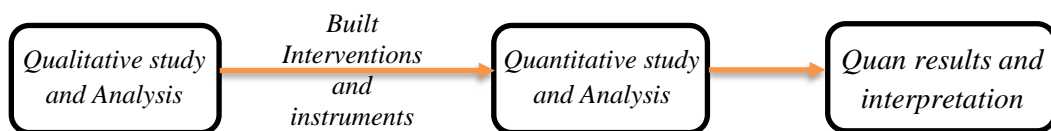


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode dan Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *mixed method* dengan desain penelitian *exploratory sequential design* (Creswell, J. W., & Guetterman, T.C., 2019). Pemilihan *mixed method* karena penelitian ini menggabungkan prosedur penelitian kualitatif dan kuantitatif untuk menjawab pertanyaan penelitian. Penelitian ini dilakukan melalui dua fase, fase 1 yaitu metode kualitatif yang digunakan pada tahap awal penelitian untuk mengumpulkan dan menganalisis data kualitatif yang digunakan sebagai bahan pengembangan e-modul atau intervensi dan instrumen untuk mengumpulkan data kuantitatif. Kemudian, fase 2 menggunakan metode kuantitatif yaitu tahap pengukuran peningkatan keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik setelah menggunakan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara. Desain penelitian *exploratory sequential design* disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 *Exploratory Sequential Design* (Creswell, J. W., & Guetterman, T.C., 2019)

Fase 1 atau metode kualitatif terdiri atas proses pengembangan e-modul melalui pengumpulan data kualitatif dengan teknik wawancara, observasi lapangan, dokumentasi, studi dokumen, dan studi literatur. Hasil temuan kualitatif digunakan sebagai bahan untuk mengembangkan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara. Pada tahap pengembangan e-modul dilakukan validasi oleh validator ahli dan analisis keterbacaan terhadap e-modul oleh peserta didik. Pada tahap ini juga dilakukan penyusunan instrumen penelitian untuk mengukur keterampilan pemecahan masalah, kesadaran berkelanjutan (*sustainability consciousness*) dan respon peserta didik terhadap e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan

realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara. Kemudian, dilakukan validasi instrumen penelitian oleh validator ahli dan uji coba kepada peserta didik untuk menghasilkan instrumen yang baik.

Tahapan di antara fase 1 dan fase 2 adalah tahapan pengembangan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara dan penyusunan instrumen penelitian. Fase 2 menggunakan metode kuantitatif yaitu penerapan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara dalam pembelajaran untuk mengetahui informasi tentang peningkatan keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik setelah menggunakan e-modul yang dikembangkan.

### **3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu SMA kelas X Kabupaten Tapanuli Utara tepatnya di kecamatan Tarutung yang telah menggunakan kurikulum merdeka pada tahun ajaran 2023/2024. Penelitian ini dimulai pada bulan Oktober 2023 hingga April 2024. Waktu penelitian dimulai dari tahap persiapan penelitian hingga pelaksanaan penelitian.

### **3.3 Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X IPA SMA di kabupaten Tapanuli Utara kecamatan Tarutung T.P. 2023/2024 yang merupakan salah satu Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kabupaten Tapanuli Utara yang terdekat dengan kawasan sungai Aek Sigeaon dan sungai Aek Situmandi. Peneliti juga memilih kelas X karena materi perubahan lingkungan sesuai silabus akan dipelajari oleh siswa kelas X. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *convenience sampling*. Dengan menggunakan teknik pengambilan sampel ini maka sampel diambil berdasarkan ketersediaan sampel untuk digunakan dalam penelitian yang dianggap dapat memberikan informasi untuk menjawab pertanyaan penelitian dan mudah dijangkau oleh peneliti. (Creswell, 2014). Sampel dalam penelitian ini adalah 2 kelas sebagai wakil dari

seluruh kelas yang ada di kelas X SMA di kabupaten Tapanuli Utara kecamatan Tarutung Tahun Pembelajaran 2023/2024, sehingga satu kelas dijadikan sebagai sampel yang menggunakan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dan satu kelas menggunakan buku teks pembelajaran IPA Biologi yang biasa digunakan di sekolah.

### 3.4 Definisi Operasional

Penelitian yang berjudul “Penerapan E-Modul Perubahan Lingkungan Bermuatan *Project-ESD* untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah dan Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik SMA” agar tidak terjadi kekeliruan maksud dan tujuan yang dicapai dari penelitian ini, maka perlu adanya definisi operasional yang menjadi variabel bebas dan terikat dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. E-modul bermuatan *project-education for sustainable development* (ESD) merupakan bahan ajar berupa modul elektronik menggunakan aplikasi <https://pubhtml5.com/> yang memuat materi perubahan lingkungan dengan memanfaatkan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara seperti sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi. Pada e-modul ini dimuat solusi-solusi untuk mengatasi perubahan lingkungan yang diintegrasikan dengan dimensi *education for sustainable development* (ESD) untuk mencapai tujuan pembagungan berkelanjutan (SDGs) No. 4 (pendidikan bermutu), 12 (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab), 13 (penanganan perubahan iklim). E-modul juga memuat kegiatan berupa proyek yang dilaksanakan oleh peserta didik dengan sintaks pembelajaran yaitu menentukan pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, memonitor kemajuan proyek, penilaian hasil. E-modul ini diterapkan pada kelas eksperimen sedangkan kelas kontrol menggunakan buku pembelajaran IPA Biologi yang umum digunakan di sekolah. Selain itu, pada e-modul juga terdapat latihan soal-soal keterampilan pemecahan masalah dan angket kesadaran berkelanjutan.
2. Keterampilan pemecahan masalah merupakan keterampilan peserta didik untuk memfokuskan masalah (*focus on the problem*), mendeskripsikan masalah

(*describe the problem*), merencanakan solusi pemecahan masalah (*plan solution*), dan mengevaluasi solusi (*evaluate solution*) sehingga peserta didik terampil dalam memberikan solusi terhadap permasalahan perubahan lingkungan yang mereka temukan di sekitar. Keterampilan pemecahan masalah peserta didik diukur menggunakan soal *essay* dengan menggunakan kasus perubahan lingkungan di sekitar kabupaten Tapanuli Utara yang terdiri dari 5 soal indikator memfokuskan masalah (*focus on the problem*), 5 soal indikator mendeskripsikan masalah (*describe the problem*), 5 soal indikator merencanakan solusi pemecahan masalah (*plan solution*), dan 5 soal indikator mengevaluasi solusi (*evaluate solution*).

3. Kesadaran berkelanjutan (*sustainability consciousness*) peserta didik merupakan kesadaran terhadap aspek pembangunan berkelanjutan yang bertujuan sebagai penilaian skala sikap peserta didik. Kesadaran berkelanjutan peserta didik diukur menggunakan angket kesadaran berkelanjutan yang terdiri dari 27 butir item pernyataan. Indikator kesadaran berkelanjutan yang digunakan pada penelitian ini ada 3 yaitu *sustainability knowingness* (pengetahuan berkelanjutan), *sustainability attitudes* (sikap berkelanjutan), dan *sustainability behaviour* (perilaku berkelanjutan). Setiap indikator terdiri dari 3 dimensi yaitu dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi.

### 3.5 Instrumen Penelitian

Data dalam penelitian ini dikumpulkan dengan menggunakan beberapa instrumen yang telah dirancang. Adapun hubungan antara data yang diperlukan, sumber data dan instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian

Data yang diperlukan	Sumber Data	Instrumen Penelitian	Teknik Analisis Data
1. Fase Pengembangan E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan <i>Project-ESD</i>			
Realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara	DLHK, Penelitian	Dokumen, Observasi langsung dan dokumentasi	Analisis kualitatif untuk mendeskripsikan keadaan lingkungan di kabupaten Tapanuli Utara khususnya Aek Sigeaon dan Aek Situmandi beserta lingkungan sekitarnya

Kurikulum dan bahan ajar yang digunakan di sekolah	Guru Biologi SMA kelas X	Lembar Wawancara	Analisis kualitatif untuk mendeskripsikan kurikulum dan bahan ajar yang digunakan di sekolah.
Validator Ahli	Ahli Materi, Ahli Media, Ahli Bahasa	Lembar validasi E-modul dan instrumen	Analisis kualitatif dan kuantitatif
2. Fase Penerapan E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan <i>Project-ESD</i>			
Keterampilan pemecahan masalah	Peserta Didik	Tes: Soal tes <i>essay</i> berdasarkan 4 indikator keterampilan pemecahan masalah (Heller & Heller, 2010) sebanyak 20 soal <i>essay</i> .	Analisis kuantitatif deskriptif statistik, Skor gain dan N-gain, serta uji beda rata-rata gain nilai keterampilan pemecahan masalah peserta didik.
Kesadaran berkelanjutan	Peserta didik	Angket: Angket Kesadaran berkelanjutan yang dimodifikasi dari <i>Gericke et al. (2019)</i> sebanyak 27 butir pernyataan.	Analisis kuantitatif deskriptif statistik, Skor gain dan N-gain, serta uji beda rata-rata gain nilai keterampilan pemecahan masalah peserta didik.
Respon peserta didik	Peserta didik	Angket: Angket respon peserta didik terhadap pembelajaran dengan menggunakan e-modul bermuatan <i>Project-ESD</i> sebanyak 25 butir pernyataan.	Analisis kuantitatif deskriptif statistik, Skor gain dan N-gain, serta uji beda rata-rata gain nilai keterampilan pemecahan masalah peserta didik.

### 3.5.1 Penyusunan Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah

Tes keterampilan pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada Heller & Heller (2010). Tes ini dibatasi yang terdiri dari 4 indikator yaitu memfokuskan masalah (*focus on the problem*), mendeskripsikan masalah (*describe the problem*), merencanakan solusi pemecahan masalah (*plan solution*), dan mengevaluasi solusi (*evaluate solution*). Instrumen tes keterampilan pemecahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa soal *essay* berjumlah 5 kasus soal yang masing-masing soal terdiri dari 4 indikator keterampilan pemecahan masalah. Materi pada instrumen keterampilan pemecahan masalah adalah materi terkait perubahan lingkungan di sekitar kabupaten Tapanuli Utara yaitu pencemaran air sebanyak 2 kasus, pencemaran tanah 1 kasus, pencemaran udara 1 kasus dan pencemaran suara sebanyak 1 kasus sehingga terdapat 5 kasus yang masing-masing kasus terdiri dari 4 soal *essay*. Adapun kisi-kisi soal

keterampilan pemecahan masalah disajikan pada Tabel 3.2 dan Lampiran 1.

Tabel 3. 2 Kisi-kisi Soal Keterampilan Pemecahan Masalah

No.	Indikator	Nomor Soal	Jumlah Soal	Bentuk Soal
1.	Memfokuskan masalah ( <i>focus on the problem</i> )	1a, 2a, 3a, 4a, 5a	5	Essay
2.	Mendeskripsikan masalah ( <i>describe the problem</i> )	1b, 2b, 3b, 4b, 5b	5	Essay
3.	Merencanakan solusi pemecahan masalah ( <i>plan solution</i> )	1c, 2c, 3c, 4c, 5c	5	Essay
4.	Mengevaluasi solusi ( <i>evaluate solution</i> )	1d, 2d, 3d, 4d, 5d	5	Essay
<b>Jumlah</b>		<b>20 Soal</b>		

Sebelum instrumen berupa soal *essay* untuk mengukur keterampilan pemecahan masalah peserta didik pada penelitian ini digunakan, maka dilakukan validasi oleh validator ahli dan uji coba terlebih dahulu terhadap instrumen keterampilan pemecahan masalah tersebut. Adapun langkah-langkah untuk menghasilkan instrumen keterampilan pemecahan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Kisi-kisi soal keterampilan pemecahan masalah dirumuskan berdasarkan indikator keterampilan pemecahan masalah.
2. Soal keterampilan pemecahan masalah disusun sebanyak 5 wacana permasalahan lingkungan di kabupaten Tapanuli Utara yang terdiri dari 4 soal sehingga total soal keterampilan pemecahan masalah adalah 20 soal.
3. Soal keterampilan pemecahan masalah divalidasi oleh validator ahli dan direvisi berdasarkan saran validator ahli.
4. Soal keterampilan pemecahan masalah di uji coba kepada peserta didik kelas XI IPA di salah satu SMA Kabupaten Tapanuli Utara.
5. Hasil uji coba soal keterampilan pemecahan masalah dianalisis dengan menggunakan *software* SPSS 26 untuk mengetahui tingkat validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran setiap butir soal, dan daya pembeda soal sehingga instrumen ini layak untuk digunakan.

Validasi oleh validator ahli (VA) dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari instrumen keterampilan pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian.

Hasil validasi oleh validator ahli terhadap soal keterampilan pemecahan masalah dengan persentase 87,5% kategori sangat layak mengacu pada kriteria kelayakan Riduwan (2015). Tabel hasil validasi instrumen keterampilan pemecahan masalah oleh validator ahli disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Hasil Validasi Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah oleh Validator Ahli

No.	Nama	Pernyataan					Total	Nilai
		1	2	3	4	5		
1.	VA1	3	3	3	3	4	16	80
2.	VA2	4	4	4	3	4	19	95
<b>Rata-Rata</b>								<b>87,5</b>

Uji coba instrumen keterampilan pemecahan masalah dilakukan kepada peserta didik yang bukan merupakan sampel penelitian. Uji coba instrumen ini dilaksanakan di salah satu kelas XI SMA di kabupaten Tapanuli Utara yang sudah mempelajari materi perubahan lingkungan. Adapun tahapan pengembangan instrumen berupa hasil uji coba instrumen keterampilan pemecahan masalah kepada peserta didik adalah sebagai berikut.

### 1. Uji Validitas Soal Keterampilan Pemecahan Masalah

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu alat ukur atau tes. Uji validitas dilakukan untuk mengukur tujuan apa yang hendak diukur dalam sebuah penelitian. Suatu tes dikatakan memiliki validitas yang baik (valid) apabila  $r$  hitung  $>$   $r$  tabel atau nilai signifikansi  $<$  0.05. Hasil dari uji validitas dikategorikan berdasarkan kriteria validitas menurut Arikunto (2016) yang disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Kriteria Validitas Butir Soal

No.	Rentang	Kriteria
1.	0,80 – 1,00	Sangat tinggi
2.	0,60 – 0,79	Tinggi
3.	0,40 – 0,59	Cukup
4.	0,20 – 0,39	Rendah
5.	0,00 – 0,19	Sangat rendah

(Arikunto, 2016)

### 2. Uji Reliabilitas Soal Keterampilan Pemecahan Masalah

Uji reliabilitas digunakan untuk menguji kepercayaan atau keajegan suatu alat ukur/ tes. Suatu soal dikatakan mempunyai taraf kepercayaan yang tinggi jika soal tersebut dapat memberikan hasil yang tepat artinya hasil yang sama atau konsisten

ketika soal diuji pada subjek yang sama dengan waktu yang berbeda. Suatu tes dikatakan memiliki reliabilitas yang baik apabila reliabilitas soal secara keseluruhan  $> r$  tabel atau nilai *cronbach's alpha*  $> 0.6$ . Hasil uji reliabilitas dikategorikan berdasarkan kriteria reliabilitas menurut Arikunto (2016) yang disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Kriteria Reliabilitas Butir Soal

No.	Rentang	Kriteria
1.	0,80 – 1,00	Sangat tinggi
2.	0,60 – 0,79	Tinggi
3.	0,40 – 0,59	Cukup
4.	0,20 – 0,39	Rendah
5.	0,00 – 0,19	Sangat rendah

(Arikunto, 2016)

### 3. Uji Tingkat Kesukaran Soal Keterampilan Pemecahan Masalah

Analisis tingkat kesukaran soal bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaran dari setiap butir soal yang digunakan tergolong mudah, sedang atau sukar. Hasil pengujian tingkat kesukaran soal dikategorikan berdasarkan kriteria menurut Arikunto (2016) yang disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal

No.	Rentang	Kriteria
1.	0,00 – 0,29	Sukar
2.	0,30 – 0,69	Sedang
3.	0,70 – 1,00	Mudah

(Arikunto, 2016)

### 4. Uji Daya Pembeda Soal Keterampilan Pemecahan Masalah

Uji daya pembeda soal adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi dan peserta didik yang memiliki kemampuan rendah. Hasil pengujian daya pembeda dikategorikan berdasarkan kriteria menurut Arikunto (2016) yang disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Kriteria Daya Pembeda Soal

No.	Rentang	Kategori
1.	0,00 – 0,19	Jelek
2.	0,20 – 0,39	Cukup
3.	0,40 – 0,69	Baik
4.	0,70 – 1,00	Sangat baik

(Arikunto, 2016)



Data-data hasil perhitungan analisis butir soal yang telah dilakukan tersebut dikategorikan sesuai dengan Tabel kriteria pengambilan keputusan butir soal menurut (Zainul, 2002) untuk menentukan kelayakan soal yang telah di uji coba. Tabel kriteria pengambilan keputusan butir soal ditunjukkan oleh Tabel 3. 8.

Tabel 3. 8 Kriteria pengambilan keputusan butir soal

Kategori	Penilaian
Terima	Apabila: 1. Validitas $\geq 0,40$ 2. Daya pembeda $\geq 0,40$ . 3. Tingkat kesukaran $0,25 \leq p \leq 0,80$
Revisi	Apabila: 1. Daya Pembeda $\geq 0,40$ ; tingkat kesukaran $p < 0,25$ atau $p > 0,80$ ; tetapi validitas $\geq 0,40$ 2. Daya Pembeda $< 0,40$ ; tingkat kesukaran $0,25 \leq p \leq 0,80$ ; tetapi validitas $\geq 0,40$ 3. Daya pembeda $\geq 0,40$ ; tingkat kesukaran $0,25 \leq p \leq 0,80$ ; tetapi validitas antara 0,20 sampai 0,40
Tolak	Apabila: 1. Daya pembeda 0,40 dan tingkat kesukaran $p < 0,25$ atau $p > 0,80$ 2. Validitas $< 0,20$ 3. Daya Pembeda $< 0,40$ dan validitas $< 0,40$

(Zainul, 2022)

Hasil analisis data uji coba instrumen keterampilan pemecahan masalah dapat dilihat pada Tabel 3. 9 dan Lampiran 5 sampai 7.

Tabel 3. 9 Hasil Analisis Uji Coba Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah

No. Soal	Validitas		Tingkat Kesukaran Soal		Daya Pembeda		Keterangan
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori	
<b>Keterampilan Memfokuskan Masalah (<i>focus on the problem</i>)</b>							
1a	0,392	Rendah	0,7923	Mudah	0,1077	Jelek	Tolak
2a	0,8034	Sangat Tinggi	0,5385	Sedang	0,4	Baik	Terima
3a	0,5322	Cukup	0,8231	Mudah	0,2308	Cukup	Revisi
4a	0,8211	Sangat Tinggi	0,5154	Sedang	0,4154	Baik	Terima
5a	0,716	Tinggi	0,8154	Mudah	0,2462	Cukup	Revisi
6a	0,9254	Sangat Tinggi	0,7615	Mudah	0,4154	Baik	Terima
7a	0,8691	Sangat Tinggi	0,7538	Mudah	0,4	Baik	Terima
8a	0,8403	Sangat Tinggi	0,4462	Sedang	0,4	Baik	Terima
9a	0,8683	Sangat Tinggi	0,7231	Mudah	0,5231	Baik	Terima
<b>Keterampilan Mendeskripsikan Masalah (<i>describe the problem</i>)</b>							
1b	0,7786	Tinggi	0,6462	Sedang	0,3385	Cukup	Revisi
2b	0,8538	Sangat Tinggi	0,5154	Sedang	0,4154	Baik	Terima
3b	0,6463	Tinggi	0,7769	Mudah	0,2308	Cukup	Revisi
4b	0,8223	Sangat Tinggi	0,5	Sedang	0,4154	Baik	Terima
5b	0,8026	Sangat Tinggi	0,7077	Mudah	0,3385	Cukup	Revisi
6c	0,8574	Sangat Tinggi	0,7077	Mudah	0,5231	Baik	Terima
7b	0,6768	Tinggi	0,7154	Mudah	0,3231	Cukup	Revisi
8b	0,8331	Sangat Tinggi	0,4692	Sedang	0,4154	Baik	Terima
9b	0,6845	Tinggi	0,7692	Mudah	0,3077	Cukup	Revisi

Rhodentia Sri Hastuti Tamba, 2024

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

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

<b>Keterampilan Merencanakan Solusi Pemecahan Masalah (<i>plan solution</i>)</b>							
1c	0,5031	Cukup	0,7846	Mudah	0,1846	Jelek	Tolak
2c	0,816	Sangat Tinggi	0,5538	Sedang	0,4	Baik	Terima
3c	0,5271	Cukup	0,7769	Mudah	0,2	Cukup	Revisi
4c	0,7942	Tinggi	0,5538	Sedang	0,4308	Baik	Terima
5c	0,8261	Sangat Tinggi	0,8154	Mudah	0,3077	Cukup	Revisi
6c	0,7196	Tinggi	0,7154	Mudah	0,3231	Cukup	Revisi
7c	0,7595	Tinggi	0,7308	Mudah	0,4154	Baik	Terima
8c	0,8961	Sangat Tinggi	0,4923	Sedang	0,5538	Baik	Terima
9c	0,7635	Tinggi	0,6846	Sedang	0,3846	Cukup	Revisi
<b>Keterampilan Mengevaluasi Solusi (<i>evaluate solution</i>)</b>							
1d	0,4022	Cukup	0,6615	Sedang	0,1538	jelek	Tolak
2d	0,8911	Sangat Tinggi	0,4385	Sedang	0,5077	Baik	Terima
3d	0,9029	Sangat Tinggi	0,5385	Sedang	0,5846	Baik	Terima
4d	0,9094	Sangat Tinggi	0,4308	Sedang	0,6462	Baik	Terima
5d	0,7013	Tinggi	0,7077	Mudah	0,3385	Cukup	Revisi
6d	0,8482	Sangat Tinggi	0,5769	Sedang	0,4154	Baik	Terima
7d	0,7006	Tinggi	0,7077	Mudah	0,3692	Cukup	Revisi
8d	0,9364	Sangat Tinggi	0,3923	Sedang	0,5385	Baik	Terima
9d	0,9361	Sangat Tinggi	0,4923	Sedang	0,6769	Baik	Terima

Berdasarkan hasil analisis uji reliabilitas instrumen keterampilan pemecahan masalah, nilai *cronbach's alpha* instrumen tersebut sebesar 0,98 lebih besar dari 0,6. Maka, dapat disimpulkan bahwa instrumen keterampilan pemecahan masalah reliabel dan kategori sangat tinggi menurut kriteria reliabilitas Arikunto (2016). Hasil analisis uji reliabilitas instrumen keterampilan pemecahan masalah disajikan pada Tabel 3.10 dan Lampiran 5.

Tabel 3. 10 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Keterampilan Pemecahan Masalah

Nilai Cronbach's Alpha	Jumlah Item Soal	Jumlah Responden	Kategori
0,98	36	26	Sangat Tinggi

Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 3. 9 dan Tabel 3. 10 diketahui bahwa soal keterampilan pemecahan masalah yang diuji coba kepada peserta didik dapat digunakan pada penelitian dengan melakukan revisi terhadap 3 soal yaitu soal nomor 7b, 6c, 7d. Hasil analisis soal keterampilan memfokuskan masalah berdasarkan uji validitas menunjukkan 6 soal kategori sangat tinggi, 1 soal kategori tinggi, 1 soal kategori cukup, dan 1 soal kategori rendah. Hasil analisis tingkat kesukaran soal menunjukkan 3 soal kategori sedang dan 6 soal kategori mudah. Sedangkan, hasil analisis daya pembeda soal menunjukkan 6 soal kategori baik, 2 soal kategori cukup, dan 1 soal kategori jelek. Hasil analisis soal keterampilan mendeskripsikan masalah berdasarkan uji validitas menunjukkan 5 soal kategori

sangat tinggi dan 4 soal kategori tinggi. Hasil analisis tingkat kesukaran soal menunjukkan 4 soal kategori sedang dan 5 soal kategori mudah. Sedangkan, hasil analisis daya pembeda soal menunjukkan 4 soal kategori baik dan 5 soal kategori cukup.

Hasil analisis soal keterampilan merencanakan solusi berdasarkan uji validitas menunjukkan 3 soal kategori sangat tinggi, 4 soal kategori tinggi, dan 2 soal kategori cukup. Hasil analisis tingkat kesukaran soal menunjukkan 4 soal kategori sedang dan 5 soal kategori mudah. Sedangkan, hasil analisis daya pembeda soal menunjukkan 4 soal kategori baik, 4 soal kategori cukup, dan 1 soal kategori jelek. Hasil analisis soal keterampilan mengevaluasi solusi berdasarkan uji validitas menunjukkan 6 soal kategori sangat tinggi, 2 soal kategori tinggi, dan 1 soal kategori cukup. Hasil analisis tingkat kesukaran soal menunjukkan 7 soal kategori sedang dan 2 soal kategori mudah. Sedangkan, hasil analisis daya pembeda soal menunjukkan 6 soal kategori baik, 2 soal kategori cukup, dan 1 soal kategori jelek. Untuk hasil analisis uji reliabilitas soal keterampilan pemecahan masalah menunjukkan reliabilitas yang sangat tinggi. Maka, soal keterampilan pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian berdasarkan hasil analisis data uji coba instrumen yaitu soal nomor 2a, 4a, 6a, 7a, 8a untuk indikator keterampilan memfokuskan masalah, soal nomor 2b, 4b, 6b, 7b, 8b untuk indikator keterampilan mendeskripsikan masalah, soal nomor 2c, 4c, 5c, 6c, 7c, 8c untuk indikator keterampilan merencanakan solusi, dan soal nomor 2d, 4d, 6d, 7d, 8d untuk indikator keterampilan mengevaluasi solusi.

### **3.5.2 Penyusunan Instrumen Kesadaran Berkelanjutan (*Sustainability Consciousness*) Peserta Didik**

Instrumen untuk mengukur kesadaran berkelanjutan peserta didik yang digunakan dalam penelitian ini merupakan instrumen berupa angket yang dimodifikasi dari penelitian sebelumnya (Gericke *et al.*, 2019). Instrumen tersebut berisi 27 item pernyataan yang terbagi menjadi 3 indikator, yaitu *sustainability knowingness* (pengetahuan berkelanjutan), *sustainability attitudes* (sikap berkelanjutan), dan *sustainability behaviour* (perilaku berkelanjutan). Setiap indikator terdiri dari 3 dimensi yaitu lingkungan, sosial, dan ekonomi.

*Sustainability knowingness* merupakan pengetahuan peserta didik tentang pembangunan berkelanjutan. *Sustainability attitudes* merupakan sikap yang ditunjukkan oleh peserta didik terhadap masalah pembangunan berkelanjutan. *Sustainability behaviour* merupakan perilaku yang ditunjukkan oleh peserta didik terhadap pembangunan berkelanjutan.

Instrumen angket kesadaran berkelanjutan terdiri dari pernyataan positif dengan menggunakan skala Likert yang terdiri dari 4 skor yaitu sangat setuju (4), setuju (3), tidak setuju (2), dan sangat tidak setuju (1) yang kemudian dikonversikan ke dalam skala 100. Kisi-kisi instrumen berupa angket kesadaran berkelanjutan disajikan pada Tabel 3.11 dan Lampiran 2.

Tabel 3. 11 Kisi-kisi Instrumen Angket Kesadaran Berkelanjutan

No.	Indikator	Dimensi	Nomor Pernyataan	Jumlah
1.	<b>Pengetahuan</b> ( <i>Sustainability Knowingness</i> )	Dimensi Lingkungan	1, 2, 3	3
		Dimensi Sosial	4, 5, 6	3
		Dimensi Ekonomi	7, 8, 9	3
2.	<b>Sikap</b> ( <i>Sustainability Attitudes</i> )	Dimensi Lingkungan	10, 11, 12	3
		Dimensi Sosial	13, 14, 15	3
		Dimensi Ekonomi	16, 17, 18	3
3.	<b>Perilaku</b> ( <i>Sustainability Behaviour</i> )	Dimensi Lingkungan	19, 20, 21	3
		Dimensi Sosial	22, 23, 24	3
		Dimensi Ekonomi	25, 26, 27	3
<b>Total</b>				27

(Gericke *et al.*, 2019)

Sebelum instrumen berupa angket untuk mengukur kesadaran berkelanjutan peserta didik pada penelitian ini digunakan, maka dilakukan validasi oleh validator ahli, analisis keterbacaan, dan uji coba terlebih dahulu terhadap instrumen tersebut. Validasi oleh validator ahli (VA) dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari instrumen kesadaran berkelanjutan yang akan digunakan dalam penelitian. Hasil validasi oleh validator ahli terhadap angket kesadaran berkelanjutan dengan persentase 85% kategori sangat layak mengacu pada kriteria kelayakan Riduwan (2015). Tabel hasil validasi instrumen kesadaran berkelanjutan oleh validator ahli disajikan pada Tabel 3.12.

Tabel 3. 12 Hasil Validasi Instrumen Kesadaran Berkelanjutan oleh Validator Ahli

No.	Nama	Pernyataan					Total	Nilai
		1	2	3	4	5		
1.	VA1	3	3	3	3	3	15	75
2.	VA2	4	4	4	3	4	19	95
<b>Rata-Rata</b>								<b>85</b>

Analisis keterbacaan dilakukan untuk menguji coba bahwa bahasa yang digunakan di dalam setiap pernyataan instrumen kesadaran berkelanjutan dapat dipahami oleh peserta didik dengan baik. Analisis keterbacaan angket kesadaran berkelanjutan dilaksanakan kepada peserta didik yang bukan merupakan sampel penelitian yaitu salah satu kelas XI SMA di Kabupaten Tapanuli Utara. Hasil analisis keterbacaan terhadap angket kesadaran berkelanjutan sebesar 95,62% kategori sangat layak mengacu pada kriteria kelayakan Riduwan (2015). Rekapitulasi hasil analisis keterbacaan angket kesadaran berkelanjutan disajikan pada Lampiran 9. Kemudian, dilakukan uji coba instrumen kesadaran berkelanjutan kepada peserta didik yang bukan merupakan sampel penelitian yaitu salah satu kelas XI SMA di Kabupaten Tapanuli Utara. Analisis data meliputi validitas dan reliabilitas dengan bantuan program *software* SPSS 26.

### 1) Uji Validitas Angket Kesadaran Berkelanjutan

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu alat ukur atau tes. Uji validitas dilakukan untuk mengukur tujuan apa yang hendak diukur dalam sebuah penelitian. Suatu tes dikatakan memiliki validitas yang baik (valid) apabila  $r_{hitung} > r_{tabel}$  atau nilai signifikansi  $< 0.05$ . Hasil dari uji validitas dikategorikan berdasarkan kriteria validitas menurut Arikunto (2016). Hasil analisis uji validitas instrumen kesadaran berkelanjutan disajikan pada Tabel 3.13 berikut dan Lampiran 8.

Tabel 3. 13 Hasil Uji Validitas Instrumen Kesadaran Berkelanjutan

Indikator	Dimensi	No. Soal	$r_{hitung}$	$r_{tabel}$	Sig.	Kategori	Keterangan
(Pengetahuan) <i>Sustainability Knowingness</i>	Lingkungan	1	0,63	0,361	0,00	Tinggi	Digunakan
		2	0,542	0,361	0,04	Cukup	Digunakan
		3	0,548	0,361	0,03	Cukup	Digunakan
	Sosial	4	0,634	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan
		5	0,593	0,361	0,001	Cukup	Digunakan
		6	0,556	0,361	0,003	Cukup	Digunakan
	Ekonomi	7	0,738	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan
		8	0,581	0,361	0,001	Cukup	Digunakan
		9	0,553	0,361	0,003	Cukup	Digunakan
(Sikap) <i>Sustainability Attitudes</i>	Lingkungan	10	0,563	0,361	0,002	Cukup	Digunakan
		11	0,61	0,361	0,001	Tinggi	Digunakan
		12	0,64	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan
	Sosial	13	0,801	0,361	0,000	Sangat Tinggi	Digunakan
		14	0,61	0,361	0,001	Tinggi	Digunakan

	Ekonomi	15	0,641	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan
		16	0,546	0,361	0,003	Cukup	Digunakan
		17	0,658	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan
		18	0,565	0,361	0,002	Cukup	Digunakan
(Perilaku) <i>Sustainability Behaviour</i>	Lingkungan	19	0,64	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan
		20	0,544	0,361	0,003	Cukup	Digunakan
		21	0,671	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan
	Sosial	22	0,689	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan
		23	0,603	0,361	0,001	Tinggi	Digunakan
		24	0,571	0,361	0,002	Cukup	Digunakan
	Ekonomi	25	0,652	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan
		26	0,548	0,361	0,003	Cukup	Digunakan
		27	0,638	0,361	0,000	Tinggi	Digunakan

## 2) Uji Reliabilitas Angket Kesadaran Berkelanjutan

Uji reliabilitas digunakan untuk menguji kepercayaan atau keajegan suatu alat ukur/ tes. Suatu soal dikatakan mempunyai taraf kepercayaan yang tinggi jika soal tersebut dapat memberikan hasil yang tepat artinya hasil yang sama atau konsisten ketika soal diuji pada subjek yang sama dengan waktu yang berbeda. Suatu tes dikatakan memiliki reliabilitas yang baik apabila reliabilitas soal secara keseluruhan  $> r$  tabel atau nilai *cronbach's alpha*  $> 0.6$  (Sujarweni, 2014). Hasil analisis uji reliabilitas instrumen kesadaran berkelanjutan disajikan pada Tabel 3.14 berikut dan Lampiran 8.

Tabel 3. 14 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Kesadaran Berkelanjutan

Nilai Cronbach's Alpha	Jumlah Peserta Didik	Jumlah Responden	Kategori
0,936	27	27	Sangat Tinggi

Hasil analisis uji reliabilitas instrumen kesadaran berkelanjutan pada Tabel 3.14 menunjukkan bahwa nilai *cronbach's alpha* sebesar 0,936 lebih besar dari 0,6. Maka, dapat disimpulkan bahwa instrumen angket tersebut reliabel dan kategori sangat tinggi menurut kriteria reliabilitas Arikunto (2016). Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 3. 13 dan Tabel 3. 14 diketahui bahwa 27 item pernyataan pada angket kesadaran berkelanjutan yang diuji coba kepada peserta didik dapat digunakan pada penelitian. Hasil analisis uji validitas angket kesadaran berkelanjutan menunjukkan bahwa 1 soal kategori sangat tinggi, 14 soal kategori tinggi, dan 12 soal kategori cukup. Maka, instrumen kesadaran berkelanjutan dapat digunakan dalam penelitian berdasarkan hasil analisis data uji coba instrumen.

### 3.5.3 Penyusunan Instrumen Angket Respon Peserta didik Terhadap Pembelajaran Menggunakan E-Modul Bermuatan *Project-ESD*

Angket respon peserta didik terhadap e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas kabupaten Tapanuli Utara berbentuk pernyataan yang terdiri dari 4 aspek penilaian dan berjumlah 25 soal. Peserta didik memberikan respon melalui angket yang dibagikan setelah proses pembelajaran pada kelompok eksperimen (kelompok yang menggunakan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas kabupaten Tapanuli Utara) selesai dilaksanakan. Angket respon peserta didik ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana respon atau tanggapan peserta didik terhadap e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara baik yang digunakan sebagai sumber belajar dari aspek ketercapaian pembelajaran, bahasa, penyajian serta desain e-modul yang dikembangkan. Instrumen angket respon peserta didik terdiri dari pernyataan positif dengan menggunakan skala Likert yang terdiri dari 4 alternatif jawaban, yaitu sangat setuju (4), setuju (3), tidak setuju (2), dan sangat tidak setuju (1) yang kemudian dikonversikan ke dalam skala 1-100. Kisi-kisi angket respon peserta didik disajikan pada Tabel 3.15 dan Lampiran 3.

Tabel 3. 15 Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik Terhadap E-Modul Perubahan Lingkungan Bermuatan *Project-ESD*

No.	Aspek	Indikator	Nomor Pernyataan	Jumlah Soal
1.	Aspek Pembelajaran	Kesesuaian materi dengantujuan pembelajaran (TP)	1	1
		Kebenaran konsep materi	2, 3	2
		Cakupan materi	4, 5	2
		Keruntutan materi	6	1
		Tingkat kesulitan dan keabstrakan konsep	7, 8	2
		Kejelasan contoh	9	1
		Keterkaitan contoh dengan materi	10, 11	2
		Kesesuaian dengan evaluasi	12	1
2.	Aspek Kebahasaan	Kesesuaian bahasa yangdigunakan	14	1
		Kesantunan bahasa	15	1
3.	Aspek Penyajian	Kejelasan petunjuk penggunaan	13	1
		Kemudahan penggunaan	16	1
		Alur materi mudah dipahami	17	1
4.	Aspek	Kreatif dan inovatif	18	1

Komunikasi Visual	Komunikatif	19	1
	Keterbacaan teks/materi	20	1
	Kesesuaian pemilihan warna	21	1
	Kesesuaian pemilihan gambar	22	1
	Tata letak dan susunan huruf	23	1
	Kemenarikan desain	24	1
	Kerapian desain	25	1
<b>Jumlah</b>			<b>25</b>

(Akbar, 2016)

Sebelum instrumen berupa angket respon peserta didik terhadap e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* pada penelitian ini digunakan, maka dilakukan validasi oleh validator ahli dan analisis keterbacaan terlebih dahulu terhadap instrumen tersebut. Hasil validasi oleh validator ahli (VA) terhadap angket respon peserta didik dengan persentase 95% kategori sangat layak mengacu pada kriteria kelayakan Riduwan (2015). Tabel hasil validasi instrumen kesadaran berkelanjutan oleh validator ahli disajikan pada tabel 3.16.

Tabel 3. 16 Hasil Validasi Instrumen Respon Peserta Didik oleh Validator Ahli

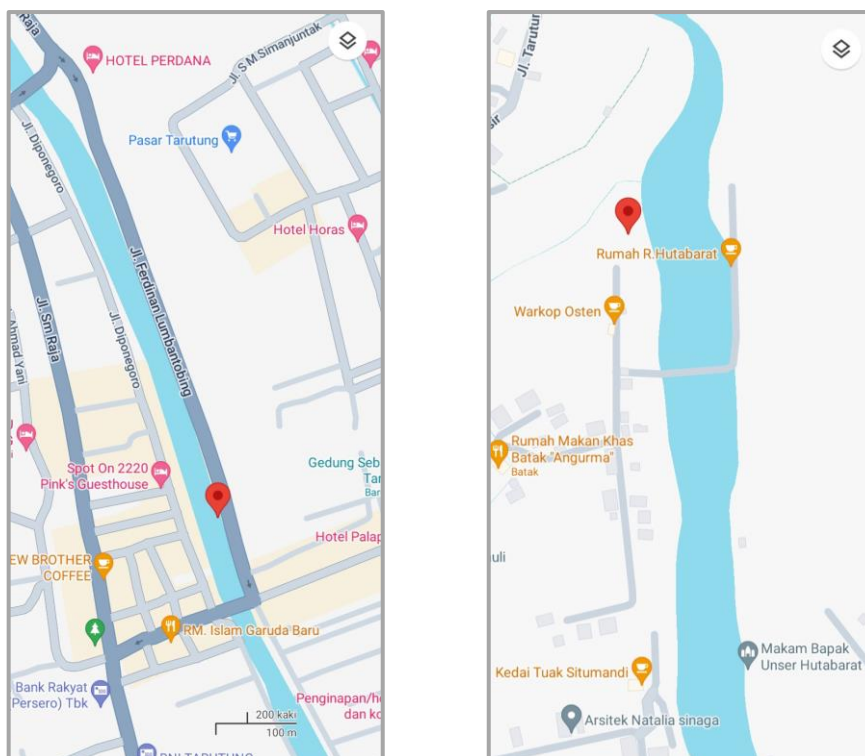
No.	Nama	Pernyataan					Total	Nilai
		1	2	3	4	5		
1.	VA1	4	4	4	4	3	19	95
2.	VA2	4	4	4	4	3	20	100
<b>Rata-Rata</b>								<b>95</b>

Analisis keterbacaan dilakukan untuk menguji coba bahwa bahasa yang digunakan di dalam setiap pernyataan instrumen angket respon peserta didik dapat dipahami oleh peserta didik dengan baik. Analisis keterbacaan angket respon peserta didik terhadap e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dilaksanakan kepada peserta didik yang bukan merupakan sampel penelitian yaitu salah satu kelas XI SMA kabupaten Tapanuli Utara. Hasil analisis keterbacaan terhadap angket respon peserta didik sebesar 97,82% kategori sangat layak mengacu pada kriteria kelayakan Riduwan (2015). Rekapitulasi hasil analisis keterbacaan angket kesadaran berkelanjutan disajikan pada Lampiran 10.

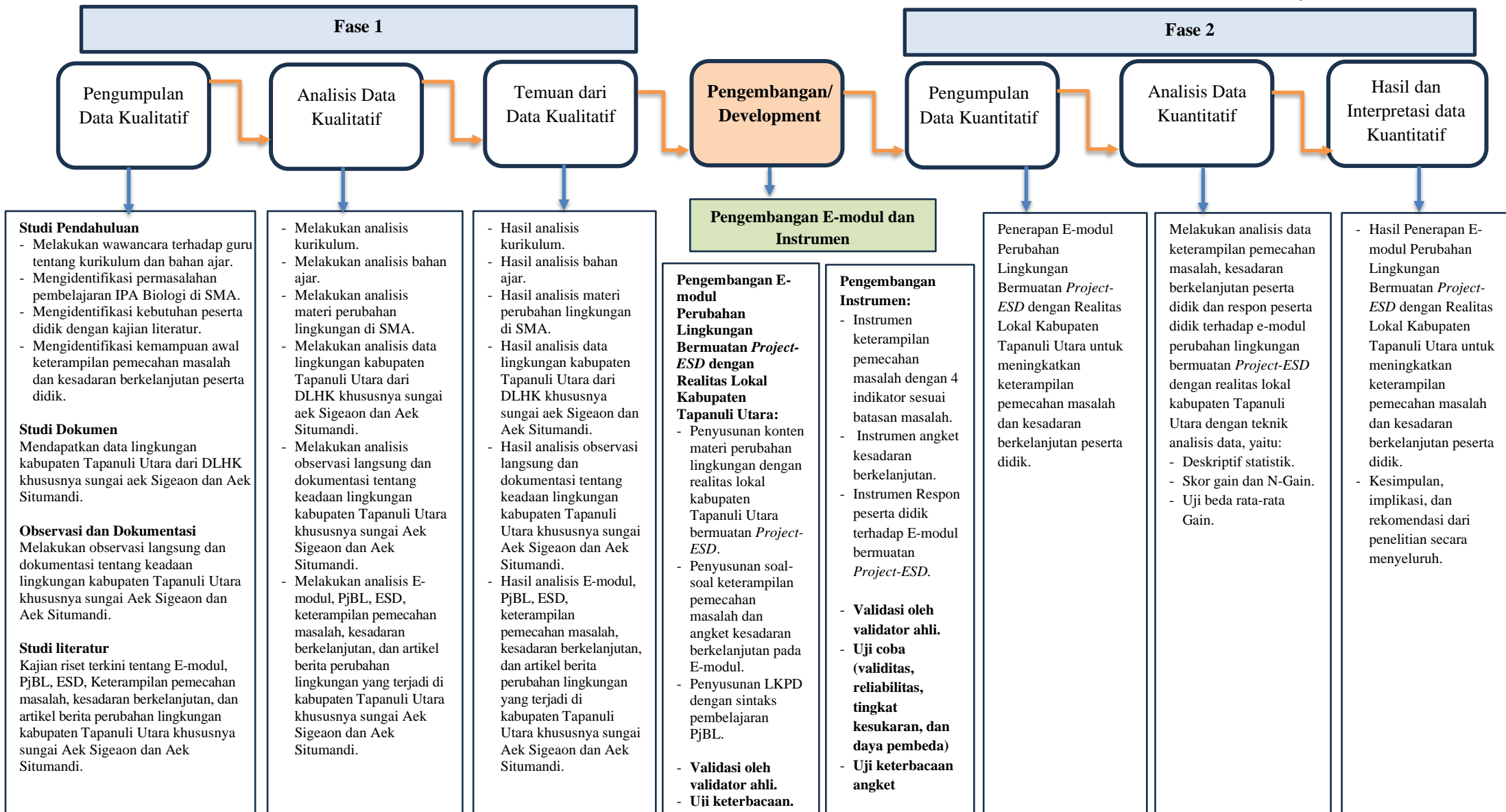


### 3.6 Prosedur Penelitian dan Pengembangan E-modul

Prosedur penelitian dan pengembangan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara disajikan secara rinci pada Gambar 3.3. Pada bagian ini diuraikan secara lebih mendetail prosedur penelitian yang dilakukan. Fase 1 dimulai dengan analisis kurikulum, analisis bahan ajar, analisis lingkungan Kabupaten Tapanuli Utara khususnya sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi beserta lingkungan sekitarnya, analisis sosial budaya, dan analisis ekonomi masyarakat sekitar sungai. Selanjutnya, dilakukan pengembangan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli utara. Kemudian, dilanjutkan dengan Fase 2 yaitu penerapan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara untuk mendapatkan informasi tentang peningkatan keterampilan pemecahan dan kesadaran berkelanjutan peserta didik SMA. Berikut disajikan Gambar 3.2 peta wilayah sungai Aek Situmandi dan Aek Sigeaon yang dijadikan sebagai sumber belajar bagi peserta didik.



Gambar 3. 2 Peta Wilayah Sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi



Rhodentia Sri Hastuti Tamba, 2024

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

Universitas Pendidikan Indonesia | rep

Gambar 3. 3 Prosedur Penelitian dan Pengembangan E-modul

### 3.6.1. Fase 1 (Kualitatif) dan Tahap Pengembangan E-modul Perubahan Lingkungan bermuatan *Project-ESD* dan Instrumen Penelitian

Fase ini merupakan fase pengumpulan data kualitatif untuk mengembangkan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara. Pengumpulan data pada fase ini bertujuan untuk menganalisis kurikulum, bahan ajar, lingkungan Kabupaten Tapanuli Utara khususnya sungai Aek Sigeon dan Aek Situmandi beserta lingkungan sekitarnya, sosial budaya, dan ekonomi masyarakat sekitar sungai melalui wawancara, analisis dokumen, observasi lapangan, dokumentasi, dan studi literatur.

#### 1. Studi Pendahuluan

Studi Pendahuluan dilakukan dengan wawancara terhadap guru tentang kurikulum dan bahan ajar. Wawancara dilakukan kepada guru Biologi SMA kelas X untuk mengetahui kurikulum dan bahan ajar yang digunakan di sekolah. Wawancara dilakukan dengan menggunakan lembar wawancara yang sudah disusun oleh peneliti. Berikut disajikan pertanyaan wawancara pada Tabel 3.17 dan Lampiran 32.

Tabel 3. 17 Pertanyaan Wawancara dengan Guru IPA Biologi Kelas X

No.	Topik yang Ditanyakan	Pertanyaan
1.	Kurikulum yang berlaku di Sekolah	Apakah kurikulum yang berlaku di SMA Negeri 1 Tarutung?
2.	Jenis buku yang digunakan dalam pembelajaran Biologi kelas X	Apakah jenis buku yang digunakan dalam pembelajaran Biologi kelas X?
3.	Pendapat guru tentang kesesuaian buku yang digunakan dengan kurikulum yang berlaku.	Menurut ibu, apakah buku yang digunakan sesuai dengan kurikulum yang berlaku?
4.	Penggunaan E-modul di sekolah	- Apakah peserta didik pernah menggunakan e-modul dalam pembelajaran Biologi di sekolah? - Apakah ada buku atau e-modul khusus yang digunakan dalam pembelajaran Biologi materi perubahan lingkungan selain buku yang digunakan di sekolah?
5.	Permasalahan-permasalahan lingkungan di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung di dalam Buku	Apakah buku yang digunakan untuk pembelajaran materi perubahan lingkungan ada menyajikan permasalahan-permasalahan lingkungan di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung?
6.	Kesulitan yang dihadapi guru saat membelajarkan materi perubahan	Apakah ada kesulitan yang ibu hadapi saat membelajarkan materi perubahan

	lingkungan kepada peserta didik sesuai tuntutan kurikulum yang berlaku	lingkungan kepada peserta didik sesuai tuntutan kurikulum yang berlaku?
7.	Menyajikan materi perubahan lingkungan kepada peserta didik dengan mengaitkan terhadap pendidikan yang berkelanjutan atau <i>Education for sustainable development</i>	Apakah ibu pernah menyajikan materi perubahan lingkungan kepada peserta didik dengan mengaitkan terhadap pendidikan yang berkelanjutan atau <i>Education for sustainable development</i> ?
8.	Upaya yang sudah dilakukan oleh ibu untuk mengedukasi peserta didik menjaga kelestarian kabupaten Tapanuli Utara khususnya sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi sebagai ikon kabupaten Tapanuli Utara	Apakah upaya yang sudah dilakukan oleh ibu untuk mengedukasi peserta didik menjaga kelestarian kabupaten Tapanuli Utara khususnya sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi sebagai ikon kabupaten Tapanuli Utara?

Studi pendahuluan juga dilakukan dalam penelitian ini untuk memperoleh data kualitatif berupa informasi terkait alur tujuan pembelajaran dari capaian pembelajaran mata pelajaran IPA Biologi Kelas X materi perubahan lingkungan. Berikut alur tujuan pembelajaran perubahan lingkungan berdasarkan capaian pembelajaran disajikan pada Tabel 3.18 berikut.

Tabel 3. 18 ATP Materi Perubahan Lingkungan berdasarkan CP

No.	Alur Tujuan Pembelajaran berdasarkan Capaian Pembelajaran
1.	Pengertian perubahan Lingkungan
2.	Jenis-Jenis Perubahan Lingkungan
3.	Pengertian Pencemaran Air
4.	Faktor yang Menyebabkan Pencemaran Air
5.	Dampak Pencemaran Air
6.	Solusi Pencemaran Air
7.	Pengertian Pencemaran Tanah
8.	Faktor yang Menyebabkan Pencemaran Tanah
9.	Dampak Pencemaran Tanah
10.	Solusi Pencemaran Tanah
11.	Pengertian Pencemaran Udara
12.	Faktor yang Menyebabkan Pencemaran Udara
13.	Dampak Pencemaran Udara
14.	Solusi Pencemaran Udara
15.	Pengertian Pencemaran Suara
16.	Faktor yang Menyebabkan Pencemaran Suara
17.	Dampak Pencemaran Suara
18.	Solusi Pencemaran Suara

Selain itu, dilakukan identifikasi kemampuan awal keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik dengan memberikan soal keterampilan pemecahan masalah dan angket kesadaran berkelanjutan kepada peserta didik yang sudah mempelajari materi perubahan lingkungan. Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti menunjukkan bahwa rata-rata

nilai keterampilan pemecahan masalah peserta didik sebesar 34,89 dan rata-rata nilai kesadaran berkelanjutan peserta didik sebesar 52,9. Berdasarkan data maka dapat disimpulkan bahwa sangat penting untuk menemukan solusi peningkatan keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik.

## 2. Observasi Lapangan dan Dokumentasi

Observasi dilakukan oleh peneliti secara langsung di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya di sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi beserta lingkungan sekitarnya. Sebelum melakukan observasi lingkungan secara langsung maka peneliti menentukan bagian-bagian yang akan diamati secara langsung di lapangan. Berikut disajikan bagian-bagian perubahan lingkungan yang diamati oleh peneliti secara langsung pada Tabel 3.19.

Tabel 3. 19 Bagian-Bagian Observasi Lapangan dan Dokumentasi

No.	Bagian Observasi Lapangan dan Dokumentasi	Hasil
1.	Sungai Aek Sigeaon dan perubahan lingkungan yang terjadi seperti pencemaran air	Disajikan pada bab 2 dan E-modul materi pencemaran air dan tanah.
2.	Sungai Aek Situmandi dan perubahan lingkungan yang terjadi seperti pencemaran air	Disajikan pada bab 2 dan E-modul materi pencemaran air dan tanah.
3.	Pencemaran Tanah yang terjadi di sekitar Sungai seperti pasar Tarutung dan daerah lingkungan masyarakat yang di sekitar Sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi	Disajikan pada bab 2 dan E-modul materi pencemaran air dan tanah.

## 3. Studi Dokumen

Studi dokumen dilakukan dengan memperoleh laporan Data Indeks Kualitas Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kabupaten Tapanuli Utara. Data ini diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tapanuli Utara yang menyajikan keadaan lingkungan di Tapanuli Utara khususnya di Aek Sigeaon dan Aek Situmandi kecamatan Tarutung. Berikut disajikan analisis dokumen pada Tabel 3.20 dan Lampiran 32.

Tabel 3. 20 Bagian-Bagian Observasi Lapangan dan Dokumentasi

No.	Bagian Observasi Lapangan dan Dokumentasi	Hasil
1.	Alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan terbangun seperti bangunan usaha, pemukiman, dan jalan.	Disajikan pada analisis lingkungan pada pengembangan E-modul tahapan Analisis.
2.	Perubahan kondisi kualitas air di antara sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi	
3.	Timbulnya sampah di Kabupaten Tapanuli Utara	

Selain itu, peneliti juga memperoleh data sekunder lainnya dari Badan Pusat Statistik untuk memperoleh data jumlah kendaraan dan jumlah wisatawan yang datang ke Tapanuli Utara. Hal ini disajikan sebagai salah satu bagian faktor yang mempengaruhi pencemaran udara di kabupaten Tapanuli Utara yang dimuat pada E-modul halaman 43 sampai 44.

#### 4. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh data-data berupa kajian riset terkini tentang E-modul, PjBL, ESD, keterampilan pemecahan masalah, kesadaran berkelanjutan, dan artikel berita perubahan lingkungan yang terjadi di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi. Selain itu, artikel perubahan lingkungan yang terjadi di sekitar kabupaten Tapanuli Utara yang dimuat di beberapa berita atau surat kabar dijadikan sebagai artikel untuk membuat soal-soal keterampilan pemecahan masalah yang dimuat pada e-modul halaman 20 dan 36 serta artikel untuk instrumen keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Selain itu, studi literatur juga digunakan untuk mengetahui data-data tambahan tentang komposisi sampah di Sumatera Utara yang dimuat pada e-modul halaman 25 sampai 28.

Data kualitatif yang sudah diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis tematik (*thematic analysis*) mengacu pada Heriyanto (2018). Analisis tematik adalah cara untuk menganalisis data untuk mengidentifikasi pola atau menemukan tema melalui data yang telah dikumpulkan oleh peneliti. Adapun tahapan analisis tematik (*thematic analysis*) yaitu:

1. Memahami data

Pada tahap ini penulis memahami data tentang kurikulum, bahan ajar, cakupan materi perubahan lingkungan yang dipelajari di SMA, keadaan lingkungan kabupaten Tapanuli Utara dari DLHK khususnya sungai aek Sigeaon dan Aek Situmandi, hasil observasi langsung dan dokumentasi tentang keadaan lingkungan kabupaten Tapanuli Utara khususnya sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi serta memahami tentang e-modul, PjBL, ESD, keterampilan pemecahan masalah, kesadaran berkelanjutan, dan artikel berita perubahan lingkungan yang terjadi di kabupaten Tapanuli Utara khususnya sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi

berdasarkan literatur. Hal ini dilakukan agar peneliti memahami isi data yang diperoleh dan mulai menemukan beberapa hal di dalam data yang terkait dengan pertanyaan penelitian.

## 2. Menyusun kode

Pada tahap ini penulis mengidentifikasi dan memberikan kode pada setiap data yang relevan dengan pertanyaan penelitian. Setelah pemberian kode selesai dilakukan maka peneliti mengelompokkan kode-kode tersebut ke dalam kelompok atau *group* yang sama berdasarkan kesamaan makna. Peneliti kemudian memberi nama kelompok tersebut sesuai dengan isi (kode) di dalam kelompok atau *group* tersebut.

## 3. Mencari tema

Pada tahap ini, penulis meninjau dan mengelompokkan kode-kode yang telah disusun untuk menemukan tema yang sesuai dengan tujuan penelitian. Tema ini menggambarkan sesuatu yang penting yang ada di data terkait dengan rumusan masalah penelitian. Tema-tema ini kemudian dikaji dan diinterpretasikan untuk dijadikan sebagai intervensi dan instrumen yang digunakan menjawab pertanyaan penelitian. Perhatikanlah analisis data kualitatif pada Tabel 3.21 berikut.

Tabel 3. 21 Analisis Data Kualitatif

Elemen Kunci	Kata Kunci	Codes	Tema
<p><b><u>Pertanyaan:</u></b> Apakah jenis buku yang digunakan dalam pembelajaran Biologi kelas X?</p> <p><b><u>Jawaban:</u></b> Buku yang digunakan untuk pembelajaran biologi ada 2 yaitu <b>buku IPA kelas X yang dari kemdikbud</b> dan <b>buku IPA biologi penerbit Erlangga</b>.</p>	<p>buku IPA kelas X yang dari kemdikbud, buku IPA biologi penerbit Erlangga.</p>	Buku IPA Biologi	Ketidak sesuaian buku yang digunakan sebagai sumber belajar
<p><b><u>Pertanyaan:</u></b> Menurut ibu, apakah buku yang digunakan sesuai dengan kurikulum yang berlaku?</p> <p><b><u>Jawaban:</u></b> Menurut saya, buku yang menjadi pegangan peserta didik yaitu <b>buku IPA yang dari kemdikbud masih kurang sesuai dengan kurikulum</b>. Selain itu, materi yang disajikan di dalam buku tersebut masih kurang lengkap.</p>	<p>buku IPA yang dari kemdikbud masih kurang sesuai dengan kurikulum</p>		

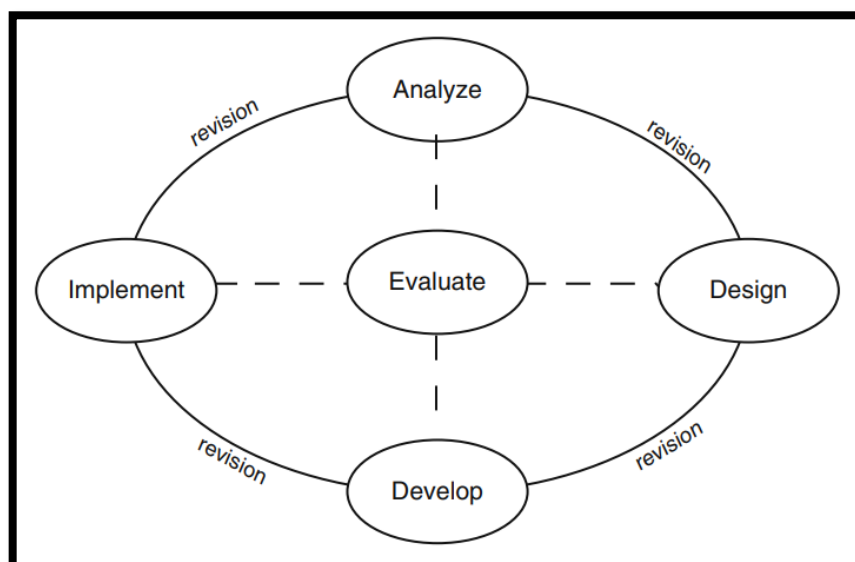
<p><b><u>Pertanyaan:</u></b> Apakah buku yang digunakan untuk pembelajaran materi perubahan lingkungan ada menyajikan permasalahan-permasalahan lingkungan di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung?</p> <p><b><u>Jawaban:</u></b> Tidak, <b>buku yang digunakan hanya menyajikan permasalahan lingkungan secara umum saja.</b> Tetapi ketika menjelaskan materi perubahan lingkungan secara langsung, saya selalu memberikan contoh di sekitar peserta didik.</p>	<p>buku yang digunakan hanya menyajikan permasalahan lingkungan secara umum saja</p>		
<p><b><u>Pertanyaan:</u></b> Apakah ada kesulitan yang ibu hadapi saat membelajarkan materi perubahan lingkungan kepada peserta didik sesuai tuntutan kurikulum yang berlaku?</p> <p><b><u>Jawaban:</u></b> Terkait kesulitan dalam membelajarkan materi perubahan lingkungan kepada peserta didik tidak terlalu ada permasalahan. Tetapi menurut saya, kalau belajar materi perubahan lingkungan sebenarnya kita lebih baik <b>membawa peserta ke lingkungan nyata untuk melakukan observasi terhadap keadaan lingkungan sekitar.</b> Jadi, hal itu bisa dilihat langsung oleh peserta didik. Atau <b>menyajikan permasalahan lingkungan sekitar peserta didik</b> melalui tampilan layar dengan <i>infocus</i>. Namun, karena keterbatasan waktu, saya biasanya hanya meminta siswa mengamati di lingkungan sekitar sekolah saja.</p>	<p>- membawa peserta ke lingkungan nyata untuk melakukan observasi terhadap keadaan lingkungan sekitar - menyajikan permasalahan lingkungan sekitar peserta didik</p>	<p>Permasalahan lingkungan</p>	<p>Memberikan pembelajaran kontekstual dengan menyajikan permasalahan lingkungan di sekitar peserta didik</p>
<p><b><u>Data DLHKTAPUT:</u></b> Perubahan kondisi kualitas air juga terjadi di kabupaten Tapanuli Utara. Kabupaten Tapanuli Utara memiliki banyak sungai yang tersebar di berbagai Kecamatan dan memiliki nilai yang sangat strategis karena terletak di wilayah hulu yang merupakan sumber air untuk kabupaten di sekitarnya. Beberapa <b>sungai telah tercemar di antara sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi.</b></p>	<p>sungai telah tercemar di antara sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi</p>		
<p><b><u>Data DLHKTAPUT:</u></b> Peningkatan volume limbah rumah tangga terutama pada daerah di sepanjang aliran sungai dengan kepadatan penduduk yang tinggi. <b>Masyarakat banyak yang membuang limbah domestik maupun sampah rumah tangga langsung ke sungai.</b></p>	<p>Masyarakat banyak yang membuang limbah domestik maupun sampah rumah tangga langsung ke sungai.</p>	<p>Sungai</p>	<p>Pencemaran sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi di kabupaten Tapanuli Utara</p>



<p><b>Data DLHKTAPUT:</b> Hal ini juga diakibatkan adanya kegiatan/ usaha seperti pertokoan, hotel dan rumah makan yang belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), sehingga langsung membuang limbah domestiknya ke badan air yang menyebabkan air tercemar. Pendangkalan sungai akibat sampah di mana akibat pembuangan sampah yang dilakukan oleh masyarakat dapat membuat <b>sungai yang dulunya dalam menjadi dangkal. Alih fungsi lahan pertanian di sekitar aliran sungai</b> untuk difungsikan menjadi bangunan dan tempat tinggal dapat mengubah keadaan sifat daerah aliran sungai.</p>	<p>- sungai yang dulunya dalam menjadi dangkal - Alih fungsi lahan pertanian di sekitar aliran sungai</p>		
--	---	--	--

Berdasarkan potongan proses tersebut diperoleh salah satu realitas lokal yang dapat digunakan sebagai sumber belajar peserta didik untuk mempelajari materi perubahan lingkungan yaitu sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi.

Setelah fase 1 berupa data kualitatif ini dianalisis maka dilakukan tahap pengembangan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara. E-Modul dikembangkan dengan pendekatan ADDIE. Pendekatan pengembangan e-modul dengan ADDIE terdiri dari tahap *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain/ Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Pelaksanaan), dan *Evaluation* (Evaluasi). Gambar tahapan pengembangan E-modul dengan pendekatan ADDIE pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4 Tahapan Pengembangan E-modul dengan Pendekatan ADDIE (Branch, 2009)

### 1) *Analyze (Analisis)*

Tahap pertama pada model ADDIE adalah analisis. Tahap analisis dilakukan untuk mengumpulkan berbagai informasi yang berhubungan dengan bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti. Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk mengumpulkan informasi dari guru Biologi tentang kurikulum dan bahan ajar yang digunakan di sekolah. Analisis ini dilakukan melalui wawancara dan pengisian angket oleh guru. Hasil wawancara dan pengisian angket dianalisis dan digunakan untuk menunjang pengembangan bahan ajar berupa E-Modul bermuatan *Project-ESD*. Pada tahap analisis dilakukan lima jenis analisis yaitu analisis terhadap kurikulum, analisis terhadap bahan ajar, analisis terhadap lingkungan, analisis terhadap Ekonomi, dan analisis terhadap sosial budaya masyarakat di sekitar Kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung.

#### a. **Analisis terhadap Kurikulum**

Analisis terhadap kurikulum dilakukan untuk mengetahui kurikulum yang digunakan di sekolah sehingga peneliti mengetahui kebutuhan kompetensi dalam pengembangan modul pembelajaran. Analisis kurikulum ini dilakukan melalui wawancara dan pengisian angket oleh guru Biologi di salah satu SMA Negeri kabupaten Tapanuli Utara khususnya di kecamatan Tarutung. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru Biologi di SMA Negeri kecamatan Tarutung mengatakan bahwa kurikulum yang berlaku adalah Kurikulum Merdeka dan Kurikulum 2013. Kelas X menggunakan kurikulum Merdeka sementara kelas XI dan XII menggunakan kurikulum 2013.

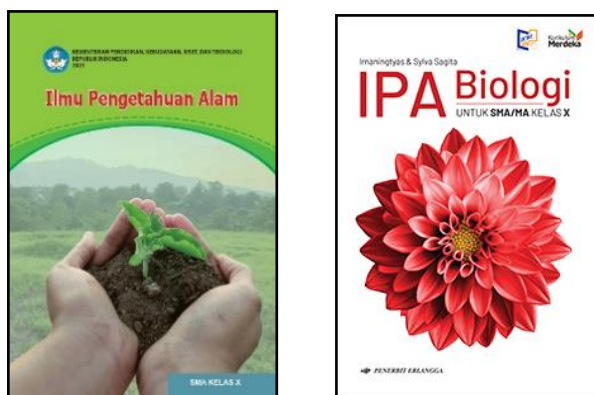
Pada penelitian ini materi pembelajaran yang digunakan adalah materi perubahan lingkungan yang dipelajari oleh kelas X. Berdasarkan Kurikulum Merdeka, capaian pembelajaran (CP) pada tingkat SMA terdiri dari dua fase yaitu fase E untuk kelas X dan fase F untuk kelas XI & XII. Capaian pembelajaran pada Fase E yaitu peserta didik memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penelitian, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, dan mengkomunikasikan dalam bentuk *project*

sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nano teknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SGDs). Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan tersebut dibangun pula berakhlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong-royong, dan berkebhinekaan global sebagai profil pelajar Pancasila.

#### b. Analisis Bahan Ajar

Analisis terhadap bahan ajar dilakukan untuk mengetahui karakteristik bahan ajar yang biasa digunakan oleh guru untuk membelajarkan peserta didik. Selain itu, hal ini juga bertujuan untuk mengetahui apakah sekolah sudah menggunakan e-modul yang mengkaji tentang permasalahan lingkungan yang dekat dengan peserta didik yaitu permasalahan lingkungan yang ada di kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung. Analisis bahan ajar dilakukan melalui wawancara dan pengisian angket oleh guru biologi di salah satu SMA Negeri Tarutung.

Berdasarkan hasil wawancara dan pengisian angket oleh salah satu guru biologi menunjukkan bahwa bahan ajar yang biasa digunakan di sekolah untuk pembelajaran biologi ada 2 yaitu buku IPA kelas X yang dari Kemdikbud dan buku IPA biologi penerbit Erlangga. Buku yang menjadi pegangan peserta didik adalah buku IPA dari Kemdikbud, tetapi kalau dalam pembelajaran guru sering menggabungkan dengan buku IPA Biologi kelas X penerbit Erlangga sebagai buku pendukung.



Gambar 3. 5 Cover buku yang digunakan dalam pembelajaran Biologi di Sekolah

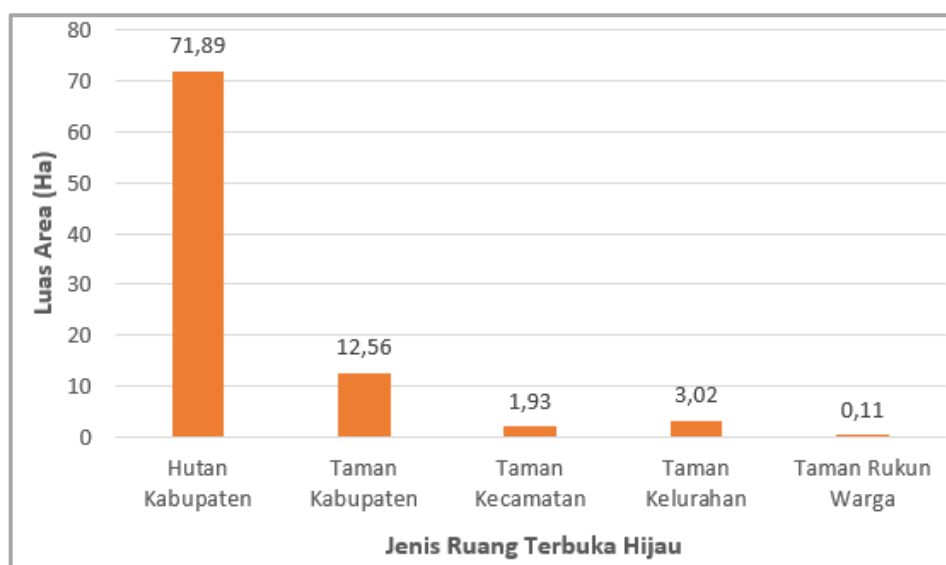
Selain dua jenis buku di atas, guru belum pernah menggunakan E-modul dalam pembelajaran Biologi khususnya pada materi perubahan lingkungan. Tetapi terkadang guru menggunakan PPT untuk menyajikan materi perubahan lingkungan yang diedit dengan menggunakan *canva*. Jadi, dapat disimpulkan bahwa untuk membelajarkan materi perubahan lingkungan guru belum pernah menggunakan E-modul yang menyajikan realitas lokal atau permasalahan-permasalahan lingkungan kabupaten Tapanuli utara khususnya kecamatan Tarutung. Guru sudah sering melakukan pembelajaran bermuatan *Project* namun belum dihubungkan dengan ESD.

### c. Analisis Lingkungan

Analisis lingkungan dilakukan untuk mengkaji perubahan lingkungan yang terjadi di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya di kecamatan Tarutung. Analisis Lingkungan dilakukan dengan pengamatan langsung oleh peneliti di sekitar Sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi serta studi literatur tentang keadaan lingkungan Kabupaten Tapanuli Utara. Selain itu peneliti juga melakukan analisis data dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Tapanuli utara dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana perubahan lingkungan yang terjadi di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya di sekitar Sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi.

Berdasarkan hasil pengamatan langsung yang dilakukan oleh peneliti di sekitar sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi menunjukkan bahwa keadaan sungai ini sudah tercemar. Ditemukan banyak sampah bertebaran di sekitar Sungai. Masyarakat banyak yang membuang sampah dan limbah domestik secara sembarangan ke aliran sungai. Masyarakat juga banyak yang melakukan pembakaran sampah sehingga mengakibatkan terjadinya pencemaran udara. Selain itu, terjadi pendangkalan sungai di sekitar Aek Sigeaon. Pendangkalan ini terjadi karena ada masyarakat yang melakukan penambangan pasir secara liar di sekitar Aek Sigeaon dan menjadikan kegiatan itu menjadi sumber mata pencaharian. Untuk hasil analisis secara rinci telah penulis jabarkan di bab 2 yaitu materi perubahan lingkungan berdasarkan realitas lokal Kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung dan di muat di dalam E-modul yang ditulis oleh peneliti.

Berdasarkan hasil analisis data dari Dinas Lingkungan Hidup kabupaten Tapanuli Utara (2022), perubahan lingkungan yang terjadi di kabupaten Tapanuli Utara di antaranya alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan terbangun seperti bangunan usaha, pemukiman, dan jalan. Meningkatkan alih fungsi lahan setiap tahunnya, di mana luas potensi lahan sawah Kabupaten Tapanuli Utara sejak Tahun 2013 s/d 2022 berkurang sebesar 4.733,8 Ha. Hal ini menimbulkan bencana pada bangunan yang dibangun di kawasan bencana. Selama tahun 2022, terjadi 147 kejadian longsor dan 8 kejadian banjir. Alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan terbangun juga mengakibatkan penurunan produksi padi di kabupaten Tapanuli Utara yaitu terjadi penurunan produksi padi pada tahun 2022 mencapai 188.652,16 ton, menurun dibandingkan produksi padi di tahun 2021 yang mencapai 194.233.08 ton dan di tahun 2020 yang mencapai 193.992.05 ton. Selain itu, ruang terbuka hijau di kabupaten Tapanuli utara sudah terbatas. Pada tahun 2022 kabupaten Tapanuli Utara memiliki ruang terbuka hijau kurang dari 110,85 HA atau 0,03 % dari luas wilayah kabupaten Tapanuli Utara. Luas ruang terbuka hijau di kabupaten Tapanuli Utara disajikan pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Luas Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Tapanuli Utara (DLHKTAPUT, 2022)

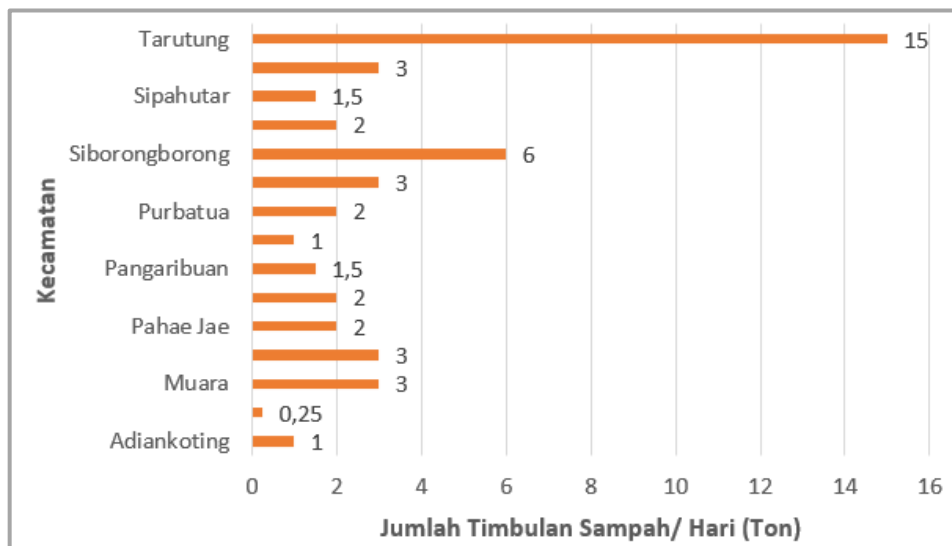
Alih fungsi lahan tersebut juga mengakibatkan perubahan suhu udara di Kabupaten Tapanuli utara karena. Selain itu, perubahan suhu udara di Kabupaten Tapanuli Utara juga disebabkan oleh perkembangan Kabupaten Tapanuli Utara

mendorong pertumbuhan kendaraan bermotor dan bertambahnya ketergantungan masyarakat Kabupaten Tapanuli Utara pada angkutan motor ditandai dengan jumlah pejalan kaki/pengguna sepeda yang semakin sedikit dan digantikan oleh motor maupun mobil, sehingga mengakibatkan tingginya konsumsi energi bahan bakar kendaraan. Bahan bakar merupakan penyebab terjadinya penurunan kualitas udara. Selain itu, tidak sedikit masyarakat yang selalu melakukan pembakaran sampah. Tentu hal ini juga mengakibatkan terjadinya pencemaran udara di kabupaten Tapanuli Utara (DLHKTAPUT, 2022).

Perubahan kondisi kualitas air juga terjadi di kabupaten Tapanuli Utara. Kabupaten Tapanuli Utara memiliki banyak sungai yang tersebar di berbagai Kecamatan dan memiliki nilai yang sangat strategis karena terletak di wilayah hulu yang merupakan sumber air untuk kabupaten di sekitarnya. Beberapa sungai telah tercemar di antara sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi. Hal ini disebabkan oleh peningkatan volume limbah rumah tangga terutama pada daerah di sepanjang aliran sungai dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Masyarakat banyak yang membuang limbah domestik maupun sampah rumah tangga langsung ke sungai. Hal ini juga diakibatkan adanya kegiatan/ usaha seperti pertokoan, hotel dan rumah makan yang belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), sehingga langsung membuang limbah domestiknya ke badan air yang menyebabkan air tercemar. Pendangkalan sungai akibat sampah di mana akibat pembuangan sampah yang dilakukan oleh masyarakat dapat membuat sungai yang dulunya dalam menjadi dangkal. Alih fungsi lahan pertanian di sekitar aliran sungai untuk difungsikan menjadi bangunan dan tempat tinggal dapat mengubah keadaan sifat daerah aliran sungai. Berdasarkan data, hasil pengujian dilakukan perhitungan sesuai dengan rumus yang ditentukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan diperoleh bahwa Indeks Kualitas Air (IKA) Kabupaten Tapanuli Utara sebesar 63,33 tergolong tercemar ringan (DLHKTAPUT, 2022).

Timbulnya sampah di Kabupaten Tapanuli Utara pada tahun 2022 sebesar 3.083 kg/hari atau 3,08 ton/hari. Data ini adalah jumlah sampah yang masuk ke TPA. Berdasarkan data yang ada, didapatkan bahwa timbulan sampah terbanyak berasal dari kecamatan Tarutung sebesar 15.000 kg/hari. Sedangkan, timbulan

sampah paling sedikit berasal dari kecamatan Garoga sebesar 250 kg/hari. Timbulan sampah di masing-masing kecamatan dalam satu hari ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Timbulan Sampah Setiap Kecamatan dalam Satu Hari (DLHKTAPUT, 2022)

Dinas Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Tapanuli Utara telah melakukan beberapa solusi untuk menyelesaikan permasalahan ini seperti: 1) menekankan kepada pelaku usaha agar tidak membuang limbah dari aktivitas kegiatan ke sungai dan mewajibkan setiap pelaku usah untuk memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL); 2) Sosialisasi kepada masyarakat untuk tidak Buang Air Besar ke sungai; 3) Melakukan kegiatan pemantauan rutin untuk memeriksa kualitas air sungai berupa pengujian kualitas air di laboratorium lingkungan yang terakreditasi dan terdaftar sebagai laboratorium lingkungan, dan lain-lain. Tetapi perilaku untuk menjaga lingkungan masih sangat sulit dilakukan oleh masyarakat banyak. Hal ini diakibatkan karena kurangnya kesadaran masyarakat untuk menjaga kebersihan lingkungan (DLHKTAPUT, 2022).

#### d. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan untuk mengkaji sumber mata pencaharian atau perekonomian masyarakat yang tinggal di daerah sekitar Kabupaten Tapanuli Utara khususnya masyarakat kabupaten Tapanuli utara. Analisis ekonomi dilakukan dengan cara mewawancarai beberapa masyarakat yang tinggal di sekitar Sungai

Aek Sigeon dan Aek Situmandi. Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat sekitar secara umum masyarakat yang tinggal di sekitar Aek Sigeon dan Aek Situmandi memiliki mata pencaharian sebagai pedagang/ pengusaha, petani, dan Pegawai Negeri Sipil (PNS). Mayoritas masyarakat bermata pencaharian sebagai pedagang/ pengusaha dan Pegawai Negeri Sipil (PNS).

#### **e. Analisis Sosial Budaya Masyarakat**

Analisis terhadap masyarakat dilakukan untuk mengetahui kebiasaan hidup masyarakat yang tinggal di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung yang dekat dengan Sungai Aek Sigeon dan Aek Situmandi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui dampak dari masyarakat terhadap perubahan lingkungan di kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung. Selain itu tujuan dari analisis sosial budaya masyarakat dilakukan untuk mengetahui kebiasaan hidup masyarakat setiap harinya yang mempengaruhi lingkungan apakah sudah menerapkan kehidupan masyarakat untuk pembangunan yang berkelanjutan. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara peneliti dengan beberapa masyarakat sekitar ternyata masyarakat setiap harinya belum menerapkan kehidupan untuk pembangunan berkelanjutan. Hal ini dibuktikan dengan kebanyakan masyarakat belum melakukan pemilahan sampah, masih melakukan pembakaran sampah secara bebas, dan belum mampu mengelola sampah rumah tangga untuk mengurangi penumpukan sampah, serta belum memiliki kesadaran akan pentingnya mengurangi produksi sampah setiap harinya.

#### **2) Design (Desain/ Perancangan)**

Tahap desain atau perancangan dilakukan untuk merancang E-Modul bermuatan *Project-ESD*. Dasar perancangan atau desain E-modul ini dilakukan berdasarkan hasil analisis kurikulum, bahan ajar, lingkungan, ekonomi dan sosial budaya masyarakat pada tahap analisis.

#### **a. Menentukan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) Berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP)**

Materi perubahan lingkungan merupakan materi pembelajaran yang dipelajari di kelas X yaitu Capaian Pembelajaran pada fase E. Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan



berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penelitian, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nano teknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SDGs). Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan tersebut dibangun pula berakhlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong-royong, dan berkebhinekaan global sebagai profil pelajar Pancasila.

Berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) tersebut maka materi perubahan lingkungan yang disajikan dalam E-modul ini dihubungkan dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung yaitu permasalahan lingkungan yang terjadi di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya di sekitar sungai Aek Sigeaon dan sungai Aek Situmandi. Jadi, permasalahan perubahan lingkungan yang dimunculkan dalam pembelajaran adalah masalah perubahan lingkungan yang dekat dengan lingkungan sekolah dan tempat tinggal peserta didik. Maka, Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang dimuat pada E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* ini, yaitu: 1) Peserta didik dapat mengidentifikasi pencemaran air, tanah, udara, dan suara yang terjadi di sekitar Kabupaten Tapanuli Utara khususnya di sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi; 2) Peserta didik dapat menyelidiki faktor-faktor penyebab terjadinya pencemaran air, tanah, udara, dan suara di sekitar Kabupaten Tapanuli Utara khususnya di sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi; 3) Peserta didik dapat menganalisis dampak pencemaran air, tanah, udara, dan suara yang terjadi di sekitar Kabupaten Tapanuli Utara khususnya di sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi; 4) Peserta didik mampu merumuskan gagasan berupa solusi untuk mengatasi pencemaran air, tanah, udara, dan suara di sekitar Kabupaten Tapanuli Utara khususnya di sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi sehingga tercapai kehidupan yang berkelanjutan; 5) Peserta

didik memiliki kesadaran yang berkelanjutan untuk mengurangi terjadinya pencemaran air, tanah, udara, dan suara di sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya di sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi.

#### **b. Menentukan Kerangka E-modul**

E-Modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* yang disusun terdiri dari:

- 1) *Cover*, kata pengantar, daftar isi, dan daftar gambar.
- 2) Petunjuk penggunaan e-modul yang berisi teks dan gambar berupa cara menggunakan e-modul sehingga memudahkan pengguna dalam menggunakan e-modul tersebut.
- 3) Fitur e-modul yang memuat fitur-fitur yang ada di dalam e-modul.
- 4) Penjelasan singkat tentang *Education for Sustainable Development*.
- 5) Info kabupaten Tapanuli Utara memuat penjelasan singkat tentang letak geografis kabupaten Tapanuli Utara.
- 6) Pendahuluan memuat stimulus berupa gambar perubahan lingkungan yang terjadi sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung untuk mengaktifkan pengetahuan peserta didik terkait perubahan lingkungan yang terjadi sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya Kecamatan Tarutung. Pada bagian pendahuluan juga disajikan stimulus berupa lembar kegiatan observasi lingkungan sekitar dan wawancara masyarakat sekitar untuk memberikan keadaannya nyata perubahan lingkungan yang terjadi di sekitar peserta didik. Peserta didik juga diminta untuk memberikan solusi terhadap permasalahan lingkungan berdasarkan hasil observasi dan wawancara tersebut. Hal ini bertujuan untuk menstimulus pengetahuan peserta didik terkait permasalahan lingkungan yang terjadi sekitar kabupaten Tapanuli Utara khususnya Kecamatan Tarutung. Hal tersebut juga bertujuan untuk melatih keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik.
- 7) Sub-bab tentang pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara, dan pencemaran suara, sub-bab ini memuat tentang pengertian, faktor-faktor yang menyebabkan, dampak, serta solusi pencemaran air, pencemaran tanah,

pencemaran udara, dan pencemaran suara yang dihubungkan dengan solusi untuk pembangunan berkelanjutan. Masing-masing sub-bab ini juga memuat soal-soal keterampilan pemecahan masalah berdasarkan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung dan angket kesadaran berkelanjutan yang di kerjakan oleh peserta didik. Semua permasalahan lingkungan seperti pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara, dan pencemaran suara yang disajikan di dalam e-modul ini memuat tentang permasalahan lingkungan yang terjadi di kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung.

- 8) *Project Task for Change* memuat lembar kerja peserta didik untuk membuat proyek sederhana dengan menggunakan sintaks pembelajaran *project based-learning* yang dikerjakan oleh peserta didik secara berkelompok.
- 9) Daftar Pustaka memuat sumber-sumber atau referensi yang digunakan oleh peneliti untuk menyusun sebuah E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD*.

**c. Bentuk dan Susunan E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan Project-ESD**

Setelah kerangka e-modul sudah didesain, peneliti mendesain atau merancang bentuk dan susunan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan memanfaatkan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara khususnya kecamatan Tarutung secara utuh. Berikut penjelasan tentang rancangan e-modul secara rinci.

1) Jenis dan Ukuran Huruf

E-modul Perubahan Lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara yang telah disusun oleh peneliti ini secara umum menggunakan jenis huruf *Times New Roman* dengan ukuran 12.

2) *Cover*

Bagian *cover* depan e-modul memuat judul modul yaitu perubahan Lingkungan Bermuatan *project-Education for Sustainable Development* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara. Judul E-modul diambil berdasarkan isi E-modul yang memuat tentang permasalahan perubahan lingkungan yang terjadi di

sekitar kabupaten Tapanuli Utara disertai dengan solusi-solusi bermuatan ESD untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan dan memuat Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berupa pembuatan proyek sederhana dengan menggunakan sintaks pembelajaran *project-based learning*. Bagian *cover* depan juga memuat semua nama tim penyusun E-modul, lambang universitas di bagian sudut atas kanan serta nama universitas di bagian sudut kiri bawah. Selain itu, bagian *cover* memuat beberapa gambar perubahan lingkungan seperti pencemaran air dan pencemaran tanah yang terjadi di kabupaten Tapanuli utara yaitu sekitar sungai Aek Sigeaon dan Aek Situmandi. Pada bagian *cover* belakang memuat biodata penulis dan alasan penulis untuk menulis E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* tersebut. Bagian *cover* depan dan belakang E-modul disajikan pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Cover Depan dan Belakang E-modul

### 3) Kata Pengantar, Daftar Gambar dan Daftar Isi

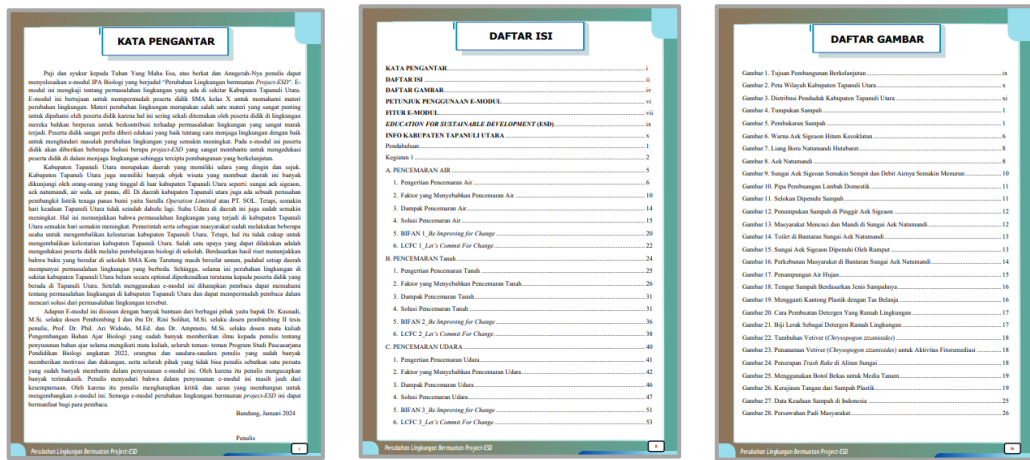
Bagian kata pengantar memuat tentang ucapan syukur dari penulis atas terselesaikannya penulisan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara. Selain itu, bagian kata pengantar juga memuat latar belakang penulis untuk menyusun E-modul tersebut. Bagian daftar isi memuat tentang halaman dari setiap judul besar yang ada di dalam e-modul. Bagian daftar gambar memuat tentang halaman dari setiap gambar yang

Rhodentia Sri Hastuti Tamba, 2024

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

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

ada di dalam E-modul. Bagian kata pengantar, daftar isi dan daftar gambar E-modul disajikan pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Bagian Kata Pengantar, Daftar Isi dan Daftar Gambar Pada E-modul

4) Petunjuk Penggunaan E-modul

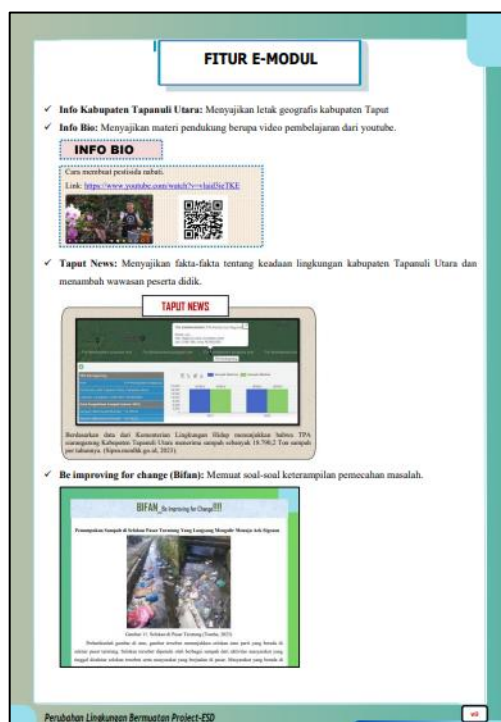
Bagian petunjuk penggunaan E-modul memuat teks dan gambar berupa cara menggunakan E-modul di aplikasi pubhtml5.com sehingga memudahkan pengguna dalam menggunakan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* tersebut. Bagian petunjuk penggunaan E-modul disajikan pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Petunjuk Penggunaan E-modul

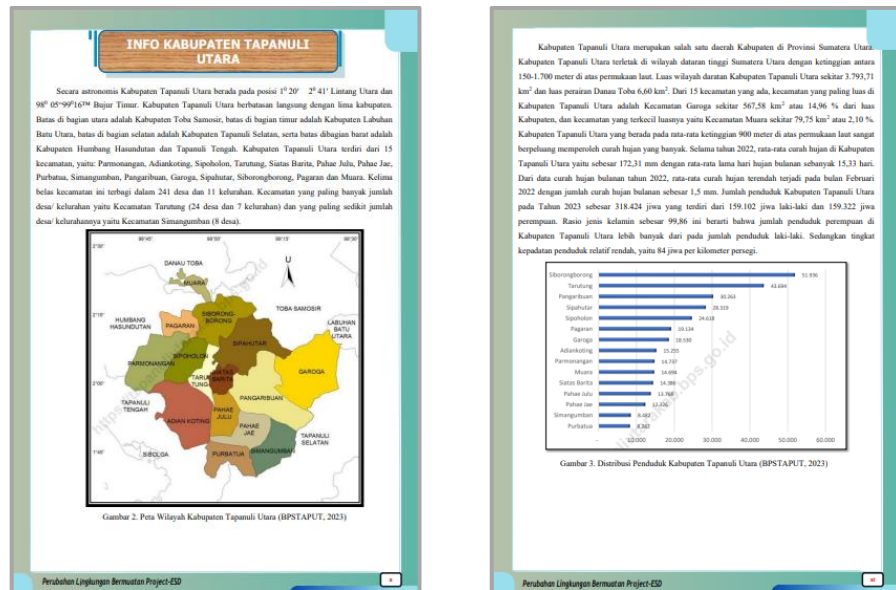
## 5) Fitur E-modul

Bagian fitur E-modul memuat tentang fitur-fitur yang ada di dalam E-modul. Fitur-fitur tersebut bertujuan mempermudah pembaca untuk memahami materi perubahan lingkungan. Fitur-fitur yang ada di dalam E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* ini, yaitu: 1) Info kabupaten Tapanuli Utara; 2) Info Bio; 3) Taput news; 4) *Be improving for change*; 5) *Let's commit for change*; 6) Ayo Jawab; 7) *Project Task for Change*. Bagian fitur e-modul disajikan pada Gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Fitur E-modul

Fitur e-modul yang pertama adalah “Info kabupaten Tapanuli Utara”. Fitur ini menyajikan gambaran secara umum tentang kabupaten Tapanuli Utara. Info kabupaten Tapanuli Utara memuat letak geografis, peta, dan distribusi penduduk kabupaten Tapanuli Utara. Bagian info kabupaten Tapanuli utara disajikan pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Info Kabupaten Tapanuli Utara

Fitur e-modul yang kedua adalah “Info Bio”. Fitur ini menyajikan materi pendukung berupa video pembelajaran dari *youtube*. Materi pendukung tersebut dapat diakses dengan menggunakan *link* atau *QR code* yang tersedia di kotak info bio. Perhatikanlah Gambar 3.13 yang menyajikan salah satu contoh fitur info bio yang ada di dalam E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD*. Pada gambar tersebut disajikan cara membuat pestisida nabati yang bertujuan untuk mengurangi terjadinya pencemaran tanah dan inovasi penjala sampah plastik untuk mengurangi terjadinya pencemaran air. Hal ini merupakan salah satu solusi untuk mengurangi terjadinya pencemaran tanah dan pencemaran air. Materi tersebut dapat diakses dengan menscan *QR code* yang ada di dalam info bio tersebut.

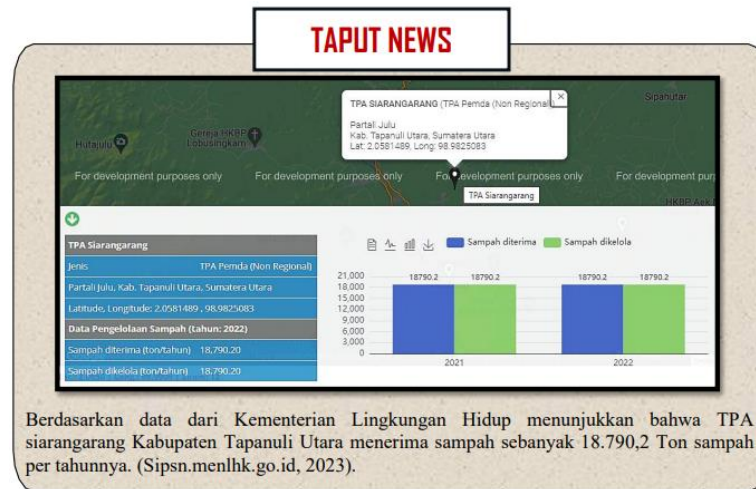


Gambar 3. 13 Fitur E-modul “Info Bio”

Fitur e-modul yang ketiga adalah “Taput News”. Fitur ini menyajikan tentang data TPA yang ada di kabupaten Tapanuli Utara. Pada Gambar 3.14 berikut disajikan data sampah per tahunnya yang masuk ke salah satu TPA yang ada di



kabupaten Tapanuli Utara. Data tersebut di dapatkan dari data Kementerian Lingkungan Hidup.



Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup menunjukkan bahwa TPA siararangarung Kabupaten Tapanuli Utara menerima sampah sebanyak 18.790,2 Ton sampah per tahunnya. (Sipsn.menhk.go.id, 2023).

Gambar 3. 14 Fitur E-modul “Taput News”

Fitur E-modul berikutnya adalah BIFAN atau “*Be improving for change*”. Fitur ini memuat soal-soal keterampilan pemecahan masalah yang ada di kabupaten Tapanuli Utara. Sedangkan fitur LCFC atau “*Let’s commit for change*” memuat angket kesadaran berkelanjutan peserta didik. Bagian fitur e-modul BIFAN dan LCFC disajikan pada Gambar 3.15.

The image shows two screenshots of educational modules. The left one is titled 'BIFAN\_ Be Improving for Change!!!!' and features a photo of a polluted drainage channel with the caption 'Penumpukan Sampah di Selokan Pasar Tarutung Yang Langsung Mengalir Menuju Aek Sigeaon' and 'Gambar 11. Selokan di Pasar Tarutung (Tamba, 2023)'. The right one is titled 'LCFC\_ Let's Commit for Change!!!!' and is an 'INSTRUMEN ANGKET KESADARAN BERLANJUTAN PESERTA DIDIK' with fields for name and class, a 'Petunjuk Pengisian!' section, a 'Keterangan:' section with a legend (SS, S, TS, STS), and a table for recording responses.

Aspek	Pernyataan	SS	S	TS	STS
Dimensi Lingkungan	<b>Pengketahuan (Sustainability Knowledge)</b>				
	Kita perlu memberikan sosialisasi kepada masyarakat cara memilih sampah organik, anorganik, dan B3 untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan.				
Dimensi Sosial	<b>Sikap (Sustainability Attitude)</b>				
	Kita perlu bekerjasama dengan masyarakat sekitar untuk menyelesaikan permasalahan sampah di lingkungan sekitar untuk pembangunan yang berkelanjutan.				
Dimensi Ekonomi					
	Kita perlu mempelajari cara mengolah limbah menjadi bahan yang memiliki nilai jual untuk pembangunan yang berkelanjutan.				
Dimensi Lingkungan					
	Saya berpikir bahwa kita memerlukan kebijakan untuk memberikan sanksi atau denda kepada pelaku yang merusak lingkungan dengan membuang sampah sembarangan ke aliran sungai aek sigeaon dan aek natumandi.				
Dimensi					
	Saya berpikir bahwa kita harus berusaha menjaga kebersihan sungai agar bisa memenuhi kebutuhan air.				

Gambar 3. 15 Fitur E-modul “BIFAN” dan “LCFC”

Fitur untuk menjawab soal keterampilan pemecahan masalah dan angket kesadaran berkelanjutan yang disediakan pada fitur BIFAN dan LCFC adalah fitur “*Ayo Jawab*”. Fitur Ayo jawab memuat link atau QR code yang dapat di scan sehingga peserta didik diarahkan ke google form untuk menjawab soal tersebut.



Maka, jawaban peserta didik terekam melalui *link* atau *QR code* yang disediakan. Bagian fitur ayo jawab di dalam e-modul disajikan pada Gambar 3.16.



Gambar 3. 16 Fitur E-modul “Ayo jawab”

Fitur ProTaFoC atau “*Project Task for Change*” memuat kegiatan proyek sederhana sebagai salah satu solusi bermuatan ESD untuk mengurangi perubahan lingkungan khususnya di kabupaten Tapanuli Utara dengan menggunakan sintaks pembelajaran *project-based learning*. Salah satu contoh fitur *project task for change* di dalam e-modul disajikan pada Gambar 3.17.

Gambar 3. 17 Fitur E-modul “*Project Task for Change*”

6) *Education for sustainable Development.*

Bagian ini memuat penjelasan singkat tentang *education for sustainable development*. Hal ini bertujuan agar peserta didik memahami tentang pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan serta tujuan pembangunan berkelanjutan.

Bagian fitur penjelasan singkat tentang ESD di dalam E-modul disajikan pada Gambar 3.18.



Gambar 3. 18 Fitur E-modul “Penjelasan ESD”

### 3) *Development (Pengembangan)*

Setelah e-modul selesai di desain maka dilakukan tahap pengembangan atau *development* terhadap pengembangan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* melalui validasi materi dan media oleh validator ahli. Validasi materi dan media ini dilakukan oleh validator ahli untuk menguji kelayakan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* sebelum diterapkan kepada peserta didik. Validasi dilaksanakan dengan menggunakan instrumen uji kelayakan isi materi dan uji kelayakan media yang terdiri dari kegrafikaan dan bahasa. Validasi ini dilakukan menggunakan lembar validasi dengan skala penskoran 1-4 yang kemudian dikonversi ke dalam skala 1-100%.

#### a. **Instrumen Uji Kelayakan Isi Materi**

Instrumen uji kelayakan isi materi digunakan untuk mengetahui layak atau tidaknya isi materi yang dimuat di dalam E-modul perubahan lingkungan

Rhodentia Sri Hastuti Tamba, 2024

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

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

bermuatan *Project-ESD* untuk diterapkan dalam pembelajaran. Instrumen uji kelayakan isi materi terdiri dari 15 pernyataan. Skala yang digunakan merupakan skala Likert dengan 4 skor penilaian, yaitu (1) sangat tidak layak, (2) tidak layak, (3) layak, dan (4) sangat layak. Instrumen uji kelayakan isi materi disesuaikan dengan Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Kisi-kisi instrumen uji kelayakan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* disajikan pada Tabel 3.22 berikut.

Tabel 3. 22 Kisi-kisi Instrumen Uji Kelayakan Isi Materi

Kriteria	Indikator	Nomor Soal
Kelayakan Materi	A. Kesesuaian materi dengan Kurikulum Merdeka	1, 2, 3
	B. Keakuratan Materi	4, 5, 6, 7, 8, 9
	C. Kemutakhiran materi dengan ESD	10, 11, 12, 13
	D. Mendorong Keingintahuan	14, 15

#### b. Instrumen Uji Kelayakan Media

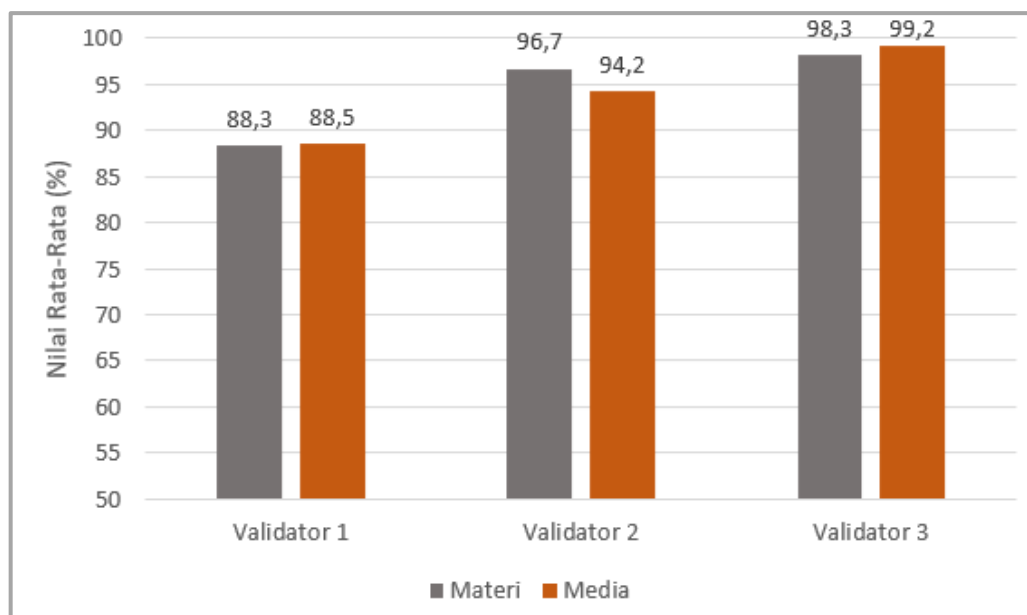
Instrumen uji kelayakan media digunakan untuk mengetahui layak atau tidaknya E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* untuk diterapkan dalam pembelajaran. Uji kelayakan media terdiri dari kegrafikaan dan bahasa. Instrumen uji kelayakan kegrafikaan terdiri dari 15 pernyataan dan kelayakan bahasa 12 pernyataan. Skala yang digunakan merupakan skala Likert dengan 4 skor penilaian, yaitu (1) sangat tidak layak, (2) tidak layak, (3) layak, dan (4) sangat layak. Instrumen Uji Kelayakan Media disesuaikan dengan Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Kisi-kisi instrumen uji kelayakan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* disajikan pada Tabel 3.23 berikut.

Tabel 3. 23 Kisi-kisi Instrumen Uji Kelayakan Media

Kriteria	Indikator	Nomor Soal
I. Aspek Kelayakan Kegrafikaan	A. Ukuran Modul	1,2
	B. Desain Sampul Modul	3, 4,5,6,7,8
	C. Desain Isi Modul	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
II. Aspek Kelayakan Bahasa	A. Lugas	1, 2, 3
	B. Komunikatif	4
	C. Dialogis dan Interaktif	5, 6
	D. Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik.	7, 8
	E. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia.	9, 10
	F. Penggunaan istilah, simbol, dan ikon.	11, 12

### c. Hasil Validasi Instrumen Kelayakan E-modul

Validasi kelayakan isi materi dan media dilakukan oleh validator ahli (VA) untuk mengetahui kelayakan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* untuk digunakan di dalam pembelajaran Biologi. Hasil uji kelayakan materi dan media E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* disajikan pada Gambar 3.19 dan Lampiran 11.



Gambar 3. 19 Hasil Uji Kelayakan E-modul oleh Validator Ahli

Berdasarkan gambar 3.19 nilai rata-rata uji kelayakan materi semua validator ahli sebesar 94,4%. Sedangkan, nilai rata-rata uji kelayakan media oleh semua validator ahli sebesar 94%. Berdasarkan uji kelayakan materi dan media tersebut dapat disimpulkan bahwa e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* layak digunakan di dalam pembelajaran. Uji kelayakan materi terdiri dari 4 indikator yaitu kesesuaian materi dengan kurikulum merdeka, keakuratan materi, kemutakhiran materi dengan ESD, dan mendorong keingintahuan peserta didik. Hasil uji kelayakan materi pada masing-masing indikator oleh validator ahli disajikan pada Tabel 3.24.

Tabel 3. 24 Nilai Rata-Rata Uji Kelayakan Materi Pada E-modul Bermuatan *Project-ESD*

Validator Ahli	Kesesuaian Materi (%)	Keakuratan Materi (%)	Kemutakhiran Materi dengan ESD (%)	Mendorong Keingintahuan (%)	Nilai Akhir (%)
VA 1	83,3	87,5	93,8	87,5	88,3
VA 2	91,7	95,8	100	100	96,7
VA 3	100	95,8	100	100	98,3
<b>Rata-rata</b>	<b>91,7</b>	<b>93,1</b>	<b>97,9</b>	<b>95,8</b>	<b>94,4</b>

Berdasarkan Tabel 3.24 nilai rata-rata uji kelayakan materi pada indikator kesesuaian materi dengan kurikulum merdeka sebesar 91,7%, keakuratan materi sebesar 93,1%, kemutakhiran materi dengan ESD sebesar 97,7%, dan mendorong keingintahuan peserta didik sebesar 95,8% kategori sangat layak. Maka, berdasarkan uji kelayakan materi E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* sangat layak untuk digunakan di dalam pembelajaran.

Kemudian, dilakukan uji kelayakan media oleh validator ahli (VA). Uji kelayakan media terbagi menjadi 2 yaitu uji kelayakan kegrafikaan dan uji kelayakan bahasa. Uji kelayakan kegrafikaan terbagi menjadi 3 indikator yaitu ukuran E-modul, desain sampul E-modul, dan desain isi E-modul. Hasil uji kelayakan kegrafikaan pada masing-masing indikator oleh validator ahli disajikan pada Tabel 3.25 berikut.

Tabel 3. 25 Nilai Rata-Rata Uji Kelayakan Kegerafikaan Pada E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan *Project-ESD*

Validator Ahli	Ukuran E-Modul (%)	Desain Sampul E-Modul (%)	Desain Isi E-modul (%)	Nilai Akhir (%)
VA1	100	91,7	89,3	91,7
VA2	100	95,8	96,4	96,7
VA3	100	95,8	100	98,3
<b>Rata-rata</b>	<b>100</b>	<b>94,4</b>	<b>95,2</b>	<b>95,6</b>

Berdasarkan Tabel 3.25 nilai rata-rata uji kelayakan kegrafikaan pada indikator ukuran E-modul sebesar 100%, desain sampul E-modul sebesar 94,4%, dan desain isi E-modul sebesar 95,2% kategori sangat layak. Nilai rata-rata uji kelayakan kegrafikaan oleh validator ahli sebesar 95,6%. Maka, berdasarkan uji kelayakan kegrafikaan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* sangat layak untuk digunakan di dalam pembelajaran.

Berikutnya dilakukan uji kelayakan bahasa pada E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD*. Uji kelayakan bahasa terdiri atas 6 indikator yaitu lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif, kesesuaian dengan perkembangan peserta didik, kesesuaian dengan kaidah bahasa, serta penggunaan istilah simbol, atau ikon. Hasil uji kelayakan bahasa pada masing-masing indikator oleh validator ahli (VA) disajikan pada Tabel 3.26 berikut.

Tabel 3. 26 Nilai Rata-Rata Uji Kelayakan Bahasa Pada E-modul Perubahan Lingkungan Bermuatan *Project-ESD*

Indikator	VA 1 (%)	VA 2 (%)	VA 3 (%)	Rata-Rata (%)
Lugas	75	83,3	100	86,1
Komunikatif	100	100	100	100
Dialogis dan interaktif	75	87,5	100	87,5
Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	75	87,5	100	87,5
Kesesuaian dengan kaidah bahasa	75	87,5	100	87,5
Penggunaan istilah simbol, atau ikon	100	100	100	100
<b>Nilai Akhir</b>	<b>85,4</b>	<b>91,7</b>	<b>100</b>	<b>92,4</b>

Berdasarkan Tabel 3.26 nilai rata-rata uji kelayakan bahasa oleh validator ahli (VA) untuk indikator kelugasan bahasa pada e-modul sebesar 86,1%, komunikatif sebesar 100%, dialogis dan interaktif sebesar 87,5%, kesesuaian dengan perkembangan peserta didik sebesar 87,5%, kesesuaian dengan kaidah bahasa sebesar 87,5%, serta penggunaan istilah simbol, atau ikon sebesar 100%, kategori sangat layak. Nilai rata-rata uji kelayakan bahasa oleh ke-3 validator ahli sebesar 92,4%. Maka, berdasarkan uji kelayakan bahasa E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* sangat layak untuk digunakan di dalam pembelajaran.

Berdasarkan hasil validasi e-modul yang telah dilakukan oleh validator ahli, ada beberapa bagian e-modul yang perlu diperbaiki. Berikut disajikan bagian-bagian e-modul yang diperbaiki sebelum diterapkan di kelas eksperimen.

- 1) Evaluasi kegiatan seperti soal-soal keterampilan pemecahan masalah dilakukan minimal sebanyak dua kali. Pada e-modul ini evaluasi kegiatan soal-soal keterampilan pemecahan masalah dilakukan sebanyak 4 kali. Soal keterampilan pemecahan masalah pencemaran air 1, pencemaran tanah 1, pencemaran udara 1, dan pencemaran suara 1. Soal-soal keterampilan

pemecahan masalah pada e-modul disajikan pada fitur BIFAN atau “*Be Improving for Change*”.

- 2) Evaluasi kegiatan seperti angket kesadaran berkelanjutan dilakukan minimal sebanyak dua kali. Pada e-modul ini evaluasi kegiatan angket kesadaran berkelanjutan dilakukan sebanyak 4 kali. Angket kesadaran berkelanjutan terhadap permasalahan pencemaran air 1, pencemaran tanah 1, pencemaran udara 1, dan pencemaran suara 1. Angket kesadaran berkelanjutan pada e-modul disajikan pada fitur LCFC atau “*Let’s Committ for Change*”.

#### d. Hasil Uji Keterbacaan E-modul

Uji keterbacaan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dilakukan untuk mengetahui bahwa E-modul yang dikembangkan layak atau tidak untuk digunakan di dalam pembelajaran. E-modul yang dikembangkan diharapkan mempermudah pembaca untuk memahami materi perubahan lingkungan yang disajikan di dalam e-modul tersebut. Pada penelitian ini, uji keterbacaan E-modul dilakukan dengan menggunakan uji rumpang (*cloze test*). Uji rumpang dilakukan dengan cara menghilangkan beberapa kata yang ada pada teks yang dilakukan dengan dua cara yaitu secara acak (Suhadi, 1996). Rumus untuk menentukan tingkat keterbacaan (TK) disajikan sebagai berikut.

$$\text{Tingkat keterbacaan (TK)} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Kategori untuk menentukan tingkat keterbacaan (TK) disajikan pada Tabel 3.27.

Tabel 3. 27 Kategori Tingkat Keterbacaan E-modul

Rentang	Kategori
TK > 57 %	Tinggi
44% ≤ TK ≤ 57 %	Sedang
TK < 44%	Rendah

(Suhadi, 1996)

Uji keterbacaan dilakukan dengan mengambil wacana yang terdapat di dalam E-modul yang terdiri dari materi perubahan lingkungan, pencemaran air, materi pencemaran tanah, pencemaran udara, dan pencemaran suara. Instrumen uji keterbacaan pada penelitian ini terdiri dari 50 soal rumpang yang akan dijawab oleh peserta didik. Uji keterbacaan e-modul pada penelitian ini dilakukan dengan memberikan instrumen tes rumpang yang telah disusun kepada 33 peserta didik.



Rekapitulasi hasil uji tes rumpang peserta didik disajikan pada Tabel 3.28 berikut dan Lampiran 12.

Tabel 3. 28 Hasil Uji Keterbacaan E-modul perubahan Lingkungan Bermuatan *Project-ESD*

Skor Total	Skor Maksimal	Tingkat Keterbacaan (%)	Kategori
1632	1650	98,9	Tinggi

Berdasarkan Tabel 3.28 menunjukkan bahwa nilai rata-rata uji keterbacaan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *project-ESD* yang diberikan kepada 33 peserta didik sebesar sebesar 98,9% kategori Tinggi. Maka, dapat disimpulkan bahwa E-modul perubahan lingkungan bermuatan *project-ESD* layak digunakan di dalam pembelajaran.

#### 4) **Implementation (Pelaksanaan)**

Tahap *Implementation* (pelaksanaan) adalah tahap penerapan atau penggunaan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* yang sudah dikembangkan. E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* ini diterapkan di kelas eksperimen untuk digunakan sebagai sumber belajar pada materi perubahan lingkungan yang sangat diharapkan dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik. Sebelum proses pembelajaran dengan menggunakan E-modul bermuatan *Project-ESD* diterapkan pada kelas eksperimen dan buku teks IPA Biologi yang biasa digunakan sekolah diterapkan pada kelas kontrol terlebih dahulu diberikan *pre-test* kepada peserta didik dengan menggunakan instrumen keterampilan pemecahan masalah dan instrumen angket kesadaran berkelanjutan. Setelah pembelajaran selesai dilaksanakan lalu diberikan *post-test* kepada peserta didik dengan menggunakan instrumen keterampilan pemecahan masalah dan instrumen angket kesadaran berkelanjutan yang sama dengan soal *pre-test*. Penerapan pembelajaran pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol disajikan pada Tabel 3.30 dan Lampiran 4.

#### 5) **Evaluation (Evaluasi)**

Tahap evaluasi (*evaluation*) bertujuan untuk membuat e-Modul bermuatan *Project-ESD* yang dikembangkan menjadi lebih baik dan relevan digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Tahap evaluasi (*evaluation*) dilakukan dengan mengevaluasi penggunaan e-modul bermuatan *Project-ESD* pada pembelajaran



materi perubahan lingkungan. Evaluasi ini mengacu pada respon peserta didik setelah pembelajaran dengan memberikan instrumen respon peserta didik berupa angket respon untuk dijawab oleh peserta didik dan temuan yang diperoleh oleh peneliti setelah E-modul tersebut di implementasikan di kelas eksperimen. Setelah E-modul digunakan di sekolah, peneliti akan menemukan bagian-bagian yang perlu diperbaiki dari E-modul tersebut. Sehingga, E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* tersebut dapat digunakan dan sesuai dengan kebutuhan sekolah dan kurikulum Merdeka.

### 3.6.2 Fase 2 (Kuantitatif) Penerapan E-modul Perubahan Lingkungan bermuatan *Project-ESD*

Pada fase penerapan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara dilakukan pada peserta didik kelas X IPA SMA di kabupaten Tapanuli Utara kecamatan Tarutung. Perbedaan peningkatan keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik SMA kelas X pada materi perubahan lingkungan dilakukan dengan memberikan *pre-test* dan *post-test (non-equivalent control group design)* pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Adapun rancangan *non-equivalent control group design* dapat kita lihat pada Tabel 3.29.

Tabel 3. 29 Implementasi E-modul bermuatan *Project-ESD*

Kelompok	<i>Pre-test</i>	Perlakuan	<i>Post-test</i>
Kelompok Eksperimen	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
Kelompok Kontrol	O <sub>1</sub>	-	O <sub>2</sub>

(Creswell, J. W., & Guetterman, T.C., 2019)

Keterangan:

O<sub>1</sub>: *Pre-test* keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik sebelum kegiatan pembelajaran.

O<sub>2</sub>: *Post-test* keterampilan pemecahan masalah dan kesadaran berkelanjutan peserta didik setelah kegiatan pembelajaran.

X: Pembelajaran menggunakan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara.

-: Pembelajaran menggunakan buku teks sekolah yang biasa digunakan/ bersifat general.

Berdasarkan Tabel 3.29 dapat ditemukan bahwa terdapat dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kontrol. Pada kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen diberikan *pre-test* berupa soal keterampilan pemecahan masalah dan angket kesadaran berkelanjutan peserta didik sebelum pelaksanaan pembelajaran. Pada saat pelaksanaan pembelajaran kelompok eksperimen menggunakan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dengan memanfaatkan realitas lokal kabupaten Tapanuli Utara sedangkan kelompok kontrol menggunakan buku teks pembelajaran IPA Biologi yang biasa digunakan di sekolah bersifat general atau umum. Setelah pembelajaran dilaksanakan, maka kelompok eksperimen dan kelompok kontrol diberikan *post-test* berupa soal keterampilan pemecahan masalah dan angket kesadaran berkelanjutan peserta didik. Penerapan pembelajaran pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol disajikan pada Tabel 3.30 dan Lampiran 4.

Tabel 3. 30 Penerapan E-modul Bermuatan *Project-ESD* pada Pembelajaran

Pertemuan	Kelompok Eksperimen	Kelompok Kontrol
<b>Pertemuan 1</b> (18 Maret 2024)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik mengerjakan <i>pre-test</i> berupa soal <i>essay</i> keterampilan pemecahan masalah dan angket kesadaran berkelanjutan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum dilaksanakan pembelajaran dengan menggunakan E-Modul Perubahan Lingkungan bermuatan <i>Project-ESD</i>.</li> <li>2. Peserta didik menerima E-Modul Perubahan Lingkungan bermuatan <i>Project-ESD</i> dalam bentuk <i>link</i> dan <i>QR code</i> yang dapat di <i>scan</i> secara langsung menggunakan HP.</li> <li>3. Peserta didik mendengarkan penjelasan dari guru tentang cara menggunakan E-Modul perubahan lingkungan bermuatan <i>Project-ESD</i> beserta fitur-fiturnya.</li> <li>4. Peserta didik dibagi menjadi 7 kelompok yang terdiri dari 5 orang/ kelompok dan bergabung dengan teman satu kelompoknya.</li> <li>5. Peserta didik diberikan penugasan untuk melaksanakan kegiatan 1 yang ada pada E-Modul perubahan lingkungan bermuatan <i>Project-ESD</i> secara berkelompok yaitu melaksanakan observasi dan wawancara terhadap beberapa keluarga yang ada lingkungan sekitar tempat tinggal mereka.</li> <li>6. Peserta didik menanyakan bagian yang kurang dipahami dari kegiatan 1 kepada guru.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Peserta didik diberi penugasan untuk mempelajari materi perubahan lingkungan yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya.</li> </ol>
<b>Pertemuan 2 dan 3</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik duduk berdasarkan kelompok masing-masing.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik kelompok kontrol tidak dibagikan</li> </ol>

<p>(20 Maret s/d 3 April 2024)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Peserta didik mempresentasikan hasil observasi dan wawancara mereka di depan kelas.</li> <li>3. Peserta didik yang bukan pemateri memberikan pertanyaan terkait hasil presentasi dari pemateri.</li> <li>4. Peserta didik kembali duduk berdasarkan kelompoknya.</li> <li>5. Setiap kelompok peserta didik berdiskusi untuk mempelajari materi perubahan lingkungan yaitu pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara dan pencemaran suara yang ada di dalam E-modul bermuatan <i>Project-ESD</i>.</li> <li>6. Peserta didik menanyakan kepada guru bagian dari materi yang tidak dipahami.</li> <li>7. Peserta didik melanjutkan diskusi untuk mengerjakan soal-soal keterampilan pemecahan masalah (BIFAN) dan angket kesadaran berkelanjutan (LCFC) pada sub-topik pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara dan pencemaran suara yang ada di dalam E-modul bermuatan <i>Project-ESD</i>.</li> <li>8. Peserta didik menanyakan kepada guru bagian-bagian yang tidak dipahami untuk menyelesaikan soal-soal BIFAN dan LCFC.</li> <li>9. Setiap kelompok peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompok terkait jawaban soal-soal keterampilan pemecahan masalah (BIFAN) dan angket kesadaran berkelanjutan (LCFC) pada sub-topik pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara dan pencemaran suara yang ada di dalam E-modul bermuatan <i>Project-ESD</i>.</li> <li>10. Peserta didik yang bukan pemateri memberikan pertanyaan dan masukan terkait hasil presentasi dari pemateri.</li> <li>11. Peserta didik menyimpulkan hasil diskusi bersama dengan bantuan guru.</li> <li>12. Peserta didik kembali duduk kondusif dan membuka E-modul perubahan lingkungan bermuatan <i>Project-ESD</i>.</li> <li>13. Peserta didik mengerjakan (LKPD) berupa kegiatan proyek ProTaFoC pada E-modul berdasarkan sub-topik yang dibahas oleh masing-masing kelompok peserta didik.</li> <li>14. Setiap kelompok mengerjakan LKPD pada E-modul bermuatan <i>Project-ESD</i> dengan membuat rancangan proyek yang dikerjakan berdasarkan sub-topik masing-masing kelompok dan tetap dibimbing oleh guru</li> <li>15. Peserta didik menyelesaikan pengerjaan proyek sebagai bentuk penugasan.</li> </ol>	<p>E-modul tetapi menggunakan buku teks pembelajaran yang memuat materi perubahan lingkungan yang biasa digunakan di sekolah.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Peserta didik mendengarkan penjelasan dari guru tentang materi perubahan lingkungan yaitu pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara, dan pencemaran suara yang disajikan dalam bentuk PPT di depan kelas dengan menggunakan proyektor.</li> <li>3. Peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 5 orang / kelompok.</li> <li>4. Guru menentukan sub-topik perubahan lingkungan yang dikerjakan oleh masing-masing kelompok seperti pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara, dan pencemaran suara.</li> <li>5. Guru memberikan penugasan kepada peserta didik untuk mengamati permasalahan perubahan lingkungan yang terjadi di sekitar tempat tinggal mereka dan memberikan solusi terhadap permasalahan lingkungan tersebut berdasarkan sub-topik yang telah ditentukan oleh guru.</li> </ol>
------------------------------------	--	--

	<ol style="list-style-type: none"> <li>16. Peserta didik mempersiapkan presentasi pengerjaan LKPD ProTaFoC berupa proyek pada pertemuan berikutnya.</li> <li>17. Peserta didik bertanya kepada guru terkait kendala pengerjaan proyek.</li> </ol>	
<b>Pertemuan 4</b> (15-16 April 2023)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Setiap kelompok peserta didik mempresentasikan hasil diskusi terkait pengerjaan LKPD ProTaFoC pada E-modul berupa proyek yang sudah dikerjakan.</li> <li>2. Peserta didik yang bukan pemateri memberikan pertanyaan dan masukan terkait hasil presentasi dari pemateri.</li> <li>3. Peserta didik menerima masukan dari guru dan menyimpulkan hasil pembelajaran.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik mempresentasikan hasil penugasan masing-masing kelompok di depan kelas dengan arahan dari guru.</li> </ol>
<b>Pertemuan 5</b> (18-19 April 2023)	Peserta didik mengerjakan <i>post-test</i> berupa soal <i>essay</i> keterampilan pemecahan masalah dan angket kesadaran berkelanjutan untuk mengetahui perbedaan kemampuan peserta didik pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah pembelajaran dengan perlakuan yang berbeda.	

Setelah proses pembelajaran selesai, angket berupa respon peserta didik terhadap e-Modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* diberikan kepada peserta didik kelompok eksperimen yaitu kelompok yang menggunakan E-modul bermuatan *Project-ESD*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap E-Modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* yang telah digunakan selama proses pembelajaran di kelas. Selanjutnya, dilakukan pengelolaan dan analisis data yang sudah didapatkan oleh peneliti pada saat pelaksanaan penelitian dengan menggunakan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD*. Pengelolaan dan Analisis data tersebut meliputi data hasil jawaban peserta didik terhadap instrumen keterampilan pemecahan masalah, instrumen angket kesadaran berkelanjutan, dan instrumen respon peserta didik terhadap pembelajaran dengan menggunakan E-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD*. Kemudian dilanjutkan dengan penyusunan temuan dan pembahasan pada bab IV, menarik kesimpulan dan saran dari hasil penelitian pada bab V, serta publikasi ilmiah.

### 3.7 Teknik Analisis Data Kuantitatif

#### 3.7.1 Analisis Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik

Data kuantitatif berupa hasil tes keterampilan pemecahan masalah diperoleh dari nilai *pre-test* dan *post-test* peserta didik. Hasil *pre-test* dan *post-test* masing-masing peserta didik diberi skor sesuai dengan menggunakan rubrik penilaian skor keterampilan pemecahan masalah. Adapun rubrik penilaian skor keterampilan pemecahan masalah untuk masing-masing indikator disajikan pada Tabel 3.31 berikut.

Tabel 3. 31 Rubrik Penilaian Keterampilan Pemecahan Masalah

No	Indikator	Soal	Pedoman Penskoran	Skor
1.	Memfokuskan masalah ( <i>focus on the problem</i> )	Tuliskanlah 2 rumusan masalah yang berkaitan dengan permasalahan tersebut!	Jika peserta didik tidak menuliskan permasalahan yang relevan dengan wacana.	0
			Jika peserta didik menuliskan permasalahan yang tidak relevan dengan wacana dan alasan tidak tepat.	1
			Jika peserta didik menuliskan satu permasalahan yang relevan dengan wacana tetapi alasan tidak tepat.	2
			Jika peserta didik menuliskan satu permasalahan yang relevan dengan wacana dan alasan yang tepat.	3
			Jika peserta didik menuliskan lebih dari satu permasalahan yang relevan dengan wacana tetapi alasan tidak tepat.	4
			Jika peserta didik menuliskan lebih dari satu permasalahan yang relevan dengan wacana dan alasan yang tepat.	5
2	Mendeskripsikan masalah ( <i>describe the problem</i> )	Jelaskanlah hal-hal yang dapat menyebabkan permasalahan lingkungan berdasarkan rumusan masalah tersebut!	Jika peserta didik tidak menuliskan penyebab permasalahan yang relevan dengan wacana.	0
			Jika peserta didik menuliskan penyebab permasalahan yang tidak relevan dengan wacana dan alasan yang tidak tepat.	1
			Jika peserta didik menuliskan satu penyebab permasalahan yang relevan dengan wacana tetapi alasan tidak tepat.	2
			Jika peserta didik menuliskan satu penyebab permasalahan yang relevan dengan wacana dan alasan yang tepat.	3
			Jika peserta didik menuliskan lebih dari satu penyebab permasalahan yang relevan dengan wacana tetapi alasan tidak tepat.	4
			Jika peserta didik menuliskan lebih dari satu penyebab permasalahan yang relevan dengan wacana dan alasan yang tepat	5
3.	Merencanakan solusi pemecahan	Tuliskanlah minimal 2 solusi	Jika peserta didik tidak menuliskan solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi	0

	masalah ( <i>plan solution</i> )	yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan tersebut!	permasalahan yang relevan dengan wacana	
			Jika peserta didik menuliskan solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang tidak relevan dengan wacana dan alasan tidak tepat	1
			Jika peserta didik menuliskan satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang relevan dengan wacana tetapi alasan tidak tepat	2
			Jika peserta didik menuliskan satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang relevan dengan wacana dan alasan yang tepat	3
			Jika peserta didik menuliskan lebih dari satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang relevan dengan wacana tetapi alasan tidak tepat	4
			Jika peserta didik menuliskan lebih dari satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang relevan dengan wacana dan alasan yang tepat	5
4.	Mengevaluasi solusi ( <i>evaluate solution</i> )	Jelaskanlah kelebihan dan kekurangan setiap solusi yang kamu ambil untuk mengatasi permasalahan lingkungan tersebut!	Jika peserta didik tidak menuliskan kelebihan dan kekurangan setiap solusi yang relevan dengan wacana	0
			Jika peserta didik menuliskan kelebihan dan kekurangan dari salah satu solusi yang tidak relevan dengan wacana dan alasan tidak tepat	1
			Jika peserta didik menuliskan kelebihan dan kekurangan dari salah satu solusi yang relevan dengan wacana tetapi alasan tidak tepat	2
			Jika peserta didik menuliskan kelebihan dan kekurangan dari salah satu solusi yang relevan dengan wacana dan alasan yang tepat	3
			Jika peserta didik menuliskan kelebihan dan kekurangan dari dua solusi yang relevan dengan wacana tetapi alasan tidak tepat	4
			Jika peserta didik menuliskan kelebihan dan kekurangan dari dua solusi yang relevan dengan wacana dan alasan yang tepat	5

Hasil *pre-test* dan *post-test* masing-masing peserta didik yang sudah diberi skor sesuai dengan menggunakan rubrik penilaian skor keterampilan pemecahan masalah dihitung skornya menjadi nilai (Arikunto, 2010). Kemudian, hasil *pre-test* dan *post-test* keterampilan pemecahan masalah dianalisis dengan uji statistik menggunakan aplikasi SPSS 26. Analisis data yang keterampilan pemecahan masalah yang dilakukan yaitu analisis deskriptif, analisis skor Gain dan N-gain

untuk menghitung peningkatan keterampilan peserta didik, dan uji beda rata-rata meliputi uji prasyarat dan uji hipotesis.

### 1. Analisis Deskriptif Statistik

Analisis deskriptif statistik terhadap data *pre-test* dan *post-test* keterampilan pemecahan masalah kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS 26. Analisis deskriptif ini bertujuan untuk mengetahui nilai rata-rata atau *mean*, skor minimum, skor maksimum, dan standar deviasi dari nilai *pre-test* dan *post-test* keterampilan pemecahan masalah peserta didik pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Data standar deviasi bertujuan untuk mengetahui nilai keterampilan pemecahan masalah kelompok eksperimen atau kelompok kontrol yang lebih banyak mendekati nilai rata-rata. Nilai standar deviasi yang lebih kecil artinya nilai pada kelompok tersebut memiliki lebih banyak nilai yang mendekati nilai rata-rata.

### 2. Analisis Skor Gain dan N-Gain

Untuk mengetahui peningkatan keterampilan pemecahan masalah dilakukan perhitungan gain untuk setiap peserta didik dan *N-Gain* pada hasil keterampilan pemecahan masalah peserta didik. *N-Gain* adalah *gain* yang dinormalisasi bertujuan untuk menghindari kesalahan dalam menginterpretasikan perolehan *gain* (selisih antara skor *pre-test* dan *post-test*) dari peserta didik. Kemudian hasil *N-gain* dikategorikan ke dalam tiga kategori yang disajikan pada Tabel 3.32 berikut.

Tabel 3. 32 Kategori Nilai N-Gain

No.	Rentang <i>N-Gain</i>	Keterangan
1.	$N-Gain > 0,7$	Tinggi
2.	$0,3 \leq N-Gain \leq 0,7$	Sedang
3.	$N-Gain < 0,3$	Rendah

(Hake, 2002)

### 3. Uji Beda Rata-rata

Uji beda rata-rata gain pada keterampilan pemecahan masalah peserta didik kelompok eksperimen dan kontrol sangat penting dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya peningkatan keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Namun, sebelum dilakukan uji beda rata-rata perlu dilakukan uji prasyarat dan uji hipotesis terlebih dahulu. Uji prasyarat yang digunakan yaitu uji normalitas dan uji

homogenitas.

**a) Normalitas**

Uji prasyarat berupa uji normalitas data bertujuan untuk mengetahui normal atau tidaknya sebaran data dalam penelitian. Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan terhadap data hasil *pre-test* dan *post-test* keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Uji normalitas dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dilakukan menggunakan Aplikasi SPSS 26. Data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai taraf signifikannya lebih besar dari 0,05 ( $\text{Sig} > 0,05$ ).

**b) Uji Homogenitas**

Uji prasyarat berupa uji homogenitas data bertujuan untuk mengetahui kehomogenan data artinya data tersebut dapat mewakili seluruh populasi yang ada. Uji homogenitas varians data *pre-test* dan *post-test* keterampilan pemecahan masalah peserta didik dilakukan dengan menggunakan *Levene's Test of Equality of Error Variances*. Data dikatakan homogen atau memiliki varians yang sama jika nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05 ( $\text{Sig} > 0,05$ ).

**c) Uji Hipotesis**

Uji hipotesis pada penelitian ini dilakukan dengan uji perbedaan dua rerata, Uji perbedaan dua rerata pada keterampilan pemecahan masalah peserta didik perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan rerata hasil *pre-test* (sebelum diberi perlakuan) dan *post-test* (setelah diberi perlakuan) peserta didik pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Jika nilai signifikannya (*sig 2-tailed*) lebih besar dari 0,05 ( $\text{Sig} > 0,05$ ), maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai keterampilan pemecahan masalah kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Namun, jika nilai signifikannya (*sig 2-tailed*) lebih kecil dari 0,05 ( $\text{Sig} < 0,05$ ) maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai keterampilan pemecahan masalah kelompok kontrol dan kelompok eksperimen (Kadir, 2016).

**3.7.2 Analisis Kesadaran Berkelanjutan Peserta Didik (*Sustainability Consciousness*)**

Pemberian nilai kesadaran berkelanjutan (*sustainability consciousness*) peserta didik dilakukan dengan menggunakan skala Likert. Berikut disajikan skor



penilaian dengan menggunakan skala Likert pada Tabel 3.33 (Arikunto, 2016) .

Tabel 3. 33 Skor Skala Likert untuk Respon Peserta Didik

No.	Analisis	Pernyataan	
		Positif	Negatif
1.	Sangat Setuju	4	1
2.	Setuju	3	2
3.	Tidak Setuju	2	3
4.	Sangat Tidak Setuju	1	4

Hasil skor yang sudah dihitung diubah menjadi nilai dengan menggunakan rumus (Arikunto, 2016). Kemudian, hasil tes kesadaran berkelanjutan peserta didik dianalisis dengan uji statistik menggunakan aplikasi SPSS 26. Data berupa hasil tes berupa angket kesadaran berkelanjutan peserta didik dianalisis melalui beberapa tahap yaitu analisis deskriptif, analisis skor Gain dan N-gain untuk menghitung peningkatan keterampilan peserta didik, dan uji beda rata-rata meliputi uji prasyarat dan uji hipotesis.

### 3.7.3 Analisis Angket Respon Peserta Didik

Pemberian nilai respon peserta didik terhadap pembelajaran yang menggunakan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *project-ESD* peserta didik dilakukan dengan menggunakan skala Likert yang terdiri dari 4 skor. Hasil skor yang sudah dihitung diubah menjadi bentuk persentase. Persentase hasil jawaban peserta didik terhadap pembelajaran dengan menggunakan e-modul perubahan lingkungan bermuatan *Project-ESD* dianalisis dengan menggunakan rumus (Arikunto, 2016). Hasil persentase respon peserta didik terhadap penggunaan e-Modul perubahan lingkungan bermuatan *project-ESD* tersebut diinterpretasikan ke dalam kategori berdasarkan Tabel 3.34 berikut.

Tabel 3. 34 Kriteria Persentase Respon Peserta Didik

Persentase (%)	Kriteria
81 – 100	Sangat baik
61 – 80	Baik
41 – 60	Cukup Baik
21 – 40	Kurang Baik
0 – 20	Tidak Baik

(Riduwan, 2015)