

**PENERAPAN E-MODUL PERUBAHAN LINGKUNGAN BERMUATAN
PROJECT-ESD UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
PEMECAHAN MASALAH DAN KESADARAN
BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK SMA**

TESIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Pendidikan
Pada Program Studi Pendidikan Biologi



**Oleh:
Rhodentia Sri Hastuti Tamba
NIM 2208503**

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

**PENERAPAN E-MODUL PERUBAHAN LINGKUNGAN BERMUATAN
PROJECT-ESD UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
PEMECAHAN MASALAH DAN KESADARAN
BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK SMA**

Oleh:
Rhodentia Sri Hastuti Tamba
NIM 2208503

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

@Rhodentia Sri Hastuti Tamba 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, di foto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

RHODENTIA SRI HASTUTI TAMBA

**PENERAPAN E-MODUL PERUBAHAN LINGKUNGAN BERMUATAN
PROJECT-ESD UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
PEMECAHAN MASALAH DAN KESADARAN
BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK SMA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Kusnadi, M.Si.

NIP. 196805091994031001

Pembimbing II



Dr. Rini Solihat, M.Si.

NIP. 197902132001122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Biologi



Dr. Kusnadi, M.Si.

NIP. 196805091994031001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi /tesis/ disertasi dengan judul **"PENERAPAN E-MODUL PERUBAHAN LINGKUNGAN BERMUATAN *PROJECT-ESD* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH DAN KESADARAN BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK SMA"** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2024
Rhodentia Sri Hastuti Tamba

NIM 2208503

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan baik. Penyusunan tesis ini tentunya tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama proses penyelesaian tugas akhir ini. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Kusnadi, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan dosen wali akademik yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, dan saran kepada penulis dari awal perkuliahan sampai selesainya penyusunan tesis ini.
2. Ibu Dr. Rini Solihat, M.Si. selaku pembimbing II yang juga senantiasa memberikan bimbingan, motivasi, dan saran kepada penulis dalam penyusunan tesis ini.
3. Bapak Dr. Amprasto, M.Si. selaku dosen penguji I yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan tesis ini.
4. Ibu Prof. Dr. Hj. Widi Purwianingsih, M.Si. selaku dosen penguji II yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan tesis ini.
5. Ketua dan Sekretaris Prodi Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang telah banyak memberi dukungan dan motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan di Magister Pendidikan Biologi.
6. Bapak Prof. Dr. Riandi, M.Si. dan Dr. Amprasto, M.Si. selaku validator yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan e-modul dan instrumen penelitian dalam tesis ini.
7. Ibu Fransiska Margaretha Siburian, S.Pd. selaku guru biologi SMA Negeri 1 Tarutung yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Tarutung.
8. Kepala sekolah dan wakil kepala sekolah bidang kurikulum SMA Negeri 1 Tarutung yang telah mengizinkan penulis dalam melaksanakan penelitian.

9. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tapanuli Utara yang sudah memberikan data keadaan lingkungan kabupaten Tapanuli utara yang dibutuhkan dalam penelitian.
10. Seluruh Dosen Prodi Pendidikan Biologi yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
11. Rekan-rekan S2 Pendidikan Biologi 2022 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan.

Teristimewa penulis mengucapkan terima kasih secara khusus kepada kedua orang tua terkasih Januari Tamba dan Derlan Haro yang selalu mendukung dan mendoakan penulis dengan tulus sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di S2 Pendidikan Biologi UPI. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga tersayang Riswandro Tamba, Ridho Sanjaya Tamba, Masrolis Siregar, Ristanto Tamba, Reza Darwin Tamba, Samuel Morris Tamba, Masriani Ayura Emilia Tamba, dan Miguel Jireh Tamba yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan doa yang tulus kepada penulis. Semoga tesis yang telah disusun oleh penulis dapat memberikan manfaat dan inspirasi kepada pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Bandung, Agustus 2024

Penulis,

Rhodontia Sri Hastuti Tamba

**Penerapan E-Modul Perubahan Lingkungan Bermuatan *Project-ESD* Untuk
Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Dan Kesadaran
Berkelanjutan Peserta Didik SMA**

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi. Dalam hal ini peserta didik dituntut untuk memiliki keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan sehingga dapat berperan aktif dalam menyelesaikan isu-isu global yang sedang berkembang saat ini. Namun, berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik masih rendah karena bahan ajar yang digunakan belum bersifat interaktif dan tidak mengangkat permasalahan lingkungan yang ada di sekitar peserta didik. Realitas lokal di kabupaten Tapanuli Utara yang dapat dijadikan sebagai sumber belajar yaitu perubahan lingkungan sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi. Solusi yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan rendahnya keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik adalah menggunakan E-modul bermuatan *project-ESD* dengan realitas lokal Tapanuli Utara. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh e-modul bermuatan *project-ESD* yang dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik SMA setelah menggunakan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *project-ESD* dengan realitas lokal Tapanuli Utara. Penelitian ini menggunakan *mixed method* dengan desain *exploratory sequential design*. Teknik pengambilan sampel untuk data kuantitatif menggunakan *convenience sampling* sebanyak 2 kelas X SMA. Hasil analisis rata-rata skor gain keterampilan pemecahan masalah kelompok eksperimen 25,25 sedangkan kelompok kontrol 7,39 dan rata-rata skor N-gain pada kelompok eksperimen 0,618 kategori sedang sedangkan pada kelompok kontrol 0,173 kategori rendah. Rata-rata skor gain kesadaran berkelanjutan kelompok eksperimen 14,94 sedangkan kelompok kontrol 6,42 dan rata-rata skor N-gain kesadaran berkelanjutan kelompok eksperimen 0,683 kategori sedang sedangkan kelompok kontrol sebesar 0,286 kategori rendah. Berdasarkan hasil analisis skor gain dan N-gain tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan e-modul bermuatan *project-ESD* dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik.

Kata Kunci: E-modul bermuatan *project-ESD*, Kesadaran berkelanjutan, Keterampilan pemecahan masalah, Perubahan lingkungan.

Implementation of E-Module Environmental Change Containing Project-ESD to Improve High School Students' Problem-Solving Skills and Sustainability Consciousness

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries with a high level of environmental pollution. In this case, students must have problem-solving skills and sustainability consciousness to play an active role in solving global issues. However, based on a preliminary study conducted by the researcher, it shows that students' problem-solving skills and sustainability consciousness are still low because the teaching materials used are not interactive and do not raise environmental problems among students. The local reality in the North Tapanuli that can be used as a source of learning is the environmental change of the Aek Sigean and Aek Situmandi rivers. The solution that can be done to solve this problem is to use an e-module environmental change containing project-ESD with the local reality of North Tapanuli. This study aims to obtain e-modules environmental change containing project-ESD with the local reality of the North Tapanuli that can improve problem-solving skills and sustainability consciousness of high school students. This study uses a mixed method with an exploratory sequential design. The sampling technique for quantitative data uses convenience sampling with 2 classes X of high school. The results of the average score of problem-solving skills in the experimental group was 25.25 while the control group was 7.39 and the average N-gain score in the experimental group was 0.618 with medium category while in the control group 0.173 with low category. The average score of the experimental group was 14.94 while the control group was 6.42 and the average N-gain score of the experimental group was 0.683 with medium category while the control group was 0.286 with low category. Based on the results of the gain and N-gain score analysis, it can be concluded that the implementation of e-module environmental change containing project-ESD with the local reality of the North Tapanuli can improve students' problem-solving skills and sustainability consciousness.

Keywords: E-module containing project-ESD, Environmental change, Problem solving skills, Sustainability consciousness.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Batasan Masalah.....	9
1.4 Tujuan Penelitian.....	9
1.5 Manfaat Penelitian.....	10
1.6 Struktur Organisasi Tesis.....	11
BAB II PENERAPAN E-MODUL PERUBAHAN LINGKUNGAN BERMUATAN PROJECT-ESD UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH DAN KESADARAN BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK SMA.....	13
2.1 <i>Education for Sustainable Development (ESD)</i>	13
2.2 Pembelajaran berbasis Proyek (<i>Project Based Learning</i>).....	17
2.3 E-modul Bermuatan <i>Project-Education for Sustainable Development</i> (ESD).....	19
2.4 Keterampilan Pemecahan Masalah.....	22
2.5 Kesadaran Berkelanjutan (<i>Sustainability Consciousness</i>).....	25
2.6 Analisis Capaian Pembelajaran Materi Perubahan Lingkungan pada Kurikulum Merdeka.....	27
2.7 Perubahan Lingkungan Berdasarkan Realitas Lokal Kabupaten Tapanuli Utara.....	29

BAB III METODE PENELITIAN.....	37
3.1 Metode dan Desain Penelitian	37
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	38
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	38
3.4 Definisi Operasional.....	39
3.5 Instrumen Penelitian.....	40
3.6 Prosedur Penelitian dan Pengembangan E-modul.....	53
3.7 Teknik Analisis Data Kuantitatif.....	89
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	94
4.1 Karakteristik E-modul Bermuatan <i>Project-ESD</i> dengan realitas Lokal Kabupaten Tapanuli Utara yang dikembangkan	94
4.2 Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta didik	108
4.2.1 Analisis Deskriptif Statistik Keterampilan Pemecahan Masalah..	108
4.2.2 Analisis Skor N-Gain Keterampilan Pemecahan Masalah.....	110
4.3 Kesadaran Berkelanjutan (<i>Sustainability Consciousness</i>) Peserta Didik	137
4.3.1 Analisis Deskriptif Statistik Kesadaran Berkelanjutan	137
4.3.2 Analisis Skor N-Gain Kesadaran Berkelanjutan.....	139
4.4. Respon Peserta Didik Terhadap E-Modul Perubahan Lingkungan Bermuatan <i>Project-ESD</i>	153
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI.....	157
5.1 Simpulan.....	157
5.2. Implikasi.....	157
5.3. Rekomendasi	158
DAFTAR PUSTAKA	159
LAMPIRAN.....	169

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian.....	40
Tabel 3. 2 Kisi-kisi Soal Keterampilan Pemecahan Masalah	42
Tabel 3. 3 Hasil Validasi Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah oleh Validator Ahli.....	43
Tabel 3. 4 Kriteria Validitas Butir Soal	43
Tabel 3. 5 Kriteria Reliabilitas Butir Soal.....	44
Tabel 3. 6 Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal	44
Tabel 3. 7 Kriteria Daya Pembeda Soal.....	44
Tabel 3. 8 Kriteria pengambilan keputusan butir soal	45
Tabel 3. 9 Hasil Analisis Uji Coba Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah	45
Tabel 3. 10 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah	46
Tabel 3. 11 Kisi-kisi Instrumen Angket Kesadaran Berkelanjutan.....	48
Tabel 3. 12 Hasil Validasi Instrumen Kesadaran Berkelanjutan oleh Validator Ahli.....	48
Tabel 3. 13 Hasil Uji Validitas Instrumen Kesadaran Berkelanjutan	49
Tabel 3. 14 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Kesadaran Berkelanjutan	50
Tabel 3. 15 Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik Terhadap E-Modul Perubahan Lingkungan Bermuatan Project-ESD.....	51
Tabel 3. 16 Hasil Validasi Instrumen Respon Peserta Didik oleh Validator Ahli	52
Tabel 3. 17 Pertanyaan Wawancara dengan Guru IPA Biologi Kelas X.....	55
Tabel 3. 18 ATP Materi Perubahan Lingkungan berdasarkan CP.....	56
Tabel 3. 19 Bagian-Bagian Observasi Lapangan dan Dokumentasi	57
Tabel 3. 20 Bagian-Bagian Observasi Lapangan dan Dokumentasi	57
Tabel 3. 21 Analisis Data Kualitatif.....	59
Tabel 3. 22 Kisi-kisi Instrumen Uji Kelayakan Isi Materi.....	79
Tabel 3. 23 Kisi-kisi Instrumen Uji Kelayakan Media	79
Tabel 3. 24 Nilai Rata-Rata Uji Kelayakan Materi Pada E-modul Bermuatan <i>Project-ESD</i>	81

Tabel 3. 25 Nilai Rata-Rata Uji Kelayakan Kegrafikaan Pada E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan Project-ESD.....	81
Tabel 3. 26 Nilai Rata-Rata Uji Kelayakan Bahasa Pada E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan Project-ESD.....	82
Tabel 3. 27 Kategori Tingkat Keterbacaan E-modul	83
Tabel 3. 28 Hasil Uji Keterbacaan E-modul perubahan Lingkungan Bermuatan Project-ESD.....	84
Tabel 3. 29 Implementasi E-modul bermuatan Project-ESD.....	85
Tabel 3. 30 Penerapan E-modul Bermuatan Project-ESD pada Pembelajaran.....	86
Tabel 3. 31 Rubrik Penilaian Keterampilan Pemecahan Masalah	89
Tabel 3. 32 Kategori Nilai N-Gain.....	91
Tabel 3. 33 Skor Skala Likert untuk Respon Peserta Didik.....	93
Tabel 3. 34 Kriteria Persentase Respon Peserta Didik.....	93
Tabel 4. 1 Analisis Deskriptif Pre-test dan Post-test Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	109
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Skor Gain Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	110
Tabel 4. 3 Rata-rata Nilai Pre-test dan Post-test Peserta Didik pada Setiap Indikator Keterampilan pemecahan Masalah Kelompok Kontrol dan Eksperimen.....	111
Tabel 4. 4 Rata-rata N-Gain Keterampilan pemecahan Masalah Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	112
Tabel 4. 5 Rata-rata N-Gain Setiap Indikator Keterampilan pemecahan Masalah Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen	113
Tabel 4. 6 Nilai N-Gain Keterampilan Memfokuskan Masalah Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	117
Tabel 4. 7 Nilai N-Gain Keterampilan Mendeskripsikan Masalah Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	122

Tabel 4. 8 Nilai N-Gain Keterampilan Merencanakan Solusi Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	128
Tabel 4. 9 Nilai N-Gain Keterampilan Mengevaluasi Solusi Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	133
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Nilai Pre-test dan Post-test Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen	138
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Skor Gain Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	139
Tabel 4. 12 Nilai Rata-rata Pre-test dan Post-test Peserta Didik pada Setiap Indikator Kesadaran Berkelanjutan Kelompok Kontrol dan Eksperimen.....	140
Tabel 4. 13 Rata-rata N-Gain Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	142
Tabel 4. 14 Rata-rata N-Gain Setiap Indikator Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	143
Tabel 4. 15 Nilai N-Gain Sustainability Knowingness Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	146
Tabel 4. 16 Nilai N-Gain Sustainability Attitudes Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	149
Tabel 4. 17 Nilai N-Gain Sustainability Behaviour Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	151

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan	14
Gambar 2. 2 Hubungan Dimensi ESD	16
Gambar 2. 3 Kompetensi ESD	17
Gambar 2. 4 Jenis-Jenis Framework Keterampilan Pemecahan Masalah.....	25
Gambar 2. 5 Indikator Kesadaran Berkelanjutan.....	27
Gambar 2. 6 Pembakaran Sampah	30
Gambar 2. 7 Tumpukan Sampah.....	30
Gambar 2. 8 Warna Aek Sigeaon Hitam Kecoklatan	32
Gambar 2. 9 Aek Situmandi.....	32
Gambar 2. 10 Sungai Aek Sigeaon Semakin Sempit dan Debit Airnya Semakin Menurun	33
Gambar 2. 11 Persawahan Padi Masyarakat	34
Gambar 2. 12 Keadaan Sampah di Pasar Tarutung.....	35
Gambar 2. 13 Masyarakat Membakar Sampah di Depan Rumah.....	36
Gambar 3. 1 <i>Exploratory Sequential Design</i>	37
Gambar 3. 2 Peta Wilayah Sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi.....	53
Gambar 3. 3 Prosedur Penelitian dan Pengembangan E-modul	54
Gambar 3. 4 Tahapan Pengembangan E-modul dengan Pendekatan ADDIE	61
Gambar 3. 5 Cover buku yang digunakan dalam pembelajaran Biologi di Sekolah.....	63
Gambar 3. 6 Luas Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Tapanuli Utara	65
Gambar 3. 7 Timbulan Sampah Setiap Kecamatan dalam Satu Hari	67
Gambar 3. 8 Cover Depan dan Belakang E-modul.....	72
Gambar 3. 9 Bagian Kata Pengantar, Daftar Isi dan Daftar Gambar Pada E-modul	73
Gambar 3. 10 Petunjuk Penggunaan E-modul	73
Gambar 3. 11 Fitur E-modul	74
Gambar 3. 12 Info Kabupaten Tapanuli Utara.....	75

Gambar 3. 13 Fitur E-modul “Info Bio”	75
Gambar 3. 14 Fitur E-modul “Taput News”	76
Gambar 3. 15 Fitur E-modul “BIFAN” dan “LCFC”	76
Gambar 3. 16 Fitur E-modul “Ayo jawab”	77
Gambar 3. 17 Fitur E-modul “Project Task for Change”	77
Gambar 3. 18 Fitur E-modul “Penjelasan ESD”	78
Gambar 3. 19 Hasil Uji Kelayakan E-modul oleh Validator Ahli	80
Gambar 4. 1 Nilai Rata-rata <i>Pre-test dan Pos-test</i> Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik	110
Gambar 4. 2 Kategori N-Gain Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik	113
Gambar 4. 3 Nilai Rata-rata <i>Pre-test dan Post-test</i> Keterampilan Memfokuskan Masalah Peserta Didik	116
Gambar 4. 4 Nilai Rata-rata N-Gain Keterampilan Memfokuskan Masalah.....	118
Gambar 4. 5 Contoh Jawaban Memfokuskan Masalah Pada Kelompok Eksperimen	119
Gambar 4. 6 Contoh Jawaban Memfokuskan Masalah Pada Kelompok Kontrol	120
Gambar 4. 7 Nilai Rata-rata <i>Pre-test dan Post-test</i> Keterampilan Memfokuskan Masalah Peserta Didik	122
Gambar 4. 8 Nilai Rata-rata N-Gain Keterampilan Mendeskripsikan Masalah Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	123
Gambar 4. 9 Contoh Jawaban Mendeskripsikan Masalah Pada Kelompok Eksperimen	124
Gambar 4. 10 Contoh Jawaban Mendeskripsikan Masalah Pada Kelompok Kontrol.....	125
Gambar 4. 11 Nilai Rata-rata <i>Pre-test dan Post-test</i> Keterampilan Merencanakan Solusi Peserta Didik	127
Gambar 4. 12 Nilai Rata-rata N-Gain Keterampilan Merencanakan Solusi Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	129

Gambar 4. 13 Contoh Jawaban Merencanakan Solusi Pada Kelompok Eksperimen	129
Gambar 4. 14 Contoh Jawaban Merencanakan Solusi Pada Kelompok Kontrol	130
Gambar 4. 15 Nilai Rata-rata <i>Pre-test dan Post-test</i> Keterampilan Mengevaluasi Solusi Peserta Didik	132
Gambar 4. 16 Nilai Rata-rata N-Gain Keterampilan Mengevaluasi Solusi Peserta Didik Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	133
Gambar 4. 17 Contoh Jawaban Mengevaluasi Solusi Pada Kelompok Eksperimen	134
Gambar 4. 18 Contoh Jawaban Mengevaluasi Solusi Pada Kelompok Kontrol .	135
Gambar 4. 19 Nilai Rata-rata Pre-test dan Post-test Kesadaran Berkelanjutan Peserta didik	140
Gambar 4. 20 Kategori N-Gain Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik	142
Gambar 4. 21 Nilai Rata-rata Peserta Didik pada Indikator <i>Sustainability Knowingness</i> (Pengetahuan Berkelanjutan)	145
Gambar 4. 22 Kategori N-Gain <i>Sustainability Knowingness</i> Peserta Didik.....	147
Gambar 4. 23 Perbandingan Nilai Peserta Didik pada Indikator Sikap (<i>Sustainability Attitudes</i>)	148
Gambar 4. 24 Kategori N-Gain <i>Sustainability Attitudes</i> Peserta Didik.....	150
Gambar 4. 25 Perbandingan Nilai Peserta Didik pada Indikator Perilaku (<i>Sustainability Behaviour</i>).....	150
Gambar 4. 26 Kategori N-Gain <i>Sustainability Attitudes</i> Peserta Didik.....	153
Gambar 4. 27 Persentase respon Peserta Didik Pada Setiap Aspek.....	153

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah	169
Lampiran 2. Instrumen Kesadaran Berkelanjutan (<i>Sustainability Consciousness</i>).....	179
Lampiran 3. Instrumen Respon Peserta Didik Terhadap E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan Project-ESD	183
Lampiran 4. Modul Ajar	186
Lampiran 5. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah.....	202
Lampiran 6. Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah.....	204
Lampiran 7. Uji Daya Pembeda Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah	205
Lampiran 8. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Kesadaran Berkelanjutan (<i>Sustainability Consciousness</i>)	206
Lampiran 9. Rekapitulasi Nilai Analisis Keterbacaan Angket Kesadaran Berkelanjutan (<i>Sustainability Consciousness</i>).....	208
Lampiran 10. Rekapitulasi Nila Analisis Keterbacaan Angket Respon Peserta Didik	209
Lampiran 11. Lembar Validasi E-modul oleh Ahli	210
Lampiran 12. Rekapitulasi Nilai Analisis Keterbacaan E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan <i>Project-ESD</i>	231
Lampiran 13. Nilai Pre-test Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik..	232
Lampiran 14. Nilai Post-test Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik	234
Lampiran 15. Rekapitulasi Skor Gain dan N-gain Keterampilan Pemecahan Masalah.....	236
Lampiran 16. Rekapitulasi Skor Gain dan N-gain Setiap Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah	238
Lampiran 17. Nilai Pre-test Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik	246
Lampiran 18. Nilai Post-test Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik	248
Lampiran 19. Rekapitulasi Skor Gain dan N-gain Kesadaran Berkelanjutan....	250
Lampiran 20. Rekapitulasi Skor Gain dan N-gain Setiap Indikator Kesadaran Berkelanjutan.....	252
Lampiran 21. Rekapitulasi Hasil Angket Respon Peserta Didik	259
Lampiran 22. Hasil Uji Statistik Data Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik	260
Lampiran 23. Hasil Uji Statistik Data Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik .	264
Lampiran 24. Contoh Jawaban Peserta Didik Analisis Keterbacaan Angket Kesadaran Berkelanjutan.....	268

Lampiran 25. Contoh Jawaban Peserta Didik Analisis Keterbacaan Angket Respon Peserta Didik	270
Lampiran 26. Contoh Jawaban Peserta Didik Analisis Keterbacaan E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan Project-ESD	272
Lampiran 27. Contoh Jawaban Peserta Didik Pada Angket kesadaran Berkelanjutan.....	274
Lampiran 28. Contoh Jawaban Peserta Didik Pada Angket Respon Peserta Didik Terhadap Pembelajaran Menggunakan E-modul Perubahan Lingkungan bermuatan <i>Project-ESD</i>	277
Lampiran 29. Surat Keterangan Judgement Instrumen.....	279
Lampiran 30. Surat Penelitian dari Sekolah.....	282
Lampiran 31. Surat Keterangan Studi Pendahuluan dari Dinas Lingkungan Hidup Tapanuli Utara	283
Lampiran 32. Lembar Wawancara Dengan Guru	286
Lampiran 33. Studi Pendahuluan Keterampilan Pemecahan Masalah dan Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik	290
Lampiran 34. Sertifikat HKI E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan <i>Project- ESD</i>	292
Lampiran 35. Dokumentasi	294

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2016). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. PT. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Alfred, M., & Kaulu, G. (2020). Biology Teachers ' Context Based Approach Knowledge in the Design of ' O ' Level Biology Lessons in Selected Secondary Schools of Kafue District. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 9(1), 1277–1285. <https://doi.org/10.21275/ART20204095>
- Anggraini, N., Nazip, K., & Andriani, D. S. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Berorientasi Environmental Sustainability Education Berbasis Literasi Sains dan Realitas Lokal Sumatera Selatan. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(3), 309–315. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.3.309-315>
- Arikunto, S. (2016). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2016), *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Ariza, M. R., Boeve-De Pauw, J., Olsson, D., Van Petegem, P., Parra, G., & Gericke, N. (2021). Promoting Environmental Citizenship in Education: The Potential of The Sustainability Consciousness Questionnaire to Measure Impact of Interventions. *Sustainability (Switzerland)*, 13(20), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su132011420>
- Aryulina, D., & Riyanto, R. (2016). A Problem-based Learning Model in Biology Education Courses to Develop Inquiry Teaching Competency of Preservice Teachers. *Cakrawala Pendidikan*, 35(1), 47–57. <https://doi.org/10.21831/cp.v1i1.8364>
- Asmiyunda. (2018). Pengembangan E-Modul Keseimbangan Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Kelas XI SMA/MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 2 (2), 155–161.
- Astuti, A. T., Supahar, Mundilarto, & Istiyono, E. (2020). Development of Assessment Instruments to Measure Problem Solving Skills in Senior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012063>
- Azmi, N., Ngabekti, S., & Rahayuningsih, M. (2023). Development of Biodiversity E-Module Based on Local Potentials in Labuhanbatu Utara Regency to Train Science Literacy of High School Students. *Journal of Innovative Science Education*. 12(37), 237–244.

- Bahar, M., & Aksüt, P. (2020). Investigation on The Effects of Activity-Based Science Teaching Practices in The Acquisition of Problem-Solving Skills for 5-6-year-old pre-school children. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 22-39.
- 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>
- Bergman, B. G. (2016). Assessing Impacts of Locally Designed Environmental Education Projects on Students' Environmental Attitudes, Awareness, and Intention to Act. *Environmental Education Research*, 22(4), 480–503. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.999225>
- Beveridge, D., McKenzie, M., Aikens, K., & Strobbe, K. (2019). A National Census of Sustainability in K-12 Education Policy: Implications for International Monitoring, Evaluation, and Research. *Canadian Journal of Educational Administration and Policy*, 188, 36–52.
- Boss, S. (2015). *Solutions for Digital Learner-Centered Classrooms: Implementing Project-Based Learning*. United States of Amerika: Solution Tree Press.
- Boss, S. & Larmwe, J. (2018). *Project-Based Teaching: How to Create Rigorous and Engaging Learning Experiences*. United States of Amerika: Buck Institute for Education.
- Bramwell-Lalor, S., Kelly, K., Ferguson, T., Hordatt Gentles, C., & Roofe, C. (2020). Project-based Learning for Environmental Sustainability Action. *Southern African Journal of Environmental Education*, 36, 57–72. <https://doi.org/10.4314/sajee.v36i1.10>
- Branch, R.M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Chiang, C. L., & Lee, H. (2016). The Effect of Project-Based Learning on Learning Motivation and Problem-Solving Ability of Vocational High School Students. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(9), 709–712. <https://doi.org/10.7763/ijiet.2016.v6.779>
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. (J. Young, Ed.) (fourth edi). sage publication.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publication.

- Damayanti, F. A., & Surjanti, J. (2022). Penerapan Model PBL dengan Konteks ESD dalam Meningkatkan Hasil Belajar dan Sustainability Awareness Peserta Didik Farida. *Buana Pendidikan*, 18(1), 93–105.
- Fatimah, H., & Bramastia, B. (2021). Literatur Review Pengembangan Media Pembelajaran Sains. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 10(2), 125. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v10i2.57255>
- Firmando, H. B., Studi, P., & Agama, S. (2021). Kearifan Lokal Sistem Kekerabatan Dalihan Na Tolu. *Journal, Aceh Anthropological*, 5(1), 16–36.
- Ferrer-Estévez, M., & Chalmeta, R. (2021). Integrating Sustainable Development Goals in educational institutions. *The International Journal of Management Education*, 19(2), 100494. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100494>
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H., & Al Muhdhar, M. H. I. (2020). The Effects of Integrated Problem-Based Learning, Predict, Observe, Explain on Problem-Solving Skills and Self-Efficacy. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2020(85), 45–64. <https://doi.org/10.14689/ejer.2020.85.3>
- Gardner, J., & Belland, B. R. (2012). A Conceptual Framework for Organizing Active Learning Experiences in Biology Instruction. *Journal of Science Education and Technology*, 21(4), 465–475. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9338-8>
- Genc, M. (2015). The Project-Based Learning Approach in Environmental Education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 24(2), 105–117. <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.993169>
- Gericke, N., Pauw, J.B., 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>
- Gulzar, Y., Eksili, N., Caylak, P. C., & Mir, M. S. (2023). Sustainability Consciousness Research Trends: A Bibliometric Analysis. *Sustainability*, 15(24), 16773. <https://doi.org/10.3390/su152416773>
- Güngör Cabbar, B., & Şenel, H. (2020). Content Analysis of Biology Education Research That Used Context-Based Approaches: The Case of Turkey. *Journal of Educational Issues*, 6(1), 203. <https://doi.org/10.5296/jei.v6i1.16920>
- Hake, R. R. (2002). Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanis with Gender, High School Physics, and Pretest Scoreon Mathematics and Spatial Visualization. *Physics Education Research*.

- Halimatusyadiyah, N., Anasya, S. W., & Pajri, A. (2022). The Effectiveness of The Project Based Learning Model In The Independent Learning Curriculum. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(2), 3.
- Hapsa, Tellu, A. T., & Laenggeng, A. H. (2018). The Influence of Contextual Teaching-Learning Approach on Biology Toward Students' Motivation, Thinking Skills and Learning Outcomes at Class SMPN 2 Parigi, 174(Ice 2017), 360–364. <https://doi.org/10.2991/ice-17.2018.77>
- Heller, K., & Heller, P. (2010). Cooperative Problem Solving in Physics A User's Manual. *University of Minnesota*, 310.
- Heriyanto. (2018). Thematic Analysis sebagai Metode Menganalisa Data untuk Penelitian Kualitatif. *Jurnal Kajian Budaya Perpustakaan dan Informasi*, 2(3), 317-324. <https://doi.org/10.14710/anuva.2.3.317-324>
- Hernawati, Diana, Amin, M., Irawati, M., Indriwati, S., & Aziz, M. (2018). Integration of Project Activity to Enhance The Scientific Process Skill and Self-Efficacy in Zoology of Vertebrate Teaching and Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2475–2485. <https://doi.org/10.29333/ejmste/89940>
- Hidayati, N., & Siswanto, J. (2020). Profil Berpikir Kreatif Melalui *Project Based Learning* Bermuatan ESD pada Konsep Sel Siswa Kelas XI MIPA SMAN 1 Bantarbolang. *Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan dan Pengajaran*, 14(1), 1–5.
- Irnaningtyas. (2016). *Biologi untuk SMA/ MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Irnaningtyas & Sylva, S. (2021). *IPA Biologi untuk SMA/ MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga
- Jamari, D., Mohamed, H., Abdullah, Z., Mohd Zaid, N., & Aris, B. (2018). Biology problem-solving: The high achiever students. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 68, 831–842.
- Junedi, Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2024). Penerapan Model *Problem Based Learning* (PBL) Berbantuan E-modul untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pedagogi Biologi*, 2(1), 10-16.
- Kadi, T., & Awwaliyah, R. (2017). Inovasi Pendidikan : Upaya Penyelesaian Problematika Pendidikan Di Indonesia. *Jurnal Islam Nusantara*, 1(2), 144–155. <https://doi.org/10.33852/jurnalin.v1i2.32>

- Kadir. (2016). *Statistika Terapan Konsep, Contoh dan Analisis Data dengan Program SPSS/Lisrel dalam Penelitian*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Kemdikbud. (2022). Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka.
- Kidman, G., Chang, C. H., & Wi, A. (2019). Defining education for sustainability (Efs): A theoretical framework. *Issues in Teaching and Learning of Education for Sustainability: Theory into Practice*, 1–13. <https://doi.org/10.4324/9780429450433-1>
- Kidman, G., & Chang, C. H. (2020). What does “crisis” education look like? *International Research in Geographical and Environmental Education*, 29(2), 107–111. <https://doi.org/10.1080/10382046.2020.1730095>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-Based Learning: A Review of The Literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kricsfalusy, V., George, C., & Reed, M. G. (2018). Integrating Problem- and Project-Based Learning Opportunities: Assessing Outcomes of A Field Course in Environment and Sustainability. *Environmental Education Research*, 24(4), 593–610. <https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1269874>
- Kusumaningrum, M. E. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Education for Sustainable Development (Esd) Berpotensi Meningkatkan Kemampuan Kognitif Peserta didik kelas X. *IOPENDIX: Jurnal Biologi Pendidikan Dan Terapan*, 8(April), 48–70. Retrieved from <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/biopendix/article/view/5115%0Ahttps://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/biopendix/article/download/5115/3856>
- Lahra, A. S., Hasan, M., & Mursal, D. (2017). Pengembangan Modul Praktikum Berbasis Pendekatan Open Ended Untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta didik . *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 05(01), 36–43. Retrieved from <http://jurnal.unsyiah.ac.id/jpsi>
- 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>
- Lozano, A., López, R., Pereira, F. J., & Blanco Fontao, C. (2022). Impact of Cooperative Learning and Project-Based Learning Through Emotional Intelligence: A Comparison of Methodologies for Implementing SDGs. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24).

<https://doi.org/10.3390/ijerph192416977>

- Maksum, H., & Purwanto, W. (2022). The Development of Electronic Teaching Module for Implementation of Project-Based Learning during the Pandemic. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 10(2), 293–307. <https://doi.org/10.46328/ijemst.2247>
- Mazon, G., Pereira Ribeiro, J. M., Montenegro de Lima, C. R., Castro, B. C., & Andrade Guerra, J. B. S. O. de A. (2020). The promotion of sustainable development in higher education institutions: top-down bottom-up or neither? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(7), 1429–1450. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2020-0061>
- Merrill, M. Y. (2018). Introduction - Education for Sustainability in Asian contexts. *Education and Sustainability: Paradigms, Policies and Practices in Asia*, 3–27. Retrieved from www.neef.in
- Miller, E. C., & Krajcik, J. S. (2019). Promoting Deep Learning Through Project-Based Learning: A Design Problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6>
- Morais, P., Ferreira, M. J., & Veloso, B. (2021). Improving Student Engagement with Project-Based Learning: A Case Study in Software Engineering. *Revista Iberoamericana de Tecnologias Del Aprendizaje*, 16(1), 21–28. <https://doi.org/10.1109/RITA.2021.3052677>
- Muslim, S. R. (2017). Pengaruh Penggunaan Model Project Based Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Peserta Didik SMA. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 1(2), 88–95. <https://doi.org/10.35706/sjme.v1i2.756>
- Nehm, R. H. (2010). Understanding undergraduates' problem-solving processes. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 11(2), 119–122. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v11i2.203>
- Nguyen, T. P. (2019). Reviewing Vietnam Geography Textbooks from an ESD Perspective. *Sustainability (Switzerland)*, 11(9), 8–10. <https://doi.org/10.3390/su11092466>
- Nikolić, N., & Antonijević, R. (2024). Problem-Solving in Biology Teaching: Students' Activities and Their Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10407-5>
- Novianti, R., Suhendar., & Ratnasari, J. (2023). Pengembangan E-Module Berbasis Education For Sustainable Development Untuk Melatihkan Kompetensi

Berfikir Kritis Pada Peserta didik . Program Studi Pendidikan Biologi , FKIP , Universitas Muhammadiyah Sukabumi , Indonesia. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 639–655.

Nurmayanti, F., Fauzi, B., & Esmar, B. (2015). Pengembangan Modul Elektronik Fisika dengan Strategi PDEODE pada Pokok Bahasan Teori Kinetik Gas untuk Peserta didik Kelas XI SMA. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*, 2015(Snips), 337–340.

Ocak, G., Doğruel, A. B., & Tepe, M. E. (2022). An Analysis of the Relationship between Problem Solving Skills and Scientific Attitudes of Secondary School Students. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 8(1), 72–83. <https://doi.org/10.33200/ijcer.780710>

Olsson, D., & Gericke, N. (2017). The Effect of Gender on Students' Sustainability Consciousness: A nationwide Swedish Study. *Journal of Environmental Education*, 48(5), 357–370. <https://doi.org/10.1080/00958964.2017.1310083>

Okoye, M. N. & Osuafor, A. M. (2021). Effects of Project-Based Learning Method on Students' Acquisition of Science Process -Skills in Awka Education Zone. *African Journal of Science, Technology and Mathematics Education*, 6(2), 10-11.

Poza-Vilches, F., López-Alcarria, A., & Mazuecos-Ciarra, N. (2019). A Professional Competences' Diagnosis in Education for Sustainability: A Case Study From The Standpoint of The Education Guidance Service (EGS) In The Spanish Context. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6), 1–25. <https://doi.org/10.3390/su11061568>

Pradipta, D. D., & Madlazim, E. H. (2021). The Effectiveness of Science Learning Tools Based on Education Sustainable Development (ESD) to Improve Problem-Solving Skills. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 2(3), 342–353. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v2i3.113>

Prasetya, A. (2021). Electronic Module Development with Project Based Learning in Web Programming Courses. *International Journal of Computer and Information System (IJCIS)*, 2(3), 69–72. <https://doi.org/10.29040/ijcis.v2i3.38>

Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.

Rahman, A., Heryanti, L. M., & Ekanara, B. (2019). Pengembangan Modul Berbasis Education for Sustainable Development pada Konsep Ekologi untuk Peserta didik Kelas X SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 3(1), 1.

<https://doi.org/10.24036/jep/vol3-iss1/273>

- Rahmawati, D., Sajidan, S., & Ashadi, A. (2018). Analysis of Problem Solving Skill in Learning Biology at Senior High School of Surakarta. *Journal of Physics: Conference Series*, 1006(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1006/1/012014>
- Riduwan. (2015). *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Rusmanto, R., & Rukun, K. (2020). The Development of E-Learning Module Based on Project-Based Learning (PjBL) for Electric Motor Installation Course. *Journal of Education Research and Evaluation*, 4(2), 181. <https://doi.org/10.23887/jere.v4i2.24608>
- Sanjaya, W. (2007). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- Saqib, Z. A., Zhang, Q., Ou, J., Saqib, K. A., Majeed, S., & Razzaq, A. (2020). Education for Sustainable Development in Pakistani Higher Education Institutions: an Exploratory Study of Students' and Teachers' Perceptions. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(6), 1249–1267. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2020-0036>
- Saragih, L., Riandi, & Solihat, R. (2021). The Implementation of ESD into Biology Learning to Equip Students with ESD Competencies of Systemic Thinking and Problem-Solving. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012158>
- Sari, Y. I., Sumarmi., Utomo, D. H., & Astina, I K. (2021). The Effect of Problem Based Learning on Problem Solving and Scientific Writing Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 11-26. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.1422a>
- Setiawan, H., Surtikanti, H. K., Kusnadi, & Riandi. (2023). Sustainability Awareness, Engagement, and Perception of Indonesian High School Students during Sustainability Project Based Learning Implementation in Biology Education. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4227-4236. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3971>
- Solihudin, J. T. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Web Untuk Meningkatkan Pencapaian Kompetensi Pengetahuan Fisika Pada Materi Listrik Statis Dan Dinamis Sma. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(2), 51. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v3i2.13731>
- Suhadi, R. (1996). *Analisis Bahasa Buku Paket SMA dari Segi Keterbacaan (Suatu Pendekatan Analisis Kalimat dan Uji Rumpang yang dilakukan oleh*

Pembelajar Jurusan Fisika di SMA Negeri di Kotamadya Bandung. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

Sujarweni, Wiratna. (2014). *Metodologi Penelitian: Lengkap, Praktis dan Mudah Dipahami.* Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

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

Susanti, R. (2019). *Belajar dan Pembelajaran.* Palembang: Simetri.

Ssossé, Q., Wagner, J., & Hopper, C. (2021). Assessing the Impact of ESD: Methods, Challenges, Results. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–26. <https://doi.org/10.3390/su13052854>

Teff-Seker, Y., Portman, M. E., & Kaplan-Mintz, K. (2019). Project-based Learning in Education for Sustainable Development: A case study of graduate planning students. *Case Studies in the Environment*, 3(1). <https://doi.org/10.1525/cse.2018.001537>

UNESCO. (2007). *Asia-Pacific Guidelines for the Development of National ESD.*

UNESCO. (2012). *Education for Sustainable Development in Action. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.*

UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives. Education for Sustainable Development Goals: learning objectives.* <https://doi.org/10.54675/cgba9153>

UNESCO. (2018). *Issues and Trends in Education for Sustainable Development. Issues and Trends in Education for Sustainable Development.* <https://doi.org/10.54675/yelo2332>

Vilmala, B. K., Karniawati, I., Suhandi, A., Permanasari, A., & Khumalo, M. (2022). A Literature Review of Education for Sustainable Development (ESD) in Science Learning: What, Why, and How. *Journal of Natural Science and Integration*, 5(1), 35. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v5i1.15342>

Vossen, T. E., Tigelaar, E. H., Henze, I., De Vries, M. J., & Van Driel, J. H. (2020). Student and Teacher Perceptions of The Functions of Research in The Context of A Design-Oriented STEM Module. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(4), 657–686. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09523-7>

- Wahyu, E. S., & Ginting, E. M. (2017). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Model toward Student ' s Critical Thinking and Problem Solving Ability in Senior High School. *American Journal of Educational Research*, 5(6), 633–638. <https://doi.org/10.12691/education-5-6-7>
- Wati, M., Larasati, V., Suyidno, S., & Sasmita, F. D. (2022). Pengembangan Materi Ajar Bermuatan Authentic Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 229. <https://doi.org/10.24127/jpf.v10i2.5782>
- Whitburn, J., Linklater, W. L., & Milfont, T. L. (2019). Exposure to Urban Nature and Tree Planting Are Related to Pro-Environmental Behavior via Connection to Nature, the Use of Nature for Psychological Restoration, and Environmental Attitudes. *Environment and Behavior*, 51(7), 787–810. <https://doi.org/10.1177/0013916517751009>
- Wibowo, J., Masduqi, A., Wibowo, A.S. (2008). Strategi Peningkatan Sanitasi Lingkungan Permukiman di Bantaran Sungai Daerah Rawa Kabupaten Hulu Sungai Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VII*.
- Widiawati, L., Soetarno., & Sudiyanto, J. (2018). Higher Order Thinking Skills as Effect of Problem Based Learning in the 21st Century Learning. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 5(3), 96–105.
- Widodo, A. (2021). Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Dasar-dasar untuk Praktik. Bandung: UPI Press.
- Widodo, Istiqomah, Leonard, Nayazik & Prahman. (2019). Formal Student Thinking in Mathematical Problem-Solving: *Journal of Physic*, Conference Series 118. <https://doi:10.1088/1742-6596/1188/1/012087>
- Wiek, A., Angela X., Katja B., & Sander V. D. L. (2014). Integrating Problem and Project-based Learning into Sustainability Program: *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 15 (4), 431 - 449. <http://dx.doi.org/10.1108/IJSHE-02-2013-0013>
- Woolfolk, A., Hughes, M., and Walkup, V. (2013). *Psychology in Education* (2nd ed.). Pearson Education.
- Yuan, X., Yu, L., Wu, H., She, H., Luo, J., & Li, X. (2022). Sustainable Development Goals (SDGs) Priorities of Senior High School Students and Global Public: Recommendations for Implementing Education for Sustainable Development (ESD). *Education Research International*, 2022, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2022/2555168>
- Zainul, A. (2002). *Penilaian Hasil Belajar*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.