berkelanjutan Yang Digunakan.....	39
Tabel 3.7 Kisi-Kisi Pertanyaan Wawancara Kepada Guru Dan Peserta Didik..	40
Tabel 3.8 Kegiatan Pembelajaran Pada Kelas Eksperimen Dan Kontrol	41
Tabel 4.1 Hasil Statistik Deskriptif dan Uji Hipotesis Kesadaran Berkelanjutan	50
Tabel 4.2 Hasil Uji Hipotesis pada Setiap Indikator Variabel Kesadaran Berkelanjutan	53
Tabel 4.3 Kegiatan Perkelompok pada Indikator Kesadaran Pengetahuan	56
Tabel 4.4 Kegiatan Perkelompok Pada Indikator Kesadaran Sikap	66
Tabel 4.5 Rata-rata Nilai Kesadaran partisipasi Peserta Didik	75
Tabel 4.6 Kegiatan Perkelompok Pada Indikator Kesadaran Partisipasi	76
Tabel 4.7 Hasil Analisis Statistik Deskriptif dan Uji Hipotesis Aksi Keberlanjutan Peserta didik	85
Tabel 4.8 Hasil Uji Hipotesis pada Setiap Indikator Variabel Aksi Berkelanjutan	87
Tabel 4.9 Kegiatan Perkelompok Pada Indikator Kompetensi Aksi.....	89
Tabel 4.10 Kegiatan Tiap Kelompok Indikator Dampak Aksi	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tahapan Munculnya Kesadaran Diri.....	22
Gambar 2. 2 Paradigma Penelitian.....	29
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	31
Gambar 3. 2 Alur Penelitian	48
Gambar 4. 1 Rata-rata nilai kesadaran pengetahuan konseptual peserta didik... 54	
Gambar 4. 2 Jawaban Kelompok 1 Terhadap Merumuskan Masalah Yang Memiliki Pengetahuan Cukup Baik	60
Gambar 4. 3 Jawaban Kelompok 5 Terhadap Merumuskan Masalah Yang Memiliki Pengetahuan Kurang	61
Gambar 4. 4 Rata-Rata Nilai Kesadaran Sikap Peserta Didik	65
Gambar 4. 5 Rata-Rata Nilai Pre-Test Dan Postest Kompetensi Aksi	88
Gambar 4. 6 (a) Hasil Desain Kelompok 1 (b) Hasil Desain Kelompok 2 (C) Realisasi Produk Yang Telah di Desain dari Kelompok 1.....	96
Gambar 4. 7 Hasil jawaban LKPD peserta didik pada tahapan Uji Coba kelompok 1.....	97
Gambar 4. 8 Desain Ulang Produk Yang Dibuat Oleh Kelompok 1	98
Gambar 4. 9 Rata-Rata Nilai Aksi Masa Lalu, Masa Depan Dan Masa Sekarang Peserta Didik	99
Gambar 4. 10 Rata-Rata Nilai Dampak Aksi Peserta Didik	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Uji Validitas dan Uji Reliabilitas Instrumen Kesadaran	129
Lampiran 2. Contoh Instrumen Kuisisioner Kesadaran Peserta Didik Yang Digunakan	132
Lampiran 3. Uji Validitas dan Uji Reliabilitas Instrumen Aksi Peserta didik..	134
Lampiran 4. Contoh Instrumen Kuisisioner Aksi Peserta Didik Yang Digunakan	137
Lampiran 5. Modul Ajar	141
Lampiran 6. Tabulasi Skor Tes Variabel Kesadaran	146
Lampiran 7. Uji Statistik Instrumen Kesadaran Berkelanjutan dan Aksi Berkelanjutan Peserta didik secara keseluruhan	147
Lampiran 8. Uji Statistik Instrumen Kesadaran Peserta didik per-Indikator	150
Lampiran 9. Tabulasi Skor tes Variabel Aksi Keseluruhan.....	153
Lampiran 10. Uji Statistik Instrumen Aksi Peserta Didik Secara Keseluruhan	154
Lampiran 11. Uji Statistik Instrumen Aksi Peserta Didik Per-Indikator	156
Lampiran 12. Contoh Daftar Wawancara kepada Peserta Didik	157
Lampiran 13. Contoh Daftar Wawancara kepada Guru.....	159
Lampiran 14. Surat Izin Penelitian.....	161
Lampiran 15. Surat Izin Penelitian dari Sekolah	162
Lampiran 16. Surat Selesai Penelitian	163
Lampiran 17. Contoh LKPD Perkejaan Peserta didik	164
Lampiran 18. Dokumentasi Penelitian.....	167

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-shafy, H. I., & Mansour, M. S. M. (2018). Solid waste issue : Sources , composition , disposal , recycling , and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1275–1290. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>
- Abdellatif, H. (2022). Environmental Education Through Shocking Photos : An Innovative Way Of Creating Environmental Awareness. *Journal of Positive School Psychology*, 6(7), 4044–4057.
- Abubakar, I. R., Maniruzzaman, K. M., Dano, U. L., AlShihri, F. S., AlShammari, M. S., Ahmed, S. M. S., Al-Gehlani, W. A. G., & Alrawaf, T. I. (2022). Environmental Sustainability Impacts of Solid Waste Management Practices in the Global South. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph191912717>
- Afifah, N. T. (2024). *Pengaruh Pembelajaran Proyek Air Pollution Blocker Berbasis STEM terhadap Kesadaran Berkelanjutan dan Aksi Peduli Kesehatan Lingkungan Pada Peserta Didik SMP* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <https://repository.upi.edu/102257/>
- Agustin, Y., & Purnama, A. (2021). *Pemanfaatan Sampah Anorganik melalui Program Prakarya di Mts Darul Ulum Dusun Rambay Rt / Rw 01 Desa Rambay*. 39(November).
- Ahmad, A. L., Rahim, S. A., Pawanteh, L., & Ahmad, F. (2012). The understanding of environmental citizenship among Malaysian youths: A study on perception and participation. *Asian Social Science*, 8(5), 85–92. <https://doi.org/10.5539/ass.v8n5p85>
- Al-Naqbi, A. K., & Alshannag, Q. (2018). The Status of Education for Sustainable Development and Sustainability Knowledge, Attitudes, and Behaviors of UAE University Students. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(3), 566–588. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-06-2017-0091>
- Ali, H. (2021). Perilaku Pedagang Warung Jajanan Dalam Pengelolaan Sampah Di Pantai Panjang Kota Bengkulu Tahun 2021. *Journal of Nursing and Public Health*, 9(2), 38–46. <https://doi.org/10.37676/jnph.v9i2.1796>
- Almers, E. (2013). Pathways to action competence for sustainability - Six themes. *Journal of Environmental Education*, 44(2), 116–127. <https://doi.org/10.1080/00958964.2012.719939>
- Altin, A., Tecer, S., Tecer, L., Altin, S., & Kahraman, B. F. (2014). Environmental Awareness Level of Secondary School Students: A Case Study in Balıkesir (Türkiye). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141, 1208–1214. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.207>
- Ampofo, J. A. (2020). Waste Disposal Management Practice in Selected Senior

High Schools Within the WA. *International Journal of Management and Entrepreneurship Research*, September.
<https://doi.org/10.51594/ijmer.v2i4.157>

- Angelstam, P., Andersson, K., Annerstedt, M., Axelsson, R., Elbakidze, M., Garrido, P., Grahn, P., Jo, K. I., Smith, M., Stjernquist, I., Pedersen, S., Schlyter, P., & Ska, E. (2020). Solving Problems in Social – Ecological Systems : Definition , Practice and Barriers of Transdisciplinary Research. *AMBIO*, 254–265. <https://doi.org/10.1007/s13280-012-0372-4>
- Arief, M. M., Hermina, D., & Huda, N. (2018). *Teori Habit Perspektif Psikologi dan Pendidikan Islam*.
- Ariwidodo, E. (2014). Relevansi Pengetahuan Masyarakat Tentang Lingkungan Dan Etika Lingkungan Dengan Partisipasinya Dalam Pelestarian Lingkungan. *Nuansa*, 11(1), 1–20. <http://ejournal.stainpamekasan.ac.id/index.php/nuansa/article/view/179>
- Arlinwibowo, J. (2021). STEM Implementation Issues in Indonesia : Identifying the Problems Source and Its Implications STEM Implementation Issues in Indonesia : Identifying the Problems Source and. *The Qualitative Report*, 28(8), 2213–2229.
- Arlinwibowo, J., Retnawati, H., & Pradani, R. G. (2021). STEM Implementation Issues in Indonesia : Identifying the Problems Source and Its Implications. *The Qualitative Report*, 28(8), 2213–2230.
- Awaluddin, M. Y., D. J. P., & D.A. H. (2011). Kegiatan Bersih Pantai (Coastal Cleanup) di Pantai Sindangkerta, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya untuk Mendukung Kesadaran Kebersihan Pantai Masyarakat Setempat. *Prosiding SNaPP: Sosial, Ekonomi, Humaniora*.
- Babaei, A. A., Alavi, N., Goudarzi, G., Teymouri, P., Ahmadi, K., & Rafiee, M. (2015). Household recycling knowledge, attitudes and practices towards solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.06.014>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229, 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Barclay, P., & Barker, J. L. (2020). Greener Than Thou: People Who Protect the Environment are More Cooperative, Compete to be Environmental, and Benefit from Reputation. *Journal of Environmental Psychology*, 72(May 2019), 101441. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101441>
- Baroroh, E; Fenny, R. (2022). Unnes Physics Education Journal. *Unnes Physics Education Journal*, 3(3), 77–83.
- Bautista, P. R. (2019). Level of awareness and practices on SWM (SWM) among college students. *J. Bio. & Env. Sci.*, 2019(1), 131–138.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60799233/JBES-Vol-14-No-1-p-131-138120191004-29312-gzk0a5-libre.pdf?1570216710=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLevel_of_awareness_and_practices_on_soli.pdf&Expires=1670573005&Signature=AQnAyl28nhjX6

- Becker, C. U. (2011). The Meaning of Sustainability. *Springer*, 9–15. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2285-9>
- Behnamnia, N., Kamsin, A., Akmar, M., Ismail, B., & Hayati, A. (2020). Children and Youth Services Review The effective components of creativity in digital game-based learning among young children : A case study. *Children and Youth Services Review*, 116(June), 105227. <https://doi.org/10.1016/j.chilyouth.2020.105227>
- Berglund, T., Gericke, N., & Chang Rundgren, S. N. (2014). The implementation of education for sustainable development in Sweden: investigating the sustainability consciousness among upper secondary students. *Research in Science and Technological Education*, 32(3), 318–339. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.944493>
- Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). Marine anthropogenic litter. *Marine Anthropogenic Litter*, 1–447. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>
- Blackley, S., & Sheffield, R. (n.d.). *Environment : Re-negotiating the E in STEM Education. 1.*
- Blair, A., & McGinty, S. (2013). *Assessment & Evaluation in Higher Education Feedback-dialogues : exploring the student perspective. November*, 37–41. <https://doi.org/10.1080/02602938.2011.649244>
- Bouman, T., Steg, L., & Kiers, H. A. L. (2018). Measuring values in environmental research: A test of an environmental Portrait Value Questionnaire. *Frontiers in Psychology*, 9(APR), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00564>
- Campbell, C., & Speldewinde, C. (2022). Early Childhood STEM Education for Sustainable Development. *Sustainability (Switzerland)*, 14(6), 3524–3535. <https://doi.org/10.3390/su14063524>
- Caniëls, M. C. J., Lambrechts, W., Platje, J., Motylska-Kuźma, A., & Fortuński, B. (2021). 50 Shades of Green: Insights into Personal Values and Worldviews as Drivers of Green Purchasing Intention, Behaviour, and Experience. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8), 4140–4158. <https://doi.org/10.3390/su13084140>
- Chai, C. S. (2018). Teacher Professional Development for Science , Technology , Engineering and Mathematics (STEM) Education : A Review from the Perspectives of Technological Pedagogical Content (TPACK). *The Asia-Pacific Education Researcher*. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0400-7>

- Chamberlin, S. A., & Pereira, N. (2017). *Differentiating engineering activities for use in a mathematics setting*. Prufrock Press.
- Chang, N., Pires, A., & Martinho, G. (n.d.). *Critical Reviews in Environmental Science and Technology Empowering Systems Analysis for Solid Waste Management: Challenges, Trends, and Perspectives* (Issue June 2014). <https://doi.org/10.1080/10643381003608326>
- Clarisa, G., Danawan, A., Muslim, M., & Wijaya, A. F. C. (2020). Penerapan Flipped Classroom dalam Konteks ESD untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Membangun Sustainability Awareness Siswa. *Journal of Natural Science and Integration*, 3(1), 13. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v3i1.8953>
- Dahnial, I. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Picture and Picture Terhadap Pendidikan Lingkungan Hidup (PLH) untuk Meningkatkan Kompetensi Guru di SD Negeri Sekecamatan Stabat. *JBS (Jurnal Berbasis Sosial)*, 1(1), 81–90.
- Dasrita, Y., Saam, Z., Amin, B., & Siregar, Y. I. (2015). *Kesadaran Lingkungan Siswa Sekolah Adiwiyata*. 2, 61–64.
- Debrah, J. K., Vidal, D. G., & Dinis, M. A. P. (2021). Raising awareness on solid waste management through formal education for sustainability: A developing countries evidence review. *Recycling*, 6(1), 1–21. <https://doi.org/10.3390/recycling6010006>
- Derraik, J. G. B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 842–852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Desa, A., Kadir, N. B. A., & Yusooff, F. (2012). Waste Education and Awareness Strategy: Towards Solid Waste Management (SWM) Program at UKM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 47–50. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.244>
- Ekamilasari Ekamilasari, Anna Permanasari, & Indarini Dwi Pursitasari. (2021). Critical thinking skills and sustainability awareness for the implementation of education for sustainable development Pursitasari. *Journal of Science Education Research Journal*, 2021(1), 46–53. www.journal.uny.ac.id/jser
- Eliyawati, E., Widodo, A., Kaniawati, I., & Fujii, H. (2022). Education for Sustainable Development (Esd) in Students' Textbooks. *Journal of Engineering Science and Technology Special Issue on ICMSce2022, December*, 50–57. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>
- Enggara, R., Bahrin, Z., & Suherman, D. (2019). Kajian Mekanisme Penyebaran Sampah di Kawasan Pantai Pariwisata Kota Bengkulu Sebagai Penyebab Degradasi Nilai-Nilai Ekowisata. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*.

- Fakhrudin, I. A., Wicaksana, E. J., Nastiti, A. R., Saljadziba, E., & Indriyanti, N. Y. (2021). Pre-Service Teachers' Perspectives: STEM as a Solution to Promote Education for Sustainable Development. *Journal of Physics: Conference Series*, 1842(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012082>
- Gamage, K. A. A., Ekanayake, S. Y., & Dehideniya, S. C. P. (2022). Embedding Sustainability in Learning and Teaching: Lessons Learned and Moving Forward—Approaches in STEM Higher Education Programmes. *Education Sciences*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/educsci12030225>
- Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., & Olsson, D. (2019). 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>
- Gilavand, A. (2019). *The Impact of Using the Iranian Red Crescent Society Educational Mobile App on Improving the Students' Awareness of First Aids*. February. <https://doi.org/10.5812/compreped.67828>
- Guo, W., Xi, B., Huang, C., Li, J., Tang, Z., Li, W., Ma, C., & Wu, W. (2021). Solid waste management in China: Policy and driving factors in 2004–2019. *Resources, Conservation and Recycling*, 173(June), 105727. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105727>
- Hadjichambis, A. C., & Paraskeva-Hadjichambi, D. (2020). Environmental citizenship questionnaire (ECQ): The development and validation of an evaluation instrument for secondary school students. *Sustainability (Switzerland)*, 12(3), 1–16. <https://doi.org/10.3390/SU12030821>
- Hanelahi, D., & Atmaja, K. (2020). Literasi Digital Dalam Peningkatan Kompetensi Peserta Didik Distance Learning Di Homeschooling. *JPUS: Jurnal Pendidikan Untuk Semua*, 4(4), 112–129. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpls/article/view/11510>
- Haqiqi, B. Y. (2023). *Pengaruh Pembelajaran Proyek Waste to Energy terhadap Kesadaran dan Aksi Siswa untuk Memanfaatkan Sampah Sebagai Sumber Energi Ramah Lingkungan* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/id/eprint/102148>
- Harman, G., & Yenikalayci, N. (2022). Determination of Science Students' Awareness on Waste Management. *Journal of Science Learning*, 5(2), 301–320. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i2.39376>
- Hayati, R. S. (2020). Pendidikan lingkungan berbasis experiential learning untuk meningkatkan literasi lingkungan. *Humanika*, 20(1), 63–82. <https://doi.org/10.21831/hum.v20i1.29039>

- Here, S. V., Psikologi, F., & Katolik, U. (2014). Subjective Well-Being Pada Remaja ditinjau Dari Kesadaran Lingkungan. *Psikodimensia*, *13*(1), 10–21.
- Hettiarachchi, H., Meegoda, J. N., & Ryu, S. (2018). Organic waste buyback as a viable method to enhance sustainable municipal solid waste management in developing countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112483>
- Hoa, N. T., & Matsuoka, Y. (2015). *The analysis of greenhouse gas emissions / reductions in waste sector in Vietnam*. 2–5. <https://doi.org/10.1007/s11027-015-9679-3>
- House, M., Quimby, J. L., Seyala, N. D., & Wolfson, J. L. (n.d.). *The Journal of Environmental Education*. October 2014, 37–41. <https://doi.org/10.3200/JOEE.38.3.43-52>
- Iqbal, A., Abdullah, Y., Nizami, A. S., Sultan, I. A., & Sharif, F. (2022). Assessment of Solid Waste Management System in Pakistan and Sustainable Model from Environmental and Economic Perspective. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(19). <https://doi.org/10.3390/su141912680>
- Isac, M. M., Sass, W., Pauw, J. B. De, De Maeyer, S., Schelfhout, W., Van Petegem, P., & Claes, E. (2022). Differences in Teachers' Professional Action Competence in Education for Sustainable Development: The Importance of Teacher Co-Learning. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(2). <https://doi.org/10.3390/su14020767>
- Islam, K. M. N. (2017). Municipal solid waste to energy generation : An approach for enhancing climate co-benefits in the urban areas of Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, June, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.053>
- Ivar do Sul, J. A., & Costa, M. F. (2007). Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? *Marine Pollution Bulletin*, *54*(8), 1087–1104. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.05.004>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Entradas de residuos plásticos desde la tierra al océano. *Ciencia*, *347*(6223), 768–771. <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1260879> <https://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.1260352>
- Johan, Y., Renta, P. P., Purnama, D., Muqsit, Al., & Hariman, P. (2019). Jenis Sampah Laut (Marine Debris) Pantai Panjang Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*, *4*(2), 165–175. <https://core.ac.uk/download/pdf/196255896.pdf>
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerten, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank.
- Kecamatan, T., Kabupaten, P., Khoiriyah, H., & Kunci, K. (2021). *i j*. *10*(18), 13–

20. <https://doi.org/10.15294/ijc.v10i1.30587>

- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khoiri, A., Sunarno, W., Sajidan, S., & Sukarmin, S. (2021). Analysing students' environmental awareness profile using strategic environmental assessment. *F1000Research*, *10*(May), 1–27. <https://doi.org/10.12688/f1000research.51523.2>
- Koculu, A., & Girgin, S. (2022). The Effect of E-STEM Education on Students' Perceptions and Engineering Design Process about Environmental Issues. *World Journal of Education*, *12*(6), 49. <https://doi.org/10.5430/wje.v12n6p49>
- Kristianto, A. H. (2020). Sustainable Development Goals (SDGs) dalam Konsep Green Economy untuk Pertumbuhan Ekonomi Berkualitas Berbasis Ekologi. *JBEE : Journal Business Economics and Entrepreneurship*, *2*(1).
- Kuhlman, T., & Farrington, J. (2010). *What is Sustainability?* 3436–3448. <https://doi.org/10.3390/su2113436>
- Kuvaç, M., & Koç-Sarı. (2018). *E-STEM: STEM öğretmenleri için çevre konularına yönelik ortaokul etkinlik kitabı (E-STEM: Middle school activity book on environmental issues for STEM teachers)*. Anı Yayıncılık.
- Lange, F., & Dewitte, S. (2019). Measuring Pro-Environmental Behavior: Review and Recommendations. *Journal of Environmental Psychology*, *63*(October 2018), 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.04.009>
- Leal Filho, W., Shiel, C., Paço, A., Mifsud, M., Ávila, L. V., Brandli, L. L., Molthan-Hill, P., Pace, P., Azeiteiro, U. M., Vargas, V. R., & Caeiro, S. (2019). Sustainable Development Goals and sustainability teaching at universities: Falling behind or getting ahead of the pack? *Journal of Cleaner Production*, *232*, 285–294. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.309>
- Lemoine, N. (2013). *Science, Technology, Engineering and Math (STEM) Education: Elements, Considerations, and Federal Strategy*. Nova Science Publisher.
- Lestari, P., & Trihadiningrum, Y. (2019). The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, *149*(April), 110505. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110505>
- Li, D., Zhao, L., Ma, S., Shao, S., & Zhang, L. (2019). What Influences an Individual's Pro-Environmental Behavior? A Literature Review. *Resources, Conservation and Recycling*, *146*(November 2017), 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.024>
- Malina, A. C., & Muchtar, A. (2017). *Kajian Lingkungan Tempat Pemilahan*

- Sampah di Kota Makassar. *Jurnal Inovasi Dan Pelayanan Publik Makassar*, 1, 14–27.
- McConnell, J. R. (2017). A model for understanding teachers' intentions to remain in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0061-8>
- Michael, F. L., Sumilan, H., Bandar, N. F. A., Hamidi, H. A. N. A., Jonathan, V., & Nor, N. N. M. (2020). Sustainable Development Concept Awareness Among Students in Higher Education: a Preliminary Study. *Journal of Sustainability Science and Management*, 15(7), 113–122. <https://doi.org/10.46754/jssm.2020.10.011>
- Michalos, A. C., Creech, H., Swayze, N., Kahlke, P. M., Buckler, C., & Rempel, K. (2012). Measuring Knowledge, Attitudes and Behaviours Concerning Sustainable Development among Tenth Grade Students in Manitoba. *Social Indicators Research*, 106(2), 213–238. <https://doi.org/10.1007/s11205-011-9809-6>
- Michalos, A. C., Kahlke, P. M., Rempel, K., Lounatvuori, A., MacDiarmid, A., Creech, H., & Buckler, C. (2015). Progress in Measuring Knowledge, Attitudes and Behaviours Concerning Sustainable Development Among Tenth Grade Students in Manitoba. In *Social Indicators Research* (Vol. 123, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s11205-014-0752-1>
- Milenia Nurfitri. (2022). Pengaruh Pendekatan STEM terhadap Sikap Peduli Kawasan Konservasi Taman Way Kambas. *Digital Repository UNILA*, 89. <https://digilib.unila.ac.id/65778/>
- Miles, D. A. (2017). ARTICLE : Problem Statement Development : How to Write a Problem Statement in A Dissertation Problem Statement Development : How to Write a Problem Statement in A Dissertation. *Academia*, June, 1–12.
- Mogensen, F., & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the “new” discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental Education Research*, 16(1), 59–74. <https://doi.org/10.1080/13504620903504032>
- Mojilis, F. (2019). Sustainability Awareness of Students from a Green University in Sabah. *Malaysia. Journal of Tourism, Hospitality and Environment Management*, 4(13), 24–33.
- Muhammad Ramadian Rahmanda. (2023). *Pengaruh Pendekatan STEM Berbantu Poster Terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Sikap Peduli Lingkungan Kawasan Hutan Lindung Batutegei*.
- Nana Listari. (2023). *Pengaruh Pendekatan STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Sikap Perduli Lingkungan Materi Pencemaran Lingkungan*.
- Nasution, M. K. M., Onrizal, & Aulia, I. (2019). Design of the research problem

- statement. *Journal of Physics: Conference Series*, 1235(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1235/1/012115>
- Noverita, A., Darliana, E., & Darsih, T. K. (2022). Pendidikan Lingkungan Hidup Untuk Meningkatkan Ecoliteracy Siswa. *Jurnal Sintaksis*, 4(1), 52–60.
<https://jurnal.stkipalmaksum.ac.id/index.php/Sintaksis/article/view/248>
- Nugroho, O. F., Permanasari, A., Firman, H., Riandi, R., Teacher, P., Program, E., Unggul, U. E., Program, S. E., & Indonesia, U. P. (2021). *The Urgency of STEM Education in Indonesia*. 7(2), 260–279.
<https://doi.org/10.30870/jppi.v7i2.5979>
- Nurwidodo, N., Amin, M., Ibrohim, & Sueb, S. (2019). *The Role of Eco-School Program (Adiwiyata) towards Environmental Literacy of High School Students*. 9(3), 1089–1103. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.3.1089>
- Nusantara, B. D., Yuwono, T., & Yuningsih, T. (2023). Analisis Penerapan Peraturan Daerah Tentang Pengelolaan Sampah. *JOPPAS: Journal of Public Policy and Administration*, 4(2), 53–58.
<https://doi.org/10.31539/joppas.v4i1.5989>
- Olsson, D., Gericke, N., & Rundgren, S. N. C. (2016). The Effect of Implementation of Education for Sustainable Development in Swedish Compulsory Schools – Assessing Pupils’ Sustainability Consciousness. *Environmental Education Research*, 22(2), 176–202.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1005057>
- Olsson, D., Gericke, N., Sass, W., & Boeve-de Pauw, J. (2020). Self-perceived action competence for sustainability: the theoretical grounding and empirical validation of a novel research instrument. *Environmental Education Research*, 26(5), 742–760. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1736991>
- Opperti, R. (2017). 15 clues to support the Education 2030 Agenda. *Current and Critical Issues in Curriculum, Learning and Assessment*, 14, 34.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259069>
- Ortiz-marcos, I., Breuker, V., & Kjellgren, B. (n.d.). *A Framework of Global Competence for Engineers : The Need for a Sustainable World*. 1–25.
- Paletta, A., Fava, F., Ubertini, F., Bastioli, C., Gregori, G., La, F., & Ravazzi, A. (2019). Universities , industries and sustainable development : Outcomes of the 2017 G7 Environment Ministerial Meeting. *Sustainable Production and Consumption*, 19, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.02.008>
- Pauw, J. B. de, Gericke, N., Olsson, D., & Berglund, T. (2015). The effectiveness of education for sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*, 7(11), 15693–15717. <https://doi.org/10.3390/su71115693>
- Permanasari, A. (2022). *Implementasi Program Pembelajaran Berbasis Kebun Rumah terhadap Sustainability Councsciousness, Disposisi Kreatif dan Produk Kreatif Siswa SMP*. Universitas Pendidikan Indonesia.

- Permanasari, A., Rubini, B., & Nugroho, O. F. (2021). *STEM Education in Indonesia: Science Teachers' and Students' Perspectives*. 2(1), 7–16. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v2i1.24>
- Ponomarenko, Y. V., Yessaliev, A. A., Kenzhebekova, R. I., Moldabek, K., Liudmila, A., Dairbekov, S. S., & Asambaeva, L. (2016). *Students' Environmental Competence Formation as a Pedagogical Problem*. 11(18), 11735–11750.
- Portz, S. (2015). Challenges of Stem Education. *STEM's Identity Crisis*, 8, 34–38. <https://doi.org/10.51647/kelm.2022.8.6>
- Priantari, I., Prafitasari, A. N., Kusumawardhani, D. R., & Susanti, S. (2020). *Improving Students Critical Thinking through STEAM-PjBL Learning*. 4(2), 94–102.
- Priti, & Mandal, K. (2019). Review on evolution of municipal solid waste management in India: practices, challenges and policy implications. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 21(6), 1263–1279. <https://doi.org/10.1007/s10163-019-00880-y>
- Purwaningsih, & Budhi, W. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Konstruktivisme Terhadap Prestasi Belajar Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika-COMPTON*, 3(1), 54–62.
- Purwati, R., Salsabila, A., Claresta, F. C., Bestari, I., & Suharjo, P. (2023). *Cultivating Care and Love for The Environment Through Ecobrick Making*. 1(1), 35–43.
- Rahardjo, M. (2017). *Merumuskan Pertanyaan Penelitian*.
- Rahmadani, F. A. (2020). Upaya Menumbuhkan Kesadaran Masyarakat Dalam Menjaga Kebersihan Lingkungan Melalui Pengelolaan Bank Sampah. *COMM-EDU*, 3(September), 261–270.
- Rahman, H. A. (2011). The Involvement of the Native People in Environmental Issue: A Survey on the Mah Meri Tribe in Carey Island, Kuala Langat. *Selangor Human Science Journal*.
- Ramos, G., & Shleicher, A. (n.d.). Preparing out Youth for and Inclusive and Sustainable World: The OECD PISA Global Competence Framework. 2018.
- Retnawati, H., Munadi, S., Arlinwibowo, J., Wulandari, N. F., & Sulistyarningsih, E. (2017). Teachers' difficulties in implementing thematic teaching and learning in elementary schools. *New Educational Review*, 48(2), 201–212. <https://doi.org/10.15804/ner.2017.48.2.16>
- Rieckman, M. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. UNESCO Publisher. https://books.google.co.id/books?id=Fku8DgAAQBAJ&dq=rieckmann+2017+&lr=&source=gbs_navlinks_s

- Rina Asih Handayani. (2015). *Analisis Kesesuaian antara Materi dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Kurikulum 2013*. 2013.
- Riyanto, R. F., Imam, M. S., & Ujang, B. M. (2021). *Model STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) Dalam Pendidikan*. Penerbi Widina Bhakti Persada Bandung.
- Rodić, L., & Wilson, D. C. (2017). Resolving governance issues to achieve priority sustainable development goals related to solid waste management in developing countries. *Sustainability (Switzerland)*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/su9030404>
- Roviati, E., & Widodo, A. (2019). Kontribusi Argumentasi Ilmiah dalam Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 11(2), 56–66. <https://doi.org/10.30599/jti.v11i2.454>
- Rugatiri, J., Abidin, Z., & Ismail, A. (2020). Assessing solid waste management strategy in higher education institutions of Indonesia : A case study of IPB University Assessing solid waste management strategy in higher education institutions of Indonesia : A case study of IPB. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/771/1/012023>
- Rusmana, N. E., & Akbar, A. (2017). Pembelajaran ekoliterasi berbasis proyek di sekolah dasar. *Jurnal Edukasi Sebelas Maret*, 1(1), 1–12.
- Ryan, A., & Tilbury, D. (2018). Uncharted waters: Voyages for Education for Sustainable Development in the Higher Education Curriculum. In *Education for Sustainable Development* (p. 23). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315299235/education-sustainable-development?refId=affdff48-7327-435d-9d9b-c4e96242cf77&context=ubx>
- Salsabila, E. R., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Improving Students' Sustainability Awareness through Argument-driven Inquiry. *Journal of Science Learning*, 2(2), 58. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13104>
- Saptarani, D., Widodo, A., & Purwianingsih, W. (2019). Biology teachers and high school students perceptions about STEM learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042007>
- Sarbassov, Y., Sagalova, T., Tursunov, O., Venetis, C., Xenarios, S., & Inglezakis, V. (2019). Survey on household solid waste sorting at source in developing economies: A case study of Nur-Sultan City in Kazakhstan. *Sustainability (Switzerland)*, 11(22), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su11226496>
- Sari, C. N., Al-illahiyah, L. H., Kaban, L. B., Hasibuan, R., Nasution, R. H., Sari, W. F., Islam, U., & Sumatera, N. (2023). *Keterbatasan Fasilitas Tempat Pembuangan Sampah Dan Tantangan Kesadaran Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah (Studi Kasus Di Desa Jandi Meriah Kec . Tiganderket*

Kab . Karo). 3(2), 268–276.

- Sari, N. P. W. P. (2020). Diabetes Mellitus: Hubungan antara Pengetahuan Sensoris, Kesadaran Diri, Tindakan Perawatan Diri dan Kualitas Hidup. *Jurnal Ners Lentera, IV(1)*, 51–59.
- 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>
- Scarlat, N., Motola, V., Dallemand, J. F., Monforti-Ferrario, F., & Mofor, L. (2015). Evaluation of energy potential of Municipal Solid Waste from African urban areas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50*, 1269–1286. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.067>
- Schmaltz, E., Melvin, E. C., Diana, Z., Gunady, E. F., Rittschof, D., Somarelli, J. A., Virdin, J., & Dunphy-Daly, M. M. (2020). Plastic pollution solutions: emerging technologies to prevent and collect marine plastic pollution. *Environment International, 144*(May). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106067>
- Sen, L. T. H., Bond, J., Phuong, L. T. H., Winkel, A., Tran, U. C., & Le, N. Van. (2021). The importance of climate change awareness for the adaptive capacity of ethnic minority farmers in the mountainous areas of Thua Thien Hue province. *Local Environment, 26(2)*, 239–251. <https://doi.org/10.1080/13549839.2021.1886064>
- Sharma, H. B., Vanapalli, K. R., Samal, B., Cheela, V. R. S., Dubey, B. K., & Bhattacharya, J. (2021). Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: Solutions for post-COVID recovery. *Science of the Total Environment, 800*, 149605. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149605>
- Shelest, K. D., Ionov, V. V., & Tikhomirov, L. Y. (2017). Environmental Awareness Raising through Universities – City Authorities’ Cooperation. *International Journal of Sustainability in Higher Education, 18(1)*, 39–49. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2015-0085>
- Si, W., Jiang, C., & Meng, L. (2022). The Relationship between Environmental Awareness, Habitat Quality, and Community Residents’ Pro-Environmental Behavior—Mediated Effects Model Analysis Based on Social Capital. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(20)*. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013253>
- Siew, N. M., & Goh, H. (2015). Integrating STEM in An Engineering Design Process: The Learning Experience of Rural Secondary School Students in An Outreach Challenge Program. *Journal of Baltic Science Education, 477–494*.

- Sinakou, E., Donche, V., Pauw, J. B. De, & Van Petegem, P. (2019). Designing powerful learning environments in education for sustainable development: A conceptual framework. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(21). <https://doi.org/10.3390/su11215994>
- Sinatra, G. M., Kardash, C. A. M., Taasoobshirazi, G., & Lombardi, D. (2012). Promoting attitude change and expressed willingness to take action toward climate change in college students. *Instructional Science*, *40*(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11251-011-9166-5>
- Sitindaon, W., Simbolon, E. T., Naibaho, F. R., Silaban, P., & Minar, T. (2022). Ambivalensi pengembangan potensi wisata: Minimnya inisiatif dan kesadaran masyarakat lokal menjadi motor penggerak pengembangan Sungai Aeksiegaon. *Media Wisata*, *20*(2), 271–286. <https://doi.org/10.36275/mws>
- Situmeang, I. R. V. O. (2021). Hakikat Filsafat Ilmu dan Pendidikan dalam Kajian Filsafat Ilmu Pengetahuan. *IKRA-ITH HUMANIORA: Jurnal Sosial Dan Humaniora*, *5*(1), 76–92.
- Smith, S. D. A. (2012). Marine debris: A proximate threat to marine sustainability in Bootless Bay, Papua New Guinea. *Marine Pollution Bulletin*, *64*(9), 1880–1883. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.06.013>
- Streveler, R. A., Litzinger, T. A., Miller, R. L., & Steif, P. S. (2008). In the engineering sciences: Overview and future research directions. *Journal of Engineering Education*, *July*, 279–294.
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, *41*(10), 1387–1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
- Suci Rahayu Rais, N., Jovial Dien, M., & Y Dien, A. (2018). Kemajuan Teknologi Informasi Berdampak Pada Generalisasi Unsur Sosial Budaya Bagi Generasi Milenial. *Jurnal Mozaik*, *10*, 61–71.
- Suh, H. (2019). *Promoting Sustainability in University Classrooms Using a STEM Project with Mathematical Modeling*.
- Sümen, Ö. Ö., & Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, *16*(2), 459–476. <https://doi.org/10.12738/estp.2016.2.0166>
- Suprpto, N. (2016). *Students' Attitudes towards STEM Education: Voices from Indonesian Junior High Schools*. *13*(July), 75–87. <https://doi.org/10.12973/tused.10172a>
- Susilo, H., & Sudrajat, A. K. (2020). STEM Learning and its Barrier in Schools: The Case of Biology Teachers in Malang City. *Journal of Physics: Conference Series*, *1563*(1). <https://doi.org/10.1088/1742->

6596/1563/1/012042

- Suwarto, R. S. (2021). *Implementasi Education for Sustainable Development dan Pencapaian Sustainability Consciousness Siswa di Sekolah Adiwiyata dan Sekolah Berbasis ESD*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Tadena, Maria Theresa G., Hairulla, M. A. S. (2021). *Raising environmental awareness through local- based environmental education in STEM lessons*. *Raising environmental awareness through local-based environmental education in STEM lessons*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012092>
- Thahir, A., Anwar, C., Saregar, A., Choiriah, L., Susanti, F., & Pricilia, A. (2020). The Effectiveness of STEM Learning: Scientific Attitudes and Students' Conceptual Understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012008>
- Tibbetts, J. (2015). Managing marine plastic pollution. *Environmental Health Perspectives*, 123(4), A90–A93. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.123-A90>.
- Too, L., & Bajracharya, B. (2015). Sustainable Campus: Engaging the Community in Sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(1), 57–71. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2013-0080>
- UNESCO. (2017a). Education for Sustainable Development Goals (SDGs). In *European Conference on Educational Research 2017*.
- UNESCO. (2017b). Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives (Note: Implementierung der BNE). In *Unesco: Vol. Education*.
- United Nations Environment Programme. (2017). Summary Report Waste Management. *United Nations Environment Programme*, 14. <https://www.unep.org/ietc/resources/publication/waste-management-asean-countries-summary-report>
- Vioreza, N., Hilyati, W., & Lasminingsih, M. (2023). Education for Sustainable Development: Bagaimana Urgensi Dan Peluang Penerapannya Pada Kurikulum Merdeka? *EUREKA: Journal of Educational Research and Practice*, 1(1), 34–47. <https://doi.org/10.56773/eureka.v1i1>.
- 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>
- Widodo, A. (2021). *Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Dasar-Dasar untuk Praktik*. UPI Press.
- Widodo, A., Kaniawati, I., & Fujii, H. (2023). *The Development and Validation of an Instrument for Assessing Science Teacher Competency to Teach ESD*. 1–14.

- Wijayanto, T., Supriadi, B., & Nuraini, L. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Dengan Pendekatan Stem Terhadap Hasil Belajar Siswa Sma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 113. <https://doi.org/10.19184/jpf.v9i3.18561>
- Winangun, M. M., & Kurniawan, D. (2019). The barriers of school using subject design curriculum in implementing STEM education: Perspectives of science teacher. *ACM International Conference Proceeding Series*, 66–70. <https://doi.org/10.1145/3341042.3341053>
- Wu, C., Gong, X., Luo, L., Zhao, Q., Hu, S., Mou, Y., & Jing, B. (2021). Applying Control-Value Theory and Unified Theory of Acceptance and Use of Technology to Explore Pre-service Teachers' Academic Emotions and Learning Satisfaction. *Frontiers in Psychology*, 12(March 2020). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.738959>
- Yuan, X., Yu, L., & Wu, H. (2021). Awareness of sustainable development goals among students from a chinese senior high school. *Education Sciences*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/educsci11090458>
- Yuningsih, R. (2019). Strategi Promosi Kesehatan dalam Meningkatkan Kualitas Sanitasi Lingkungan. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 10(2), 107–118. <https://doi.org/10.46807/aspirasi.v10i2.1391>
- Zhao, J., Wijaya, T. T., & Mailizar, M. (2022). Factors Influencing Student Satisfaction toward STEM Education : Exploratory Study Using Structural Equation Modeling. *Applied Science*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app12199717>
- Zubaidah, S. (2020). *Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran. Online*. 2, 1–17.