

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT* (ESD) PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN SEBAGAI BAHAN AJAR *SUSTAINABILITY AWARENESS* PESERTA DIDIK SMA**

**SKRIPSI**

oleh

**Rahma Ta Saqina**

**NIM: 06111282126048**

**Program Studi Pendidikan Fisika**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD)* PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN SEBAGAI BAHAN AJAR *SUSTAINABILITY AWARENESS* PESERTA DIDIK SMA**

### SKRIPSI

oleh

**Rahma Ta Saqina**

**NIM : 06111282126048**

**Program Studi Pendidikan Fisika**

**Mengesahkan :**

**Koordinator Prodi Pendidikan Fisika**



**Saparini, S.Pd., M.Pd.**

**NIP. 198610052015042002**

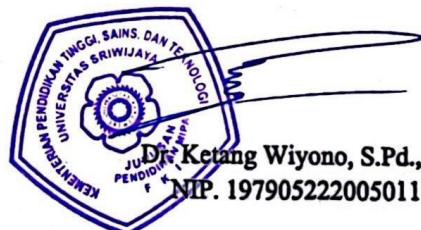
**Pembimbing**



**Dr. Leni Marlina, S.Pd., M.Si.**

**NIP. 197708052001122001**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**



**Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd.**

**NIP. 197905222005011005**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahma Ta Saqina

NIM : 06111282126048

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan dengan ini sungguh-sungguh bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengembangan E-Modul Berbasis *Education for Sustainable Development (ESD)* Pada Materi Energi Terbarukan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* Peserta Didik SMA” ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila dikemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 19 Desember 2024

Yang membuat pernyataan,

The image shows an official stamp of Universitas Sriwijaya on the left, featuring the university's logo and the text 'UNIVERSITAS SRIWIJAYA'. To the right of the stamp is a handwritten signature in black ink. Below the signature, the text 'MILIKI TEMPEL' and the identification number 'D1EAMX138360045' are visible.

Rahma Ta Saqina

NIM. 06111282126048

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.  
Sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (Al-Insyirah: 5-6)

\*\*\*\*\*

“Kadang kala tak mengapa, untuk tak baik-baik saja. Kita hanyalah manusia,  
Wajar jika tak sempurna.” -Fiersa Besari-

\*\*\*\*\*

*“Believe in your strenght, trust in your mind, and the world will follow  
where you choose to shine.”*

\*\*\*\*\*

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua Orang Tua saya,
2. Abang, Kakak, dan Adik saya,
3. Kakek, Nenek, dan Keluarga Besar saya,
4. Seluruh Dosen dan Pegawai Prodi  
Pendidikan Fisika FKIP Unsri
5. Almamater kampus kebanggaan saya  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

## PRAKATA

Skripsi dengan judul “Pengembangan E-Modul Berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) Pada Materi Energi Terbarukan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* Peserta Didik SMA” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan skripsi ini, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak.

Oleh sebab itu, penulis memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT. atas segala nikmat dan karunia-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Ibu Dr. Leni Marlina S.Pd. M.Si. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Hartono, M.A. selaku Dekan FKIP Unsri, Bapak Dr. Ismet, S.Pd., M.Si. selaku wakil Dekan Bidang Akademik, Bapak Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
3. Ibu Saparini, M.Pd. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini. Juga segenap dosen di Program Studi Pendidikan Fisika yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu, Laboran dan Admin Prodi.
4. Bapak Dr. Sardianto Markos Siahaan, M.Si., M.Pd. selaku dosen *reviewer* seminar proposal, seminar hasil, dan penguji ujian akhir sidang skripsi yang telah memberikan sejumlah saran dan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
5. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan, do’a dan cinta yang tak pernah henti, sehingga penulis bisa kuat menjalani kehidupan perkuliahan ini. Terima kasih banyak Mama Surnaniza dan Papa Agus Wijaya.
6. Ketiga saudara penulis; Abang Muhammad Ridwan, Kakak Muhammad Hasyir Rizki, dan adek Jeni Vasyah Rahma Dini yang telah menjadi penyemangat di setiap langkah perjalanan penulis.

7. Saudara se-PA yakni Anisah Suci Ramadhani, Siti Nashirah Anggraini, Annisa Bestari, dan Mutiara Putri yang telah menemani penulis berjuang bersama menyelesaikan skripsi, berbagi semangat dan kenangan yang tak terlupakan.
8. Keluarga besar Himafis dan Pendidikan Fisika 2021, terutama Lintang Auliya Kurdiati yang telah menemani perjalanan penulis dalam meraih prestasi. Kepada rekan seperjuangan PP Kelas B; Anisah Suci Ramadhani, Tiara Azahrah, Salsabil Fardha Ramadita, dan Siti Aisyah yang telah menemani selama masa perkuliahan. Juga kepada Dek Nita Lestari, adik KP yang senantiasa memberikan semangat dan turut merayakan pencapaian penulis.
9. Muhammad Aufa Tirta Mahardhika, yang telah menemani penulis selama proses pengerjaan skripsi, pengambilan data, semhas, hingga sidang. Beliau menjadi tempat berkeluh kesah, penyemangat ketika penulis sedang terpuruk, dan membantu penulis dalam pembuatan *textbox* dan peta konsep E-Modul yang penulis susun, sehingga akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Kepada semua sosok yang pernah hadir, meskipun tak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Yang pernah memberi warna, cerita, dan makna dalam setiap langkah perjalanan penulis. Kehadiran mereka menjadi bagian dari pelajaran hidup yang membentuk penulis hingga menjadi pribadi seperti hari ini.

Penulis sepenuhnya menyadari, skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan ilmu pengetahuan penulis. Karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan dengan terbuka menerima segala kritikan yang membangun. Semoga skripsi yang penulis susun ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran fisika serta pengembangan ilmu pengetahuan.

Indralaya, 19 Desember 2024

Yang membuat pernyataan,



Rahma Ta Saqina

NIM. 06111282126048

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II</b> .....	<b>6</b>
2.1 Bahan Ajar.....	6
2.1.1 Pengertian Bahan Ajar.....	6
2.1.2 Jenis-jenis Bahan Ajar .....	6
2.1.3 Bahan Ajar Elektronik.....	7
2.2 E-Modul .....	8
2.2.1 Pengertian E-Modul .....	8
2.2.2 Karakteristik E-Modul.....	9
2.2.3 Komponen E-Modul.....	10
2.3 <i>Flipbook</i> Heyzine .....	10
2.4 <i>Education for Sustainable Development (ESD)</i> .....	11
2.5 Energi Terbarukan.....	14
2.6 <i>Sustainability Awareness (Kesadaran Berkelanjutan)</i> .....	15
2.7 Penelitian Pengembangan.....	16
2.7.2 Model Pengembangan Rowntree.....	17
2.7.3 Evaluasi Formatif Tessmer.....	17
2.8 Kriteria Keberhasilan Pengembangan Bahan Ajar.....	18
2.9 Penelitian Relevan.....	19
2.10 Alur Kerangka Berpikir .....	21

<b>BAB III</b> .....	<b>22</b>
3.1 Metode Penelitian.....	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
3.3 Subjek Penelitian.....	22
3.4 Prosedur Penelitian.....	23
3.4.1 Tahap Perencanaan.....	23
3.4.2 Tahap Pengembangan.....	23
3.4.3 Tahap Evaluasi .....	23
3.4 Tahap Pengumpulan Data .....	26
3.5 Teknik Analisis Data.....	28
<b>BAB IV</b> .....	<b>31</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	31
4.1.1 Deskripsi Hasil Tahap Perencanaan .....	31
4.1.2 Deskripsi Hasil Tahap Pengembangan.....	34
4.1.3 Deskripsi Hasil Tahap Evaluasi.....	39
4.2 Pembahasan.....	46
4.2.1 Tahap Perencanaan.....	47
4.2.2 Tahap Pengembangan .....	48
4.2.3 Tahap Evaluasi .....	49
4.3 Kelebihan dan Kekurangan .....	51
4.3.1 Kelebihan.....	51
4.3.2 Kekurangan.....	51
<b>BAB V</b> .....	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>53</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Model ESD .....	12
<b>Gambar 2.2</b> Alur Pengembangan Rowntree .....	17
<b>Gambar 2.3</b> Alur Evaluasi Formatif Tessmer.....	18
<b>Gambar 2.4</b> Alur Kerangka Berpikir .....	21
<b>Gambar 3.1</b> Alur penelitian pengembangan E-Modul.....	25
<b>Gambar 4.1</b> Tampilan awal prototipe 1 saat diakses .....	39

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Isu-isu yang dapat dikaitkan dalam ESD.....	13
<b>Tabel 2.2</b> Kisi-kisi Validasi Kesesuaian Komponen Utama ESD.....	14
<b>Tabel 3.1</b> Kisi-Kisi Validasi Materi .....	26
<b>Tabel 3.2</b> Kisi-Kisi Validasi Bahasa .....	26
<b>Tabel 3.3</b> Kisi-Kisi Validasi Media.....	27
<b>Tabel 3.4</b> Kisi-Kisi Instrumen Tanggapan Peserta Didik.....	27
<b>Tabel 3.5</b> Tafsiran Data .....	28
<b>Tabel 3.6</b> Pengkategorian Kevalidan E-Modul .....	29
<b>Tabel 3.7</b> Kategori Nilai Angket .....	30
<b>Tabel 3.8</b> Kategori Hasil Evaluasi <i>One to One</i> dan <i>Small Group</i> .....	30
<b>Tabel 4.1</b> Perumusan Tujuan Pembelajaran .....	33
<b>Tabel 4.2</b> Garis Besar Isi E-Modul.....	34
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Validasi Materi.....	40
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Validasi Bahasa.....	41
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Validasi Media.....	41
<b>Tabel 4.6</b> Saran dan Komentar Validator pada tahap <i>expert review</i> .....	42
<b>Tabel 4.7</b> Penilaian Angket Tanggapan Peserta Didik <i>One-to-One Evaluation</i> ...	44
<b>Tabel 4.8</b> Saran atau Komentar Peserta Didik pada <i>One-to-One Evaluation</i> .....	44
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik <i>Small Group Evaluation</i> .....	45
<b>Tabel 4.10</b> Saran dan Komentar Peserta Didik tahap <i>Small Group Evaluation</i> .....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN A (Kisi-Kisi Instrumen) .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN A.1 Kisi-Kisi Instrumen Validasi.....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN A.2 Kisi-Kisi Angket Respon Siswa.....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN B (Administrasi Penelitian) .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN B.1 Usul Judul Skripsi.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN B.2 Persetujuan Seminar Proposal .....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN B.3 Bukti telah Seminar Proposal Penelitian .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN B.4 Bukti Perbaikan Proposal Penelitian .....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN B.5 Surat Keterangan Pembimbing.....</b>	<b>69</b>
<b>LAMPIRAN B.6 Permohonan Validator.....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN B.7 Surat Tugas Validator.....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN B.8 Surat Permohonan Izin Penelitian .....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN B.9 Surat Izin Penelitian Dekanat .....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN B.10 Surat Izin Penelitian Direktorat SMA .....</b>	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN B.11 Surat Keterangan telah melakukan Penelitian di Sekolah.....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN B.12 Persetujuan Seminar Hasil Penelitian.....</b>	<b>78</b>
<b>LAMPIRAN B.13 Keterangan Telah Seminar Hasil Penelitian.....</b>	<b>79</b>
<b>LAMPIRAN B.14 Keterangan Perbaikan Hasil Penelitian .....</b>	<b>80</b>
<b>LAMPIRAN B.15 Persetujuan Ujian Akhir Program Sarjana .....</b>	<b>81</b>
<b>LAMPIRAN B.16 Kartu Bimbingan Skripsi .....</b>	<b>82</b>
<b>LAMPIRAN B.17 Surat Keterangan Bebas Pustaka .....</b>	<b>84</b>
<b>LAMPIRAN B.18 Surat Keterangan Bebas Lab .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN B.19 Bukti Lulus SULIET/USEPT .....</b>	<b>86</b>
<b>LAMPIRAN B.20 Surat Keterangan Pengecekan Similarity .....</b>	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN B.21 Surat Bebas Plagiat.....</b>	<b>88</b>
<b>LAMPIRAN B.22 Notulensi Ujian Skripsi .....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN B.23 Bukti Perbaikan Skripsi.....</b>	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN C (Dokumentasi Penelitian) .....</b>	<b>94</b>

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-Modul berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) pada materi energi terbarukan sebagai bahan ajar *sustainability awareness* peserta didik SMA yang valid dan praktis. Penelitian ini menggunakan prosedur pengembangan Rowntree yang terdiri dari tiga tahap yaitu tahap perencanaan, tahap pengembangan dan tahap evaluasi. Pada tahap evaluasi, digunakannya tahap evaluasi formatif Tesser yang terdiri dari tahap: *self evaluation*, *expert review*, *one-to-one evaluation*, dan *small group evaluation*. Teknik pengumpulan data menggunakan *walkthrough* dan angket. Tingkat kevalidan E-Modul ini dinilai oleh empat validator, yakni dua validator dalam aspek materi, dan dua validator dalam aspek desain dan bahasa. Hasil uji validasi ahli E-Modul pada tahap *expert review* didapat data aspek materi sebesar 98,8% dengan kategori sangat valid, aspek desain sebesar 75% dengan kategori valid, dan aspek bahasa 100% dengan kategori sangat valid. Sedangkan pada tahap *one-to-one evaluation* diperoleh penilaian rata-rata sebesar 81,27% dengan kategori praktis. Pada tahap uji coba *small group evaluation* diperoleh hasil penilaian rata-rata sebesar 87,68% dengan kategori sangat praktis. Dengan demikian, berdasarkan hasil data penelitian didapatkan bahwa E-Modul berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) pada materi energi terbarukan sebagai bahan ajar *sustainability awareness* peserta didik SMA telah valid dan praktis.

**Kata kunci:** E-Modul, ESD, Energi Terbarukan, *Sustainability Awareness*

**ABSTRACT**

*This research aims to develop an E-Module based on Education for Sustainable Development (ESD) focused on renewable energy materly as teaching resources for sustainability awareness among high school students that is both valid and practical. The study employs the Rowntree development procedure, which consists of three stages: planning, development, and evaluation. In the evaluation stage, the formative evaluation phase of Tessmer is utilized, which includes self-evaluation, expert review, one-to-one evaluation, and small group evaluation. Data collection techniques involve walkthroughs and questionnaires. The validity of the E-Module was assessed by four validators: two for content aspects and two for design and language aspects. The results from the expert review validation showed a content aspect score of 98.8%, categorized as very valid; a design aspect score of 75%, categorized as valid; and a language aspect score of 100%, categorized as very valid. In the one-to-one evaluation stage, an average score of 81.27% was obtained, categorized as practical. In the small group evaluation trial, an average score of 87.68% was achieved, categorized as very practical. Thus, based on the research data results, it can be concluded that the E-Module based on Education for Sustainable Development (ESD) on renewable energy materials as a teaching resource for sustainability awareness among high school students is valid and practical.*

**Keywords:** *E-Module, ESD, Renewable Energy, Sustainability Awareness.*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Dalam era globalisasi ini, ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang dengan pesat, membuat generasi sekarang harus siap menghadapi perubahan yang terjadi. Di tengah upaya dunia mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs) terutama fokus pada poin ke-4 yang menyoroti pentingnya pendidikan, peran pendidikan menjadi sangat penting dalam kemajuan ilmu pengetahuan (Alfathy dkk., 2023; Thahir dkk., 2024). Pendidikan abad ke-21 harus mampu menciptakan generasi yang penuh kreativitas, inovasi, dan memiliki daya saing yang tinggi (Mashudi, 2021; Saputra dkk., 2024; Zubaidah, 2018). Pentingnya pembelajaran di sekolah dalam membentuk keterampilan-keterampilan tersebut juga terlihat dalam konteks pembelajaran ilmu fisika (Herayanti & Habibi, 2015).

Keberhasilan dalam pembelajaran fisika sangat tergantung pada pemahaman konsep, dimana peserta didik perlu memahami konsep secara mendalam daripada sekedar menghafal teori semata (Socrates & Mufit, 2022; Yuliati, 2019). Tujuan dari pembelajaran fisika mencakup pengembangan pengetahuan, pemahaman, serta kemampuan menganalisis lingkungan dan sekitarnya (Azizah dkk., 2015, 2016; Nurul, 2022). Dalam proses pembelajaran fisika, peserta didik akan dihadapkan pada tantangan terkait dengan alam serta lingkungan sekitar, yang menjadi fokus utama dalam upaya pembangunan berkelanjutan (Kamilasari dkk., 2019; Yuliati & Saputra, 2019). Pembelajaran fisika tidak hanya mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), tetapi juga memainkan peran penting dalam menciptakan *Education for Sustainable Development* (ESD) (Teddy, 2023).

ESD (*Education for Sustainable Development*) yang dideklarasikan oleh UNESCO merupakan kerangka kerja global untuk diterapkan dalam pendidikan guna mengarahkan serta memperkuat kembali peran pendidikan dan pembelajaran dalam pembangunan berkelanjutan (Fibonacci dkk., 2020; Glavič, 2020; Vioreza dkk., 2023). ESD berasal dari dua istilah, yaitu ‘pendidikan’ dan ‘pembangunan berkelanjutan’, dengan fokus pada pengembangan pengetahuan, keterampilan,

nilai, serta sikap yang dibutuhkan demi mencapai SDGs (Nurbaeti dkk., 2020; Segara, 2015). Konsep ini sejalan dengan kurikulum yang sedang berjalan, dimana Kurikulum Merdeka menekankan pentingnya pembelajaran sepanjang hayat dan berkelanjutan sesuai kebijakan Kemendikbud nomor 56/M/2022, dimana pembelajaran harus mengintegrasikan nilai-nilai, pengetahuan, dan keterampilan yang relevan dengan pembangunan berkelanjutan. Dengan demikian, prinsip ESD dan Kurikulum Merdeka saling mendukung untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia (Vioreza dkk., 2023).

Peneliti melakukan analisis kebutuhan bahan ajar berbasis ESD pada peserta didik kelas X di SMA Srijaya Negara Palembang, yang dilakukan dengan menyebarkan angket *google form* kepada 85 responden peserta didik. Berdasarkan hasil survei menunjukkan bahwasanya sebanyak 67,1% peserta didik tidak familiar dan tidak mengetahui definisi yang dimaksud dengan ESD (*Education for Sustainability*) dalam pembelajaran di sekolah. Serta sebanyak 69,4% peserta didik menyatakan bahwa materi pembelajaran di sekolah belum terkait dengan Pembelajaran ESD. Sementara itu, 80% peserta didik setuju bahwa perlu adanya pengembangan bahan ajar berbasis ESD (*Education for Sustainability*) dalam pembelajaran guna mendukung pembangunan berkelanjutan dalam mencapai SDGs. Temuan ini menekankan pentingnya pengembangan bahan ajar berbasis ESD di sekolah yang menjadi subjek penelitian ini.

Berdasarkan dari hasil survei tersebut juga diketahui bahwa 65,9% peserta didik lebih menyukai bahan ajar berbasis elektronik seperti E-Modul, E-LKPD, PDF *Book*, Bahan ajar *Online*, dsb. Namun, 61,2% responden menyatakan bahwa belum menggunakan E-Modul sebagai bahan ajar pembelajaran fisika di sekolah. Padahal fasilitas (perangkat TIK) yang dimiliki oleh peserta didik sudah menunjang akses bahan ajar elektronik berupa E-Modul, hal ini ditunjukkan oleh hasil survei bahwa 100% responden memiliki perangkat elektronik berupa *smartphone*/HP dan 88,2% responden memiliki kualitas jaringan yang stabil. Temuan ini menekankan pentingnya pengembangan bahan ajar pada materi energi terbarukan yang berfokus pada pemahaman siswa dan dapat menarik minat mereka, di tengah canggihnya perkembangan teknologi di era 4.0 ini.

Penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran fisika sesuai dengan era industri 4.0 memungkinkan akses tanpa batas terhadap informasi yang menjadikan proses pembelajaran lebih dinamis (Anggraeni & Sole, 2018; Sampurno et al., 2015). Salah satu hasilnya yaitu berupa bahan ajar elektronik, seperti E-Modul atau modul pembelajaran elektronik, yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja tanpa bimbingan langsung dari guru. E-Modul dapat didefinisikan sebagai bahan ajar dalam format digital yang menyajikan teks, video, gambar, dan animasi yang dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran fisika (Ariyanti dkk., 2019; Jh, 2018; Prihatiningtyas & Sholihah, 2020; Puspitasari, 2019; Selviani dkk., 2024).

Berdasarkan hasil survei tersebut juga didapatkan bahwa 71,8% peserta didik menyatakan tidak memiliki pegangan bahan ajar lain selain dari buku paket sekolah. Padahal pegangan bahan ajar lain sangat penting guna menunjang kemandirian siswa dalam belajar. Bahan ajar berbasis elektronik seperti E-Modul dapat menjadi salah satu solusi dalam hal ini karena lebih praktis dan fleksibel untuk disimpan dan dibawa dibawa kapanpun dimanapun dalam kehidupan sehari-hari, selaras dengan perkembangan teknologi yang ada. Hal ini diperkuat dengan hasil survei bahwasanya 84,7% peserta didik menyatakan bahwa perlunya bahan ajar alternatif berupa modul elektronik.

Kemudian, dari hasil survei yang dilakukan juga didapatkan bahwa 82,4% peserta didik tertarik dengan adanya pengembangan E-Modul pada materi energi terbarukan berbasis ESD (*Education for Sustainable Development*). Responden mengharapkan beberapa hal dari E-modul yang akan dikembangkan untuk membantu mereka memahami materi Energi Terbarukan nantinya, antara lain 63,5% menginginkan tampilan yang menarik dan tidak membosankan, 54,1% menginginkan penggunaan bahasa yang baik dan mudah dipahami, 37,6% menginginkan fleksibilitas atau kemudahan akses menggunakan android, komputer, dan teknologi digital lainnya juga 32,9% menginginkan terdapat banyak contoh soal latihan atau latihan pada pembelajaran.

Pengembangan E-modul telah terbukti berhasil dalam beberapa penelitian sebelumnya. Sebagai contoh, Kusumawati dkk., pada tahun 2023 berhasil mengembangkan modul elektronik berbasis pendidikan lingkungan berkelanjutan



dalam pembelajaran IPA dengan respon penggunaan yang sangat positif dan mencapai kategori sangat baik. Ekamilasari pada tahun 2021, juga berhasil mengembangkan E-Modul pada materi pemanasan global berbasis ESD dengan respon yang sangat positif serta dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam kategori tinggi dan meningkatkan *sustainability awareness* peserta didik dalam kategori sedang. Selain itu, Rahman dkk., pada tahun 2019 berhasil mengembangkan sebuah modul berbasis *Education for Sustainable Development* pada materi Ekologi kelas X SMA dengan skor penilaian ahli 94%, yang masuk dalam kategori sangat layak.

Meskipun demikian, Pengembangan E-modul pada Materi Energi Terbarukan berbasis ESD (*Education for Sustainable Development*) untuk melatih *Sustainability Awareness* peserta didik belum pernah dilakukan penelitiannya di Provinsi Sumatera Selatan khususnya Kota Palembang, dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan di kota lainnya. Kesadaran keberlanjutan (*sustainability awareness*) sebaiknya ditanamkan sejak dini untuk mendukung pembangunan berkelanjutan (Clarisa dkk., 2020; Khoerunisa, 2024; Lestari & Sutrisno, 2018), serta perlu diterapkan secara merata diseluruh wilayah. Dengan mengaitkan konsep energi terbarukan dengan lingkungan sekitar, diharapkan peserta didik lebih mudah memahami pentingnya keberlanjutan dan berperan aktif dalam menjaga kelestarian lingkungan. Pengembangan bahan ajar berbasis ESD menjadi alternatif dalam menanamkan nilai-nilai *Sustainability Awareness* peserta didik. Sehingga berdasarkan dari latar belakang tersebut, peneliti bermaksud melakukan penelitian tentang **“Pengembangan E-Modul Berbasis *Education For Sustainable Development* (ESD) pada Materi Energi Terbarukan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* Peserta Didik SMA”**.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

1. Bagaimana mengembangkan E-Modul berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) pada Materi Energi Terbarukan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* Peserta Didik SMA yang valid?
2. Bagaimana mengembangkan E-Modul berbasis *Education for Sustainable*

*Development* (ESD) pada Materi Energi Terbarukan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* Peserta Didik SMA yang praktis?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menghasilkan E-Modul berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) pada Materi Energi Terbarukan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* Peserta Didik SMA yang valid
2. Menghasilkan E-Modul berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) pada Materi Energi Terbarukan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* Peserta Didik SMA yang praktis

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak diantaranya :

1. Peneliti  
Dapat menambah pengetahuan bagi saya peneliti dalam mengembangkan sebuah E-Modul berbasis ESD pada Materi Energi Terbarukan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* Peserta Didik SMA yang valid dan praktis.
2. Sekolah  
Sekolah bisa untuk menggunakan E-Modul berbasis ESD pada Materi Energi Terbarukan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* Peserta Didik SMA sehingga diharapkan membantu dalam peningkatan kualitas pembelajaran.
3. Guru  
Guru sebagai pendidik dapat memanfaatkan produk hasil pengembangan E-Modul berbasis ESD ini sebagai bahan ajar pembelajaran fisika khususnya materi Energi Terbarukan dan sebagai Bahan Ajar *Sustainability Awareness* pada Peserta Didik SMA.
4. Peserta Didik  
Peserta didik dapat menggunakan E-Modul berbasis ESD pada Materi Energi Terbarukan sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran, sehingga diharapkan peserta didik dapat lebih mudah memahami materi pokok Energi Terbarukan dan melatih *Sustainability Awareness*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusti, K. A., Wijaya, A. F. C., & Tarigan, D. E. (2019). Problem based learning dengan konteks ESD untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan sustainability awareness siswa SMA pada materi pemanasan global. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 8, SNF2019-PE.
- Akbar, S. (2017). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Alfathy, R. M., Saputro, S., Sarwanto, S. P., & Murni Ramli, S. P. (2023). *Pembelajaran Berbasis SDGs di Universitas untuk Bidang Ilmu Pengetahuan Alam*. wawasan Ilmu.
- Alkhayyal, B., Labib, W., Alsulaiman, T., & Abdelhadi, A. (2019). Analyzing Sustainability Awareness among Higher Education Faculty Members: A Case Study in Saudi Arabia. *Sustainability*, 11(23), 6837. <https://doi.org/10.3390/su11236837>
- Aminudin, C. R. (2022). *Tingkat Motivasi Belajar Siswa Kelas Xi Di Ma Al Hamidah Pada Masa Pandemi* [Doctoral dissertation]. Universitas PGRI Semarang.
- Anggraeni, D. M., & Sole, F. B. (2018). E-learning moodle, media pembelajaran fisika abad 21. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 1(2), 57–65.
- Ariyanti, I., Lesmono, A. D., & Supriadi, B. (2019). Kelayakan E-Modul Flow Virtual Simulation Berbasis Macromedia Flash. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 8(3), 215–221.
- Azairok, M., Sriyanti, I., & Wiyono, K. (2023). Analysis of Needs for E-Modules based Problem Based Learning on Renewable Energy Materials to Improve Creative Thinking Skills of SMA Negeri 1 Namang Students. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1), 27. <https://doi.org/10.31258/jgs.11.1.27-34>
- Azizah, R., Yuliati, L., & Latifa, E. (2016). Kemampuan pemecahan masalah melalui pembelajaran interactive demonstration siswa kelas X SMA pada materi kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 2(2), 55–60.
- Azizah, R., Yuliati, L., & Latifah, E. (2015). Kesulitan pemecahan masalah fisika pada siswa SMA. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 5(2), 44–50.
- Clarisa, G., Agus Danawan, M., & Wijaya, A. F. C. (2020). *Sustainability Awareness Siswa*.

- 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), 13–25.
- Ekamilasari. (2021). *Pengembangan E-Module Pemanasan Global Berbasis Education For Sustainable Development*. Sekolah Pascasarjana Universitas Pakuan.
- Fakhrurrazi, F. (2018). Hakikat pembelajaran yang efektif. *At-Tafkir*, 11(1), 85–99.
- Fibonacci, A., Azizati, Z., & Wahyudi, T. (2020). Development Of Education For Sustainable Development (ESD) Based Chemsdro Mobile Learning For Indonesian Junior High School: Rate of Reaction. *Jurnal Tadris Kimiya*, 1, 26–34.
- Fitri, A., Efriyanti, L., & Silmi, R. (2023). Pengembangan modul ajar digital informatika jaringan komputer dan internet menggunakan Canva di SMAN 1 Harau. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 33–38.
- Glavič, P. (2020). Identifying key issues of education for sustainable development. *Sustainability*, 12(16), 6500.
- Hamid, S., Ijab, M. T., Sulaiman, H., Md. Anwar, R., & Norman, A. A. (2017). Social media for environmental sustainability awareness in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(4), 474–491.
- Herayanti, L., & Habibi, H. (2015). Model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi komputer untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis calon guru fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(1), 61–66.
- Imansari, N., & Sunaryantiningsih, I. (2017). Pengaruh penggunaan e-modul interaktif terhadap hasil belajar mahasiswa pada materi kesehatan dan keselamatan kerja. *VOLT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(1), 11–16.
- Jh, T. S. (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), 51–61.
- Kamilasari, N. W., Astutik, S., & Nuraini, L. (2019). Model pembelajaran Collaborative Creativity (CC) berbasis SETS terhadap kemampuan berpikir kreatif pada pembelajaran fisika. *Fkip E-Proceeding*, 4(1), 207–213.
- Khoerunisa, S. (2024). Karakter Peduli Lingkungan Peserta Didik Dalam Penerapan Eco Literacy Untuk Mendukung ESD Di Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 24(1), 110–118.

- Kusumawati, P. R. D., Aristiyanto, R., & Muflikhah, I. K. (2023). PENGEMBANGAN E-Modul Berbasis Pendidikan Lingkungan Berkelanjutan Dalam Pembelajaran Ipa. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(2), 149–155.
- Lestari, S., & Sutrisno, R. E. (2018). Pengaruh Keterpaduan Pendidikan Pembangunan Berkelanjutan dalam Pembelajaran Fisika Terhadap Kesadaran Berkelanjutan pada Materi Suhu dan Kalor. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SINAFI)*, 194.
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, N., & Amalia, D. A. (2020). Analisis bahan ajar. *Nusantara*, 2(2), 311–326.
- Maharis, M. R., Ramalis, T. R., & Wijaya, A. F. C. (2019). Cooperative Learning Type Think Pair And Share (TPS) Dengan Konteks Education Sustainable And Development Untuk Meningkatkan Kemampuan Menganalisis Gejala Dan Dampak Pemanasan Global. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)*, 8, SNF2019-PE.
- Marlina, L., & Wiyono, K. (2021). E-Schoolology: Analisis Kebutuhan Pembelajaran Ipa Di Sekolah Menengah Pertama. *Seminar Nasional Pendidikan IPA Tahun 2021*, 1(1).
- Martianingtyas, E. D. (2019). *Research and Development (R&D): Inovasi Produk Dalam Pembelajaran*. Research Gate <https://www.researchgate.net/publication/335227473>
- Mashudi, M. (2021). Pembelajaran modern: membekali peserta didik keterampilan abad ke-21. *Al-Mudarris (Jurnal Ilmiah Pendidikan Islam)*, 4(1), 93–114.
- Meliana, F., Herlina, S., Suripah, S., & Dahlia, A. (2022). Pengembangan Bahan Ajar EModul Matematika Berbantuan Flip Pdf Professional Pada Materi Peluang Kelas VIII SMP. *SJME: Suprimum Journal Mathematics Education*, 6(1), 43–60.
- Muhammad Rusli, M. T., Hermawan, D., & Supuwingsih, N. N. (2020). *Memahami E-learning: Konsep, Teknologi, dan Arah Perkembangan*. penerbit andi.
- Noordin, T. A., & Sulaiman, S. (2010). The status on the level of environmental awareness in the concept of sustainable development amongst secondary school students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1276–1280.
- Nugraha, E. A., Yulianti, D., & Khanafiyah, S. (2012). Pembuatan bahan ajar komik sains inkuiri materi benda untuk mengembangkan karakter siswa kelas IV SD. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 1(2).
- Nurbaeti, I., Supriatna, N., & Zulfikar, H. A. (2020). Improvement of student

- ecoliteracy through contextual teaching and learning based on outdoor study in elementary social studies learning. *International Conference on Elementary Education*, 2(1), 986–997.
- Nurul, D. (2022). Analisis kesulitan kemampuan pemecahan masalah pada peserta didik dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Inovasi Dan Teknologi Pendidikan*, 1(1), 20–30.
- Pratiwi, S., Wiyono, K., & Zulherman, Z. (2020). Pengembangan E-Learning Materi Hukum Newton Untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 172–185.
- Prihatiningtyas, S., & Sholihah, F. N. (2020). Project based learning e-module to teach straight-motion material for prospective physics teachers. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(3), 223–234.
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan media pembelajaran fisika menggunakan modul cetak dan modul elektronik pada siswa SMA. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 7(1), 17–25.
- Putri Ardian, P. A. (2024). *Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Canva Berbantuan Heyzine Flipbook Pada Pembelajaran Matematika Siswa Kelas Viii Smp Negeri 5 Campalagian (Doctoral dissertation, Universitas Sulawesi Barat)*. Universitas Sulawesi Barat.
- Putri, T., Suwarma, I. R., Danawan, A., & Wijaya, A. F. C. (2019). Penerapan Model Real World Situation Problem Based Learning Menggunakan Konteks ESD dalam Meningkatkan Sustainability Awareness Siswa di Kelas X. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-JOURNAL)*, 8, SNF2019-PE.
- Qotrunnada, F., & Susilowibowo, J. (2021). Pengembangan bahan ajar e-book akuntansi keuangan kelas XII SMK pada materi aset tetap berwujud berbasis pendekatan saintifik. *Jurnal Riset Pendidikan Ekonomi*, 6(2), 34–46.
- Rahman, A., Heryanti, L. M., & Ekanara, B. (2019). Pengembangan Modul Berbasis Education for Sustainable Development pada Konsep Ekologi untuk Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.24036/jep/vol3-iss1/273>
- Rangsing, B., & Subiki, S. (2015). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Majalah Siswa Pintar Fisika (Mspf) Pada Pembelajaran IPA di SMP (Pokok Bahasan Gerak Pada Benda). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(3), 243–247.
- Raymundo, M. G., Matheus, C., & de Moraes Hoefel, J. L. (2019). Awareness of Sustainability Issues: Holistic Housing Sustainable Thinking. *Encyclopedia of Sustainability in Higher Education*, 76–83.
- Risdianto, E. (2017). Teknik Membuat Bahan Ajar Sendiri, Bahan Ajar Elektronik

dengan Open Sancore, Camtasia Studio, dan Youtube. *Bengkulu: Vanda*.

- Riyadi, S., & Qamar, K. (2017). Efektivitas e-modul analisis real pada program studi pendidikan matematika Universitas Kanjuruhan Malang. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 1(1), 31–40.
- Rochmad, R. (2012). Desain model pengembangan perangkat pembelajaran matematika. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 3(1), 59–72.
- Sampurno, P. J., Maulidiyah, R., & Puspitaningrum, H. Z. (2015). Implementasi Kurikulum 2013: MOODLE (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment) dalam pembelajaran fisika melalui lembar kerja siswa pada materi optik di SMA (Halaman 54 sd 58). *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(56).
- Saputra, H. N., Abdulkarim, A., & Fitriyani, S. (2024). Analisis Penerapan Kurikulum Merdeka dalam Pembelajaran Abad ke-21 di SMP Daarut Tauhiid Boarding School. *Sanskara Pendidikan Dan Pengajaran*, 2(02), 86–96.
- Saraswati, R. R., Makmuri, & Salsabila, E. (2021). Pengembangan LKPD Digital Berbasis HOTS Pada Materi Dimensi Tiga. *Risenologi*, 6(2), 17–25. <https://doi.org/10.47028/j.risenologi.2021.62.183>
- Segara, N. B. (2015). Education for sustainable development (ESD) sebuah upaya mewujudkan kelestarian lingkungan. *SOSIO-DIDAKTIKA: Social Science Education Journal*, 2(1), 22–30.
- Segera, N. B. (2015). Education For Sustainable Development (Esd) Sebuah Upaya Mewujudkan Kelestarian Lingkungan. *Sosio Didaktika: Social Science Education Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.15408/sd.v2i1.1349>
- Selviani, F., Oktarisa, Y., & Haryadi, R. (2024). Pengembangan E-modul Berbasis Problem Based Learning (PBL) Materi Pemanasan Global untuk Memfasilitasi Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 20448–20457.
- Shohel, M. M. C., & Howes, A. J. (2011). Models of education for sustainable development and nonformal primary education in Bangladesh. *Journal of Education for Sustainable Development*, 5(1), 129–139.
- Socrates, T. P., & Mufit, F. (2022). Efektivitas penerapan media pembelajaran fisika berbasis augmented reality: Studi literatur. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 96–101.
- Sriwahyuni, I., Risdianto, E., & Johan, H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Menggunakan Flip Pdf Professional Pada Materi Alat-Alat Optik Di Sma. *Jurnal Kumpran Fisika*, 2(3), 145–152. <https://doi.org/10.33369/jkf.2.3.145-152>

- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sungkono, S. (2009). Pengembangan dan pemanfaatan bahan ajar modul dalam proses pembelajaran. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*, 5(1).
- Supriyadi, U., Marlina, L., & Sriyanti, I. (2021). E-module pada materi suhu, pemuain, dan kalor: valid dan praktis. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(2), 204–213.
- Susanti, E. D., & Sholihah, U. (2021). Pengembangan e-modul berbasis flip pdf corporate pada materi luas dan volume bola. *RANGE: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 37–46.
- Teddy, K. (2023). *Implementasi PjBL-STEM berbasis ESD (Education for sustainable development) pada topik energi terbarukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem*.
- Thahir, M., Widiawati, M. P., & Wahyuni Thahir, S. S. (2024). *Perencanaan Pendidikan: Upaya Membangun Modal Manusia Unggul*. Indonesia Emas Group.
- TIE, M. M. (2020). Membina Aktivitas Belajar Mahasiswa di Perguruan Tinggi Melalui Metode TIE (Translation, Interpretation, Extrapolation) pada Masa Pandemi Covid-19 Zulhafizh. *Jurnal Kependidikan November*, 6(3).
- Vioreza, N., Hilyati, W., & Lasminingsih, M. (2023). Education for Sustainable Development: Bagaimana Urgensi dan Peluang Penerapannya pada Kurikulum Merdeka? *PUSAKA: Journal of Educational Review*, 1(1), 34–48.
- Yanti, Y., & Asrizal, A. (2019). *Pengertian, jenis-jenis, dan karakteristik bahan ajar cetak meliputi hand out, modul, buku (diktat, buku ajar, buku teks), LKS dan pamflet*.
- Yulaika, N. F., Harti, H., & Sakti, N. C. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Berbasis Flip Book Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *JPEKA: Jurnal Pendidikan Ekonomi, Manajemen Dan Keuangan*, 4(1), 67–76. <https://doi.org/10.26740/jpeka.v4n1.p67-76>
- Yuliati, Y. (2019). Miskonsepsi siswa pada pembelajaran IPA serta remediasinya. *BIO EDUCATIO:(The Journal of Science and Biology Education)*, 2(2).
- Yuliati, Y., & Saputra, D. S. (2019). Pembelajaran sains di era revolusi industri 4.0. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 5(2).
- Zubaidah, S. (2018). Menenal 4C: Learning and innovation skills untuk menghadapi era revolusi industri 4.0. *2nd Science Education National Conference*, 13(2), 1–18.