

BAB IV PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan

1. Pengembangan *E-modul* IPA berbasis ESD Pada Materi Teknologi Ramah Lingkungan

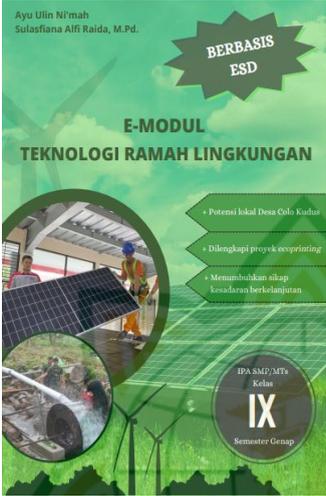
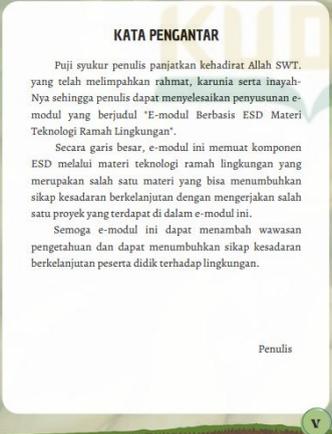
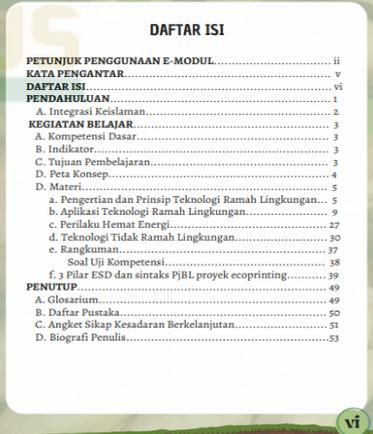
a. Desain *E-modul* IPA Berbasis ESD Pada Materi Teknologi Ramah Lingkungan

1) Bagian Pendahuluan

Bagian pendahuluan merupakan bagian awal yang harus dipahami sebelum memasuki bagian yang selanjutnya. Bagian ini berisi cover depan, petunjuk penggunaan *e-modul*, kata pengantar, daftar isi, dan integrasi keislaman. Cover depan berfungsi menyajikan informasi tentang *e-modul*, menyajikan ilustrasi tentang isi *e-modul* dan meningkatkan daya tarik peserta didik terhadap *e-modul*. Petunjuk penggunaan *e-modul* yang berfungsi untuk memudahkan pengguna dalam memahami isi *e-modul* yang berisi berupa fitur-fitur yang ada di dalam *e-modul*. Kata pengantar yang berfungsi ucapan syukur dan terimakasih penulis kepada pihak yang telah membantu penyelesaian dalam pembuatan *e-modul*. Daftar isi yang berfungsi sebagai panduan bagi pengguna dalam menunjukkan letak halaman sesuai dengan konten. Integrasi keislaman yang berfungsi mengajak peserta didik untuk merenungkan ayat al-qur'an yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari.

Berikut merupakan hasil *design* setelah adanya revisi dari validasi ahli baik ahli materi maupun ahli medis yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Bagian Pendahuluan E-modul
Design E-modul IPA berbasis ESD

No.	1	2
		
	<p>Cover, pada halaman cover berisi judul modul, nama penyusun modul, gambar sesuai dengan materi, kelas dan poin tambahan dari isi modul.</p>	<p>Halaman Petunjuk Penggunaan E-modul, pada halaman ini berisi fitur-fitur petunjuk penggunaan yang ada di dalam e-modul.</p>
No.	3	4
		

	<p>Halaman Kata Pengantar, pada halaman ini berisi ucapan rasa syukur dan terimakasih penulis kepada pihak yang telah membantu dalam penyelesaian <i>e-modul</i> IPA berbasis ESD pada materi teknologi ramah lingkungan.</p>	<p>Halaman Daftar Isi, pada halaman ini berisi urutan judul setiap bab beserta halaman yang terdapat pada <i>e-modul</i> IPA berbasis ESD.</p>
<p>No. 5</p>		<p>6</p>
	<p>Halaman Pendahuluan Pertama, pada halaman ini berisi latar belakang terbentuknya <i>e-modul</i> dan tujuan pembuatan <i>e-modul</i> IPA berbasis ESD ini.</p>	
	<p>Halaman Pendahuluan Kedua, pada halaman ini berisi tentang integrasi keislaman di mana peserta didik untuk merenungkan ayat al-qur'an yang ada kaitannya dengan materi teknologi ramah lingkungan.</p>	

2) Bagian Isi

Bagian isi merupakan bagian inti dalam *e-modul* yang berisi tujuan pembelajaran (KI, KD, Indikator, dan tujuan pembelajaran) yang akan dicapai oleh peserta didik pada materi teknologi ramah lingkungan. Peta konsep yang berfungsi sebagai alat untuk mengetahui apa yang sudah diketahui oleh peserta didik mengarah pada pembelajaran yang lebih bermakna. Materi yang berfungsi untuk menambah pemahaman peserta didik dalam

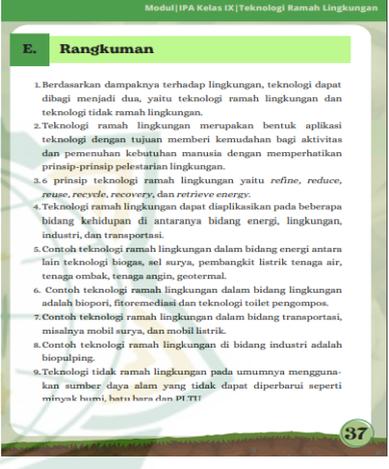
memahami pokok bahasan dalam *e-modul*. Halaman penerapan ESD berfungsi sebagai praktik peserta didik dalam mewujudkan kelestarian lingkungan untuk masa sekarang dan masa depan yang sesuai dengan materi dalam *e-modul*. Rangkuman yang berfungsi sebagai catatan singkat mengenai sebuah materi yang disusun secara urut dan teratur. Uji Kompetensi yang berfungsi untuk mengasah kemampuan kompetensi peserta didik setelah mempelajari materi. Kegiatan proyek yang berkaitan dengan materi dengan model pembelajaran PjBL dan dikaitkan dengan pilar ESD.

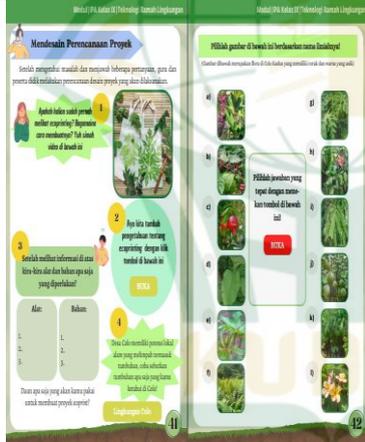
Berikut merupakan hasil *design* bagian isi setelah adanya revisi dari validasi ahli baik ahli materi maupun ahli media yang dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Bagian Isi E-modul

No.	1	2
		
	<p>Halaman Kegiatan Belajar, pada halaman ini berisi kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian dan tujuan pembelajaran yang akan di capai.</p>	<p>Halaman Peta Konsep, pada halaman ini berisi bagan yang menampilkan hubungan antara satu konsep dengan konsep lainnya.</p>

<p>No. 3</p>	<p>Modul IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>MATERI</p> <p>A. Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>Ayo Kita Amati</p>  <p>Gambar 1. Stadion Melaik hati di Alun-Alun Kudu Sumber: portalkoran.pikiran-rakyat.com</p>  <p>Gambar 2. Stadion Melaik hati di Desa Colo Sumber: dikasari.pribadi</p>  <p>Gambar 3. Pembangunan Listrik Tenaga Uap Sumber: www.zipzika.com</p> <p>Apakah kamu sudah melihat ketiga gambar di atas? apakah ada hubungan antara gambar 1, 2, dan 3?</p>	<p>Modul IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>Penerapan ESD (Education Sustainable Development)</p> <p><i>Education Sustainable Development</i> atau Pendidikan Pembangunan Berkelanjutan bertujuan untuk membekali para peserta didik menjadi pribadi yang mampu mengambil keputusan dan tindakan tepat serta bertanggung jawab. Mereka bisa menyadari bahwa sebuah aksi dapat berpengaruh pada kondisi lingkungan, sosial, dan ekonomi di masa ini maupun mendatang.</p> <p>Dalam kasus yang sudah kalian baca, kalian bisa menerapkan prinsip teknologi ramah lingkungan di sekolah, seperti contoh berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Membawa botol minum (tumbler) dari rumah. 2. Membawa tempat bekal makanan dari rumah. 3. Hindari penggunaan kantong plastik. 4. Memilah sampah. Pihak sekolah dapat menyediakan beragam tempat sampah sesuai jenis sampahnya. Jenis sampah itu mulai dari sampah organik hingga sampah anorganik. Memilah sampah akan memudahkan proses pengolahan sampah selanjutnya. Jadi, lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. <p>Bacalah artikel kasus sampah botol plastik di bawah ini</p> <p>BUKA</p> 
	<p>Halaman Materi (Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan), pada halaman ini berisi penjelasan materi dan pertanyaan masalah yang disajikan.</p>	<p>Halaman Penerapan ESD (Bab Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan), pada halaman ini berisi penerapan ESD yang bisa dilakukan di sekolah guna menumbuhkan sikap kesadaran keberlanjutan.</p>
<p>No. 5</p>	<p>Modul IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>B. Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>Teknologi ramah lingkungan sudah diaplikasikan dalam berbagai bidang. Apa saja bidang-bidang dan contohnya? Mari simak pembahasan di bawah ini!</p> <p>1. BIDANG ENERGI</p> <p>a. Sel Surya</p> <p>Perubahan kelain melihat rumah dengan atap seperti gambar 4 di samping? kira-kira apakah itu?</p>  <p>Gambar 4. Rumah dengan atap panel sel surya Sumber: finansier.detik.com</p> <p>Gambar 4 menunjukkan rumah yang menggunakan sel surya sebagai pemasok listrik. Kita dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan <i>photovoltaic (PV) cell</i>, atau sering disebut sel surya. Sel surya terbuat dari silikon (Si) yang dimurnikan atau polikristalin silikon dengan beberapa logam yang mampu menghasilkan listrik.</p>  <p>Gambar 5. Instalasi panel surya di rumah Sumber: sunergi.co.id</p>	<p>Modul IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>Penerapan ESD (Education Sustainable Development)</p> <p>ESD juga bisa diterapkan dalam mengembangkan teknologi ramah lingkungan. Seperti halnya di desa Colo merupakan desa yang mempunyai kekayaan alam yang melimpah.</p> <p>Setelah melihat video tersebut, kita bisa memanfaatkan potensi lokal alamnya dengan membuat produk ramah lingkungan beserta aspek ESD sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dari aspek lingkungan, Desa Colo mempunyai kekayaan alam yang melimpah sehingga bisa dimanfaatkan untuk keberlangsungan kehidupan. 2. Dari aspek sosial-budaya, Desa Colo mempunyai beragam flora atau tumbuhan yang menjadi ciri khas desa tersebut. Seperti parijsoto, kopi, pakis dan lain sebagainya. Warga di sana selalu menanam kesadaran untuk menjaga dan merawat kelestarian alam di Colo. 3. Dari aspek ekonomi, banyak produk ramah lingkungan yang dihasilkan. Seperti kita bisa membuat <i>ecoprinting</i> (teknik mencetak, mewarnai dan membuat produk dengan menggunakan bahan-bahan alam). <p>Berikut cuplikan video terkait potensi Desa Colo, tekan tombol di bawah ini!</p> <p>BUKA</p> <p>Kita bisa membuat tas, totebag, topi, baju dengan menggunakan motif tumbuhan yang menjadi ciri khas Colo. Dari ke tiga aspek tersebut menjadikan pengembangan keberlanjutan di masa sekarang maupun mendatang.</p>

	<p>Halaman Materi (Teknologi Tidak Ramah Lingkungan), pada halaman ini berisi penjelasan apa saja yang termasuk teknologi tidak ramah lingkungan beserta cuplikan videonya.</p>	<p>Halaman Penerapan ESD (Bab Teknologi Tidak Ramah Lingkungan), pada halaman ini berisi penerapan ESD yang bisa dilakukan di sekolah guna menumbuhkan sikap kesadaran keberlanjutan.</p>
<p>No.</p>	<p>11</p>	<p>12</p>
		
	<p>Halaman Cuplikan Video, pada halaman yang berisi video ini menjelaskan secara jelas tentang materi yang sudah dipelajari.</p>	<p>Halaman Rangkuman, pada halaman rangkuman ini berisi ringkasan seluruh materi pada teknologi ramah lingkungan.</p>
<p>No.</p>	<p>13</p>	<p>14</p>
		

	<p>Halaman Uji Kompetensi, pada halaman ini berisi soal latihan berjumlah 10 soal pilihan ganda dan 5 soal uraian dengan ranah kognitif C2 sampai C6. Dan disertai dengan kunci jawaban dari soal pilihan ganda dan soal uraian.</p>	<p>Halaman Penerapan ESD Pada Proyek <i>Ecoprinting</i>, pada halaman ini peserta didik disuguhkan beberapa permasalahan tentang lingkungan dan menjawab pertanyaan dengan sikap kesadaran mereka masing-masing. Kemudian menerapkan produk <i>ecoprinting</i> yang ramah lingkungan yang bisa menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan peserta didik. pada halaman tersebut memuat komponen ESD yaitu pada aspek lingkungan.</p>
<p>No.</p>	<p>15</p>	<p>16</p>
		
	<p>Halaman Penerapan ESD Pada Proyek <i>Ecoprinting</i>, pada halaman ini berisi tentang membuat proyek <i>ecoprinting</i> dan memuat komponen ESD yaitu aspek sosial-budaya dimana yang menjelaskan tentang potensi lokal (keragaman flora) yang ada di Colo.</p>	<p>Halaman Penerapan ESD Pada Proyek <i>Ecoprinting</i>, pada halaman ini berisi interaksi antara penjual dan pembeli, dimana peserta didik akan dilatih memiliki jiwa kewirausahaan untuk saat ini dan masa depan demi menjaga kelestarian lingkungan.</p>

3) Bagian Penutup

Bagian penutup merupakan bagian akhir dalam *e-modul* yang berisi glosarium, daftar pustaka, instrumen skala sikap, dan biografi penulis. Glosarium berfungsi untuk membantu pengguna memahami istilah-istilah yang ada di dalam *e-modul* yang berupa kumpulan istilah penting yang tersusun secara alfabet yang mendefinisikan bidang tertentu. Daftar pustaka berfungsi sebagai sumber referensi atau rujukan yang digunakan dalam pembuatan pengembangan *e-modul*. Instrumen skala sikap berfungsi untuk mengetahui skala sikap peserta didik tentang kesadaran berkelanjutan tentang lingkungan setelah menggunakan *e-modul* dengan memberikan *checklist* pada pernyataan yang disediakan. Biografi penulis berfungsi untuk mengenal penulis *e-modul* mengenai riwayat hidup dan pengamalan-pengalaman yang dimiliki oleh penulis.

Berikut merupakan hasil *design* pada bagian penutup setelah adanya revisi dari validasi ahli baik ahli materi maupun ahli media yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Bagian Penutup *E-modul*

No.	1	2
		
	<p>Halaman Glosarium, pada halaman ini berisi daftar alfabet istilah yang dilengkapi dengan definisi dari istilah tersebut. Glosarium pada <i>e-modul</i> ini berjumlah 12 istilah.</p>	<p>Halaman Daftar Pustaka, pada halaman ini berisi sumber materi yang digunakan sebagai referensi dalam <i>e-modul</i> ini.</p>

<p>No.</p>	<p>3</p>	<p>4</p>																																																															
	<p>Modul IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>ANONIK SIPAK KESADARAN BERKELANJUTAN PESERTA DIDIK</p> <p>A. IDENTITAS RESPONDEN Nama : Kelas : Sekolah :</p> <p>B. PETUNJUK PENGISIAN ANONIK 1. Isilahlah setiap pernyataan dengan baik dan teliti. 2. Jawablah pernyataan dengan jujur sesuai dengan kenyataan. 3. Pilihlah satu jawaban sesuai yang Anda lakukan dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom pilihan.</p> <p>Keterangan : 4 = Sangat Sering (SS) 3 = Sering (S) 2 = Kadang-Kadang (K) 1 = Sangat Jarang (SJ) 0 = Tidak Pernah (TP)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Pernyataan</th> <th>SS</th> <th>S</th> <th>K</th> <th>SJ</th> <th>TP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="7">Perilaku dan attitude awareness (Skalaperilaku terhadap lingkungan)</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Saya sadar akan sikap menghargai lingkungan di sekitar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Saya sadar akan pentingnya pemeliharaan air</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Saya sadar terhadap barang yang sudah tidak terpakai bisa di daur ulang kembali</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Saya merasa suka belajar sendiri yang terbantu dari buku sebagai pengganti belajar di kelas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Saya menantikan konsep dan peralatan teknik untuk sedang tidak digunakan</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="7">Emosional awareness (tingkat kekeruan terhadap masalah lingkungan)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Saya peduli dengan masalah lingkungan di lingkungan sekitar seperti sampah menggunakan limbah plastik di tempat sampah yang terbantu dari bahan</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>51</p>	No	Pernyataan	SS	S	K	SJ	TP	Perilaku dan attitude awareness (Skalaperilaku terhadap lingkungan)							1	Saya sadar akan sikap menghargai lingkungan di sekitar						2	Saya sadar akan pentingnya pemeliharaan air						3	Saya sadar terhadap barang yang sudah tidak terpakai bisa di daur ulang kembali						4	Saya merasa suka belajar sendiri yang terbantu dari buku sebagai pengganti belajar di kelas						5	Saya menantikan konsep dan peralatan teknik untuk sedang tidak digunakan						Emosional awareness (tingkat kekeruan terhadap masalah lingkungan)							6	Saya peduli dengan masalah lingkungan di lingkungan sekitar seperti sampah menggunakan limbah plastik di tempat sampah yang terbantu dari bahan						<p>Modul IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>Biografi Penulis</p> <p>Ayu Ulin N'imah, Lahir di Kudus, 25 Juni 2001. Berasal dari Desa Honggoso 7/2 Jekulo Kudus. Penulis saat ini masih menjadi mahasiswa aktif di Institut Agama Islam Negeri Kudus, menempuh pendidikan S1 Program Studi Tadris IPA angkatan 2019. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti organisasi HPMPS TIPA Sebagai Sekretaris 2 pada tahun 2021 dan mengikuti organisasi Ikatan Pelajar Putri Nahdhatul Ulama sebagai ketua pada tahun 2020. Penulis juga membuka Bimbel kategori private guna membantu menyulatkan ilmu kepada anak-anak tingkat SD/MI maupun SMP/MTs.</p> <p>Biografi Penulis</p> <p>Sulastiana Ali Raida, menempuh pendidikan S1 Pendidikan Biologi Universitas Negeri Semarang (UNNES) lulus tahun 2011 dan S2 Pendidikan IPA Konsentrasi Biologi UNNES lulus tahun 2015. Pada tahun 2012 mengikuti program S1 Kependidikan dengan Kewenangan Tambahan (S1 KKT) Pendidikan IPA UNNES. Saat ini adalah dosen pada Program Studi Tadris IPA Fakultas Tarbiyah Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Kudus. Mengampu mata kuliah kependidikan IPA dan Biologi, serta aktif dalam kegiatan penelitian dan melaksanakan berbagai pengabdian dalam masyarakat.</p> <p>53</p>
No	Pernyataan	SS	S	K	SJ	TP																																																											
Perilaku dan attitude awareness (Skalaperilaku terhadap lingkungan)																																																																	
1	Saya sadar akan sikap menghargai lingkungan di sekitar																																																																
2	Saya sadar akan pentingnya pemeliharaan air																																																																
3	Saya sadar terhadap barang yang sudah tidak terpakai bisa di daur ulang kembali																																																																
4	Saya merasa suka belajar sendiri yang terbantu dari buku sebagai pengganti belajar di kelas																																																																
5	Saya menantikan konsep dan peralatan teknik untuk sedang tidak digunakan																																																																
Emosional awareness (tingkat kekeruan terhadap masalah lingkungan)																																																																	
6	Saya peduli dengan masalah lingkungan di lingkungan sekitar seperti sampah menggunakan limbah plastik di tempat sampah yang terbantu dari bahan																																																																
	<p>Halaman Skala Sikap Kesadaran Berkelanjutan, pada halaman ini berisi pernyataan-pernyataan yang akan diisi peserta didik untuk mengetahui sikap kesadaran berkelanjutan mereka setelah menggunakan e-modul ini.</p>	<p>Halaman Biografi Penulis, pada halaman ini berisi riwayat hidup singkat penulis e-modul ini.</p>																																																															

b. Pengembangan E-modul IPA Berbasis ESD Pada Materi Teknologi Ramah Lingkungan

Penelitian ini merupakan pengembangan membuat sebuah produk bahan ajar dalam sistem pembelajaran. Pada penelitian ini dihasilkan berupa *e-modul* IPA berbasis ESD pada materi teknologi ramah lingkungan untuk menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan yang dilaksanakan di SMPN 2 Jekulo. Dalam pengembangan ini mengikuti model pengembangan 4D Thiagarajan yang disederhanakan menjadi 3D yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perencanaan), *Develop* (pengembangan). Berikut ini adalah uraian hasil dari tahapan pengembangan *e-modul* sehingga menjadi hasil akhir *e-modul* yang layak digunakan.

1) Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap ini untuk menentukan dan mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang dihadapi dalam kegiatan belajar mengajar. Tahap ini meliputi analisis permasalahan awal, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan analisis tujuan pembelajaran. Pada tahap *define*

didapatkan kisi-kisi *e-modul* IPA berbasis ESD untuk menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan peserta didik SMP/MTs sebagai berikut.

a) Analisis permasalahan awal

Pada tahap ini, tujuannya adalah untuk mengetahui permasalahan yang muncul selama proses pembelajaran. Pada tahap ini terlihat bahwa guru tidak memasukkan konten yang berkaitan dengan aspek pendidikan berkelanjutan dalam kurikulum, yang dapat mendorong sikap positif terhadap pembelajaran selanjutnya. Hal ini menyebabkan peserta didik masih acuh terhadap kondisi lingkungan disekitarnya, sehingga peserta didik masih sedikit sekali yang memiliki sikap kesadaran berkelanjutannya terhadap lingkungan. Problematika ini sejalan dengan penelitian dari Andita yang menyatakan belum adanya penerapan ESD dalam pembelajaran khususnya IPA.¹ Selain itu juga sikap kesadaran peserta didik masih rendah, pembelajaran IPA juga hanya terpaku pada materi tanpa adanya penerapan pendidikan berkelanjutan bagi peserta didik, hal tersebut juga menjadi salah satu masalah yang sedang dihadapi peserta didik SMPN 2 Jekulo. Dari permasalahan yang telah didapatkan perlunya pengembangan *e-modul* untuk dijadikan sumber belajar untuk meningkatkan minat peserta didik dalam proses pembelajaran yaitu dengan pemilihan model pendekatan yang tepat sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

b) Analisis peserta didik

Analisis peserta didik bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik peserta didik yang menjadi sasaran pengembangan produk. Karakteristik peserta didik dilihat dari kemampuan awal, motivasi, gaya belajar dan kesulitan belajar.² Dari hasil analisis didapatkan bahwa peserta didik perlu mengkonstruksi konsep IPA melalui aktivitas proyek untuk kehidupan berkelanjutan dengan gaya belajar yang menarik,

¹ Sakinah, "PENGEMBANGAN E-MODUL BERMUATAN EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD) TEMA MAKANAN FERMENTASI TRADISIONAL INDONESIA UNTUK MEMBANGUN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN KESADARAN BERKELANJUTAN."

² Kriesna Kharisma Purwanto, "Karakteristik Peserta Didik."

perluanya melatih sikap kesadaran berkelanjutan peserta didik dengan memberikan dorongan mental yang menggerakkan dan mengarahkan tingkah laku peserta didik dalam perilaku belajar, dan perlunya mengenalkan peserta didik pada pemanfaatan teknologi untuk menunjang pembelajaran.

c) Analisis tugas

Analisis tugas mengacu pada kompetensi dasar yang sudah dirancang dan dianalisis sesuai dengan tugas pokok yang akan dikembangkan. Hasil dari analisis tugas membutuhkan adanya *e-modul* yang memenuhi kebutuhan peserta didik berupa peningkatan sikap kesadaran berkelanjutan. Pemecahan masalah yang disajikan terhadap kebutuhan peserta didik melibatkan tanggapan yang merupakan sikap kesadaran peserta didik terhadap permasalahan yang disediakan.

Selain itu kebutuhan konsep ESD juga penting dalam proses pendidikan sains yang bertujuan dapat mengubah cara pandang dan sikap peserta didik terhadap lingkungan. Hal ini selaras dengan penelitian dari Pesrita dan Dika yang menyatakan bahwa memperoleh pendidikan pembangunan berkelanjutan sangat penting dalam pembelajaran, terutama bagaimana mengintegrasikan tiga pilar pendidikan berkelanjutan yaitu. pilar lingkungan, sosial dan ekonomi, untuk mendiskusikan dan memecahkan masalah untuk memahami pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai yang penting.³

d) Analisis konsep

Analisis konsep bertujuan untuk mengetahui konsep pokok bahasan produk yang dikembangkan dengan menganalisis kompetensi dasar. Analisis ini dilakukan untuk mengurangi kesalahpahaman tentang konsep IPA seperti materi teknologi ramah lingkungan. Dari hasil analisis konsep materi teknologi ramah lingkungan peneliti mengambil sub bab yaitu pengertian teknologi ramah lingkungan, aplikasi teknologi ramah lingkungan, perilaku hemat energi dan aplikasi teknologi tidak ramah lingkungan yang akan menjadi pembahasan dalam

³ Indrati and Hariadi, "ESD (Education for Sustainable Development) Melalui Pembelajaran Biologi."

pengembangan *e-modul*. Analisis konsep yang digunakan pada penelitian ini dilengkapi dengan pemahaman komponen ESD dan sikap menumbuhkan kesadaran berkelanjutan yang diimplementasikan pada *e-modul* sertabdisesuaikan dengan sintaks *project based learning*.

e) Analisis tujuan pembelajaran

Pada tahap ini, tujuannya adalah merumuskan tujuan pembelajaran berdasarkan analisis konsep. Dalam *e-modul*, tujuan pembelajaran yang dapat dicapai pada saat pelaksanaan kegiatan proyek *ecoprinting* dengan model pendekatan PjBL adalah agar siswa mengetahui bagaimana penerapan teknologi ramah lingkungan dan produk ramah lingkungan sederhana yang dapat digunakan baik di masa sekarang maupun di masa mendatang.

2) **Tahap Perencanaan (*Design*)**

Tahap perencanaan bertujuan menyiapkan draft awal *e-modul* yang akan dikembangkan melalui kisi-kisi komponen *e-modul* IPA berbasis ESD untuk menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan peserta didik SMP/MTs sesuai dengan yang didapatkan dari tahap pendefinisian. Tahap ini meliputi penyusunan instrumen, pemilihan format, pemilihan media, dan rancangan awal.

a) Penyusunan Instrumen Skala Sikap

Pada tahap ini yaitu penyusunan skala sikap kesadaran berkelanjutan berdasarkan analisis konsep dan perumusan tujuan pembelajaran. Penyusunan skala sikap ini diberikan setelah menggunakan *e-modul* dan nantinya digunakan sebagai skala ukur mengetahui sikap kesadaran berkelanjutan peserta didik terhadap materi yang sudah dipelajari.

b) Pemilihan media

Pada tahap ini, ditentukan lingkungan belajar yang cocok, dengan bantuan yang disajikan karakteristik mata pelajaran sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Pemilihan media ini berdasarkan dengan karakteristik peserta didik, analisis konsep dan analisis tugas. Desain awal produk media pembelajaran berupa modul elektronik pada materi teknologi ramah lingkungan di sesuaikan dengan indikator-indikator yang terdapat pada silabus. Kemudian mengumpulkan referensi berupa

sumber materi atau buku untuk mengembangkan media serta mengumpulkan video serta gambar yang sesuai dengan materi teknologi ramah lingkungan. Peneliti memilih media pengembangan *e-modul* dilengkapi dengan proyek yang ramah lingkungan. Penyusunan pengembangan *e-modul* menggunakan berbantuan aplikasi canva dan *flip PDF Professional*. *E-modul* ini dipilih karena fleksibel dan dapat digunakan secara mandiri dimanapun dan kapanpun sesuai instruksi yang jelas sehingga memudahkan pengguna.

c) Pemilihan format

Pemilihan format bertujuan untuk acuan penyusunan *e-modul* yang akan dibuat. Pemilihan format dalam pengembangan *e-modul* meliputi judul, petunjuk belajar, integrasi keislaman, kompetensi dasar yang akan dicapai, tujuan pembelajaran, materi yang akan dipelajari, penerapan ESD yang dapat dilakukan peserta didik, serta tugas-tugas dan proyek dikerjakan peserta didik.⁴ Sedangkan secara teknis, penulis akan mengembangkan sendiri supaya menarik minat peserta didik seperti bentuk, pemilihan warna, dan jenis font penulisan.

d) Rancangan produk

Hasil rancangan media yang akan dikembangkan berupa draft awal *e-modul* yang disusun berdasarkan sintak *project based learning*.⁵ Draft awal *e-modul* dibuat berdasarkan sintak *project based learning* dengan melakukan pengelompokan materi ke dalam 2 pertemuan. Adapun detail kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.4.

⁴ Andi Prastowo, *Pengembangan Bahan Ajar Tematik* (Yogyakarta: Diva Press, 2013).

⁵ Hosnan, *Pendekatan Sainstifik Dan Konstektual Dalam Pembelajaran Abad 21*.

Tabel 4. 4. Rencana Kegiatan Pada *E-modul*

Sintak <i>Project Based Learning</i>	Aktivitas
<p>Pertemuan 1</p> <p>Pengenalan Masalah</p>	   <p>Peserta didik diberikan beberapa pertanyaan mandasar. yang sesuai dengan realita yang yang relevan. Dengan mengerjakan <i>e-modul</i> pada halaman 6,7 dan 39. Dan mempelajari setiap materi yang disajikan.</p>

Mendesain
Perencanaan
Proyek

Modul | IPA Kelas IX | Teknologi Ramah Lingkungan

Mendesain Perencanaan Proyek

Setelah mengetahui masalah dan menjawab beberapa pertanyaan, guru dan peserta didik melakukan perencanaan: desain proyek yang akan dilaksanakan.

1 Apakah kalian sudah pernah melihat *ecoprinting*? Bagaimana cara membuatnya? Yuk, simak video di bawah ini!

2 Ayo kita tambah pengetahuan tentang *ecoprinting* dengan klik tombol di bawah ini!

BUKA

3 Setelah melihat informasi di atas kira-kira alat dan bahan apa saja yang diperlukan?

Alat:

- 1.
- 2.
- 3.

Bahan:

- 1.
- 2.
- 3.

Daun apa saja yang akan kamu pakai untuk membuat proyek *ecoprint*?

4 Desa Colo memiliki potensi lokal alam yang melimpah termasuk tumbuhan, coba sebutkan tumbuhan apa saja yang kamu ketahui di Colo!

Lingkungan

41

Pendidik dan peserta didik merencanakan penyelesaian proyek dengan menggunakan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proyek yang terdapat pada *e-modul* halaman 41, dan harus mengetahui potensi lokal di Colo.

Menyusun
Jadwal Aktivitas

Modul | IPA Kelas IX | Teknologi Ramah Lingkungan

Menyusun Jadwal Aktivitas

Guru dan peserta didik menyusun jadwal aktivitas untuk menyelesaikan proyek, waktu untuk penyelesaian proyek harus jelas dan peserta didik tetap diberi arahan untuk mengelola waktu yang sudah ada.

Yuk, kita membuat jadwal penyelesaian tugas proyek!

No	Tanggal	Deskripsi Kegiatan	Petugas
1.	21 Februari 2023 (tahap 1)	Pengertian masalah tentang kerusakan lingkungan dan bagaimana menyelesaikan masalah dengan menjawab pertanyaan	Peserta didik
2.	21 Februari 2023 (tahap 2)	Selanjutnya mendesain perencanaan proyek dengan menyiapkan apa saja yang akan digunakan dalam kegiatan proyek!	Pendidik dan Peserta didik
3.	21 Februari 2023 (tahap 3)	membuat jadwal kegiatan harian saja sesuai proyek pembuatan produk ramah lingkungan	Pendidik dan Peserta didik
4.	28 Februari 2023 (tahap 4)	mengawasi peserta didik dalam proses pembuatan produk ramah lingkungan	Pendidik
5.	28 Februari 2023 (tahap 5)	melakukan presentasi dengan menjelaskan hasil karya di depan kelas secara bergantian	Peserta didik
6.	28 Februari 2023 (tahap 6)	mengupload semua karya dan proses pembelajaran di sosial media guna mengajak semua untuk membuat produk ramah lingkungan	Peserta didik

DOWNLOAD TABEL

43

Pendidik dan peserta didik bekerja sama membuat jadwal aktivitas. Setelah menentukan jadwal, maka peserta didik diperbolehkan menggali sesuatu yang sudah ada di halaman 41 yang berkaitan dengan tugas proyek.

Pertemuan 2

Mengawasi Jalannya Proyek

Modul IPA Kelas IX [Teknologi Ramah Lingkungan]

Mengawasi Jalannya Proyek

Guru bertanggungjawab atas peserta didik untuk melakukan monitor terhadap aktivitas selama menyelesaikan proyek.

Berikut rubrik yang meremark keberhasilan aktivitas peserta didik.

No.	Aktivitas	Skor				Keterangan
		1	2	3	4	
1.	Persiapan					<p>4 = pembagian tugas anggota kelompok, pembuatan rencana penyelesaian proyek, rencana jadwal, persiapan perlatan, rencana presentasi sudah lengkap.</p> <p>3 = sebagian besar sudah ada pembagian tugas anggota kelompok, rencana penyelesaian proyek, persiapan perlatan, rencana jadwal, rencana presentasi secara lengkap.</p> <p>2 = sebagian kecil sudah ada untuk pembagian tugas anggota kelompok, pembuatan rencana penyelesaian proyek, persiapan perlatan, rencana jadwal, rencana presentasi.</p> <p>1 = tidak ada untuk pembagian tugas anggota kelompok, pembuatan rencana penyelesaian proyek, persiapan perlatan, rencana jadwal, rencana presentasi secara lengkap.</p>

44

Pendidik memfasilitasi peserta didik dalam setiap prosesnya. Peserta didik harap fokus pada pengerjaan proyek dengan satu kelompoknya. Urutan jalannya proyek terdapat pada halaman 44.

Penilaian Produk

Modul IPA Kelas IX [Teknologi Ramah Lingkungan]

Penilaian Terhadap Produk

Penilaian produk dilakukan saat masing-masing kelompok mempresentasikan produknya di depan kelas secara bergantian dengan kelompok lain.

Instrumen penilaian tugas proyek dapat dinilai dengan skala rentang

No.	Nama Kelompok	Aspek Penilaian			Skor Yang Didapat	Nilai
		Tahap Persiapan	Tahap Pelaksanaan	Tahap Presentasi		

Keterangan:
 Skor 4 = tanpa kesalahan
 Skor 3 = ada sedikit kesalahan
 Skor 2 = ada banyak kesalahan
 Skor 1 = tidak melakukan
 Skor maksimal = 12
 Skor minimal = 4

Nilai = Jumlah skor yang didapat x 100% / Skor Maksimal

Download format tabel di bawah ini!

Download

46

Pendidik memberikan *feedback* tentang tingkat pemahaman peserta didik yang sudah dicapai, hasil produk dipresentasikan pada masing-masing kelompok di depan kelas dengan bergiliran dengan kelompok lain untuk mengambil penilaian produk.

<p>Evaluasi</p>	
	<p>Peserta didik dimintai untuk mengungkapkan pengalamannya dan perasaannya pada saat penyelesaian proyek. Dan mengekspresikan hasil karyanya ke dalam sosial media yang bertujuan agar memberikan edukasi terhadap produk ramah lingkungan.</p>

Tabel 4. 5 Komponen ESD Pada E-modul

Komponen	Output
<p>1. Lingkungan (Permasalahan terkait kelestarian lingkungan)</p>	

	 <p>Modul IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>PRODUK RAMAH LINGKUNGAN</p> <p>Bacalah dengan seksama cerita di bawah ini!</p> <p>Rahman adalah siswa kelas IX SMP Negeri 1 Kudus yang memiliki hobi membuat kerajinan tangan. Dia termasuk dari keluarga yang kurang mampu. Pada saat itu pembelajaran di kelas membahas tentang teknologi ramah lingkungan. Akhirnya setelah pulang dari sekolah, memikirkan bahan yang ramah lingkungan yang akan dibuatnya nanti. Dari hobinya, Rahman berpikir ingin membuat sesuatu yang bisa dimanfaatkan oleh siapapun sekaligus bisa dijadikan bahan belajar serta dapat menambah penghasilan. Dari permasalahan tersebut kira-kira sesuatu apa yang bisa dibuat Rahman?</p> <p>Jawab: <input type="button" value="Jawab"/></p> <p>Pertanyaan</p> <p>Isilah jawaban di bawah dengan klik tombol di samping! <input type="button" value="BUKA"/></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apakah berpengaruh positif atau negatif yang dilakukan Rahman terhadap lingkungan? Jelaskan! 2. Apakah perilaku yang dilakukan Rahman dapat dikatakan membantu atau merusak lingkungan? Jelaskan! 3. Sebutkan contoh produk lingkungan yang berada di sekitar lingkungan kalian! <p>10</p>
<p>Contoh jawaban peserta didik pada pilar lingkungan</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apakah yang kalian pikirkan tentang gambar di atas? <p>Penggunaan pewarna yang dapat menyebabkan tercemarnya lingkungan</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Bagaimana dampaknya bagi kehidupan kita untuk sekarang dan yang akan datang jika terjadi secara terus menerus? <p>Jika penggunaan bahan pewarna yang tidak baik bagi lingkungan berkelanjutan, hal ini dapat merusak ekosistem keberlangsungan makhluk hidup lainnya dan tercemarnya lingkungan sekitar.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Lalu bagaimana upaya kita untuk mengurangi hal tersebut? <p>Membuat ecoprinting, untuk digunakan sebagai tas yang ramah lingkungan dan mengurangi penggunaan plastik</p>
<p>2. Sosial-budaya (pengenalan keragaman alam (potensi lokal) berupa flora yang ada di Colo)</p>	 <p>Pilihlah gambar di bawah ini berdasarkan nama lirisannya! (Gambar di bawah merupakan foto di Colo Kudus yang memiliki corak dan warna yang unik)</p> <p>a) b) </p> <p>c) d) </p> <p>e) f) </p> <p>g) h) </p> <p>i) j) </p> <p>k) l) </p> <p>Pilihlah jawaban yang tepat dengan menekan tombol di bawah ini!</p> <p><input type="button" value="BUKA"/></p> <p>2</p> <p>Ayo kita tambah pengetahuan tentang ecoprinting dengan klik tombol di bawah ini!</p> <p><input type="button" value="BUKA"/></p> <p>4</p> <p>Desa Colo memiliki potensi lokal alam yang melimpah termasuk tumbuhan, coba sebutkan tumbuhan apa saja yang kamu ketahui di Colo!</p> <p><input type="button" value="Lingkungan"/></p> <p>11</p>

<p>Contoh jawaban peserta didik pada pilar sosia-budaya</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) <i>Panjoto (Medinilla speciosa)</i> b) <i>Kopi (Coffea sp.)</i> c) <i>Delima (Punica granatumati)</i> d) <i>Jati (Tectona grandis)</i> e) <i>Jarak (Ricinus communis L.)</i> f) <i>Pakis (Diplazium esculentum)</i> g) <i>Pepaya (Carica papaya)</i> h) <i>Melinjo (Gnetum gnemon L.)</i> i) <i>Johar (Senna siamea)</i> j) <i>Jeruk Bali (Citrus maxima)</i> k) <i>Meranti (Shorea)</i> l) <i>Kemboja (Plumeria)</i>
<p>3. Ekonomi (untuk membentuk jiwa kewirausahaan dengan menentukan harga jual produk <i>ecoprinting</i>)</p>	 <p>The screenshot shows a text-based learning module. The title is "Interaksi Antara Penjual Dan Pembeli". The text describes a scenario where a seller named Rahman is looking for a buyer for his ecoprint products. He mentions that he has several ecoprint products available and that he is looking for a buyer who is interested in the quality and price. The text also mentions that he is looking for a buyer who is interested in the price and quality of the products. Below the text, there are three questions for students to answer:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apa yang dilakukan penjual agar pembeli bisa tertarik dengan ecoprint? 2. Jika kalian sebagai penjual, berapakah harga ecoprint yang telah kalian buat? Berilah alasannya! 3. Jika kalian sebagai pembeli, ecoprint seperti apa yang akan kalian pilih? Jelaskan!
<p>Contoh jawaban peserta didik pada pilar ekonomi</p>	<p>Apa yang dilakukan penjual agar pembeli bisa tertarik dengan ecoprint?</p> <p>Membuat motif yang indah dan bernuansa lokal dengan harga yang tidak terlalu tinggi</p> <p>Jika kalian sebagai penjual, berapakah harga ecoprint yang telah kalian buat? Berilah alasanmu!</p> <p>Jika penggunaan bahan pewarna yang tidak baik bagi lingkungan berkelanjutan, hal ini dapat merusak ekosistem keberlangsungan makhluk hidup lainnya dan tercemarnya lingkungan sekitar.</p> <p>Jika kalian sebagai pembeli, ecoprint seperti apa yang akan kalian pilih? Jelaskan!</p> <p>Saya pilih yang motif daun nya tanaman lokal dan harganya tidak terlalu mahal</p>

3) Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk e-modul yang telah direvisi berdasarkan masukan dan saran ahli serta data uji. Pada tahap ini dilakukan uji kelayakan menggunakan uji validasi ahli dan uji pengembangan *e-modul*.

a) Hasil Validasi Ahli Media

Validasi media merupakan tahap awal dalam pengembangan *e-modul* IPA berbasis ESD pada materi teknologi ramah lingkungan untuk menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan, sebelum melakukan uji coba di sekolah. Validasi ahli media bertujuan untuk memperoleh data kelayakan dari media yang dikembangkan. Terdapat 4 aspek penilaian dalam uji validitas media, meliputi tampilan, isi, *adaptive*, dan *user friendly*. Uji validasi media dilaksanakan pada tanggal 14 Februari 2023, dengan dosen validator yaitu Bapak Achmad Ali Fikri, M.Pd. selaku ahli pada bidang media.

Berdasarkan tahapan uji validitas yang telah dilakukan mendapatkan hasil analisis dan akumulasi nilai yang diperoleh dari validator media, *e-modul* IPA berbasis ESD untuk menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan secara keseluruhan memperoleh nilai 64 dari nilai maksimal sebesar 75. Untuk kriteria kelayakan, diperoleh kriteria kategori “sangat layak” dengan presentase 85,3%. Ringkasan penilaian dari validator ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil rekap Penilaian Validitas Ahli Media

Aspek	Jumlah Skor	Rata-rata	Presentase	Kriteria
Tampilan	20	5	100%	Sangat Valid
Isi	20	4	80%	Valid
<i>Adaptive</i>	10	5	100%	Sangat Valid
<i>User friendly</i>	14	3,5	70%	Valid

Pada tahapan validasi ahli media, peneliti juga mendapatkan saran dan masukan dari validator ahli media. Saran dan masukan diberikan sebagai catatan untuk perbaikan sekaligus penyempurnaan untuk *e-modul* sebelum dilakukan tahapan uji coba. beberapa saran dan

masukan dari validator ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Saran dan Masukan dari Validator Ahli Media

Aspek	Saran	Perbaikan
Isi	Perlu ditambahkan Kompetensi Inti (KI).	Sudah ditambahkan Kompetensi Inti (KI) sesuai dengan silabus kurikulum 2013 (K-13)
	Petunjuk penggunaan perlu dilengkapi dengan penjelasan yang singkat yang disertai dengan gambar.	Petunjuk penggunaan telah ditambahkan sesuai arahan dari validator.

Tabel 4. 8 Poin-poin Perbaikan E-modul

Aspek	Sebelum Revisi	
Isi	<p>Perlu ditambahkan Kompetensi Inti (KI).</p> 	<p>Petunjuk penggunaan perlu dilengkapi dengan penjelasan yang singkat yang disertai dengan gambar.</p> 
	<p>Sudah ditambahkan Kompetensi Inti (KI) sesuai dengan silabus kurikulum 2013 (K-13).</p>	<p>Petunjuk penggunaan telah ditambahkan sesuai arahan dari validator.</p>



b) Hasil Validasi Ahli Materi

Setelah melakukan uji validitas media, langkah selanjutnya pelaksanaan uji validasi materi terhadap isi *e-modul* IPA berbasis ESD pada materi teknologi ramah lingkungan untuk menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan, sebelum pelaksanaan uji coba di sekolah. Validasi ahli materi ditujukan untuk mendapatkan data kelayakan isi materi dari *e-modul* yang dikembangkan. Terdapat 6 aspek dalam uji validitas materi, meliputi *self instruction*, *stand alone self contained*, *user friendly*, dan *adaptive* Komponen ESD. Uji validasi materi dilaksanakan pada tanggal 14 Februari 2023, dengan dosen validator yaitu Bapak Andi Asyhari, M.Pd. selaku ahli pada bidang lingkungan yang berhubungan isi *e-modul* yang peneliti kembangkan.

Berdasarkan tahapan uji validitas yang telah dilakukan mendapatkan hasil analisis dan akumulasi nilai yang diperoleh dari validator materi, *e-modul* IPA berbasis ESD untuk menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan secara keseluruhan memperoleh nilai 91 dari nilai maksimal sebesar 100. Untuk kriteria kelayakan, diperoleh kriteria kategori “sangat layak” dengan presentase 91%. Ringkasan penilaian dari validator ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Rekap Penilaian Validitas Ahli Materi

Aspek	Jumlah Skor	Rata-rata	Presentase	Kriteria
<i>Self Instruction</i>	38	4.75	95%	Sangat Valid
<i>Self Contained</i>	10	5	100%	Sangat Valid
<i>Stand Alone</i>	8	4	80%	Valid
<i>Adaptive</i>	10	5	100%	Sangat Valid
<i>User friendly</i>	9	4.5	90%	Sangat Valid
Komponen ESD	16	4	80%	Valid

Pada tahapan validasi ahli materi, peneliti juga mendapatkan saran dan masukan dari validator ahli materi. Saran dan masukan diberikan sebagai catatan untuk perbaikan sekaligus penyempurnaan untuk *e-modul* sebelum dilakukan tahapan uji coba. beberapa saran dan masukan dari validator ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Saran dan Masukan dari Validator Ahli Materi

Aspek	Saran	Perbaikan
Isi	Perlu ditambahkan penerapan ESD pada setiap sub bab materi.	Sudah ditambahkan penerapan ESD pada setiap sub bab materi sesuai arahan validator.

Tabel 4. 11 Poin-poin Perbaikan *E-modul*

Aspek	Sebelum Revisi
Isi	Perlu ditambahkan penerapan ESD pada setiap sub bab materi.
	<p>Setelah Revisi</p> <p>Sudah ditambahkan penerapan ESD pada setiap sub bab materi sesuai arahan validator.</p> 

c) Uji Coba Produk

Berdasarkan hasil observasi terhadap peserta didik yang telah dilakukan oleh peneliti, mendapatkan hasil bahwa gaya belajar masih kurang maksimal, kesulitan belajar yang masih banyak dihadapi peserta didik, rendahnya kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitar mereka. Sehingga, peneliti menyusun bahan ajar *e-modul* dengan model pembelajaran PjBL yang dapat menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan peserta didik terhadap lingkungan. Uji coba dilakukan untuk mendapatkan respon guru IPA terhadap media yang dikembangkan. Hasil penilaian dari pengisian angket di olah dengan data analisis statistik untuk memperoleh presentase kelayakan dari respon guru yang dilakukan. Angket respon guru diperlukan untuk mengetahui dari media yang telah dikembangkan. Uji coba dilakukan di SMPN 2 Jekulo dengan 2 responden guru IPA yang mengajar di SMPN 2 Jekulo.

Dari uji coba respon guru IPA, diperoleh jumlah nilai sebanyak 260 dari nilai maksimal sebesar 300 dan nilai kelayakan sebesar 96,3% dengan kategori “sangat baik”. Respon guru IPA memperoleh tanggapan yaitu mengenai tampilan modul menarik, desain *e-modul* baik, dan dilengkapi dengan soal evaluasi yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan pemahaman peserta didik. hasil rekap nilai dari hasil uji coba terhadap *e-modul* IPA berbasis ESD pada materi teknologi ramah lingkungan untuk menumbuhkan sikap kesadaran keberlanjutan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4. 12 Hasil Rekap Respon Guru IPA Terhadap Penggunaan *E-modul*

Aspek	Jumlah Skor	Rata-rata	Presentase	Kriteria
Tampilan	49	9.8	98%	Sangat Baik
Isi dan Materi	67	9.6	95.7%	Sangat Baik
Kemanfaatan	29	9.7	96.7%	Sangat Baik
Bahasa	77	9.6	96.3%	Sangat Baik
Komponen ESD	38	9.5	95%	Sangat Baik

Selain pelaksanaan uji coba terhadap respon guru IPA, peneliti juga melakukan uji coba terhadap respon peserta didik. uji respon peserta didik ditujukan kepada peserta didik kelas 9F SMPN 2 Jekulo sebanyak 30 peserta didik. dari hasil uji coba didapatkan nilai tertinggi dan nilai terendah. Data nilai tertinggi yaitu 81,9% dengan nilai 86 dari jumlah maksimal 105 dan data tersendah yaitu 97,1% dengan nilai 102 dari jumlah maksimal 105. Sedangkan untuk nilai keseluruhan dari hasil uji coba sebesar 2685 dari nilai maksimal sebesar 3150 dengan presentase kelayakan sebesar 85,2% dan kriteria kelayakan sangat baik. Berikut hasil rekap uji coba peserta didik dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Hasil Rekap Respon Peserta Didik Terhadap Penggunaan E-modul

Aspek	Jumlah Skor	Rata-rata	Presentase	Kriteria
Tampilan	645	4.3	86%	Sangat Baik
Isi	257	4.3	85.7%	Sangat Baik
Kemanfaatan	1514	4.2	84.1%	Sangat Baik
Bahasa	269	4.5	89.7%	Sangat Baik

2. Penerapan E-modul IPA Berbasis ESD Pada Materi Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Menumbuhkan Sikap Kesadaran Berkelanjutan

- a. Penerapan E-modul IPA Berbasis ESD dengan membuat proyek *ecoprinting* untuk menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan dengan model pembelajaran PjBL

Guru terlebih dahulu memberikan materi dan beberapa permasalahan yang ada di dalam *e-modul* terkait masalah lingkungan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang sudah disediakan. Kemudian guru dan peserta didik melaksanakan proyek bersama dengan langkah-langkah pembelajaran PjBL. Berikut tahapan dan aktivitas guru dan peserta didik dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Hasil Implementasi E-modul

No.	Tahapan	Aktivitas
1	Pengenalan Masalah	 <p>Modul IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>G. 3 Pilar ESD (Education for Sustainable Development) dan Proyek ecoprinting</p> <p>Pengenalan Masalah</p> <p>Di bawah ini merupakan limbah cair dari pabrik industri yang mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat bahan yang terkandung terdapat racun yang bisa menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.</p> <p>Bacalah artikel kasus di bawah ini dengan menekan tombol berikut!</p> <p>BUKA</p> <p>Pertanyaan</p> <p>Isilah jawaban di bawah dengan klik tombol di samping!</p> <p>BUKA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apakah yang kalian pikirkan tentang gambar di atas? 2. Bagaimana dampaknya bagi kehidupan kita untuk sekarang dan yang akan datang jika terjadi secara terus menerus? 3. Lalu bagaimana upaya kita untuk mengurangi hal tersebut? <p>39</p>
2	Mendesain Perencanaan Proyek	 <p>Modul IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan</p> <p>Mendesain Perencanaan Proyek</p> <p>Setelah mengetahui masalah dan menjawab beberapa pertanyaan, guru dan peserta didik melakukan perencanaan desain proyek yang akan dilaksanakan.</p> <p>1. Apakah kalian sudah pernah melihat ecoprinting? Bagaimana cara membuatnya? Yuh simah video di bawah ini!</p> <p>2. Ayo kita tambah pengetahuan tentang ecoprinting dengan klik tombol di bawah ini!</p> <p>BUKA</p> <p>3. Setelah melihat informasi di atas kira-kira alat dan bahan apa saja yang diperlukan?</p> <p>Alat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. <p>Bahan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. <p>Daun apa saja yang akan kamu pakai untuk membuat proyek ecoprint?</p> <p>Lingkungan</p> <p>41</p>

		 <p>Guru dan peserta didik berdiskusi alat dan bahan saat proyek berlangsung yang akan digunakan nanti.</p>																												
<p>3</p>	<p>Menyusun Jadwal Aktivitas</p>	 <p>Menyusun Jadwal Aktivitas</p> <p>Guru dan peserta didik menyusun jadwal aktivitas untuk menyelesaikan proyek. Waktu untuk penyelesaian proyek harus jelas dan peserta didik tetap diberi arahan untuk mengelola waktu yang sudah ada.</p> <p>Tugas: Kita membuat jadwal penyelesaian tugas proyek.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Tanggal</th> <th>Deskripsi Kegiatan</th> <th>Petugas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>21 Februari 2023 (Sabtu 1)</td> <td>Pengisian masalah tentang kerangka lingkungan dan bentuknya menyelesaikan masalah dengan menjabar permasalahan</td> <td>Peserta didik</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>21 Februari 2023 (Sabtu 2)</td> <td>Selanjutnya mendefinisikan perencanaan proyek dengan mengidentifikasi kegiatan yang akan dilakukan dalam kegiatan proyek.</td> <td>Peneliti dan Peserta didik</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>21 Februari 2023 (Sabtu 3)</td> <td>membuat jadwal barang kapan bisa memulai proyek pembuatan HPA Kotak D ramah lingkungan</td> <td>Peneliti dan Peserta didik</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>28 Februari 2023 (Sabtu 4)</td> <td>mengevaluasi peserta didik dalam proses pembuatan produk ramah lingkungan</td> <td>Peneliti</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>28 Februari 2023 (Sabtu 5)</td> <td>melakukan presentasi dengan melakukan hasil kegiatan di depan kelas secara bergantian</td> <td>Peserta didik</td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>28 Februari 2023 (Sabtu 6)</td> <td>mengupload semua karya dan proses pembuatan di sosial media guna menginspirasi orang lain untuk membuat produk ramah lingkungan</td> <td>Peserta didik</td> </tr> </tbody> </table> <p>DOWNLOAD CARBON 13</p>	No	Tanggal	Deskripsi Kegiatan	Petugas	1.	21 Februari 2023 (Sabtu 1)	Pengisian masalah tentang kerangka lingkungan dan bentuknya menyelesaikan masalah dengan menjabar permasalahan	Peserta didik	2.	21 Februari 2023 (Sabtu 2)	Selanjutnya mendefinisikan perencanaan proyek dengan mengidentifikasi kegiatan yang akan dilakukan dalam kegiatan proyek.	Peneliti dan Peserta didik	3.	21 Februari 2023 (Sabtu 3)	membuat jadwal barang kapan bisa memulai proyek pembuatan HPA Kotak D ramah lingkungan	Peneliti dan Peserta didik	4.	28 Februari 2023 (Sabtu 4)	mengevaluasi peserta didik dalam proses pembuatan produk ramah lingkungan	Peneliti	5.	28 Februari 2023 (Sabtu 5)	melakukan presentasi dengan melakukan hasil kegiatan di depan kelas secara bergantian	Peserta didik	6.	28 Februari 2023 (Sabtu 6)	mengupload semua karya dan proses pembuatan di sosial media guna menginspirasi orang lain untuk membuat produk ramah lingkungan	Peserta didik
No	Tanggal	Deskripsi Kegiatan	Petugas																											
1.	21 Februari 2023 (Sabtu 1)	Pengisian masalah tentang kerangka lingkungan dan bentuknya menyelesaikan masalah dengan menjabar permasalahan	Peserta didik																											
2.	21 Februari 2023 (Sabtu 2)	Selanjutnya mendefinisikan perencanaan proyek dengan mengidentifikasi kegiatan yang akan dilakukan dalam kegiatan proyek.	Peneliti dan Peserta didik																											
3.	21 Februari 2023 (Sabtu 3)	membuat jadwal barang kapan bisa memulai proyek pembuatan HPA Kotak D ramah lingkungan	Peneliti dan Peserta didik																											
4.	28 Februari 2023 (Sabtu 4)	mengevaluasi peserta didik dalam proses pembuatan produk ramah lingkungan	Peneliti																											
5.	28 Februari 2023 (Sabtu 5)	melakukan presentasi dengan melakukan hasil kegiatan di depan kelas secara bergantian	Peserta didik																											
6.	28 Februari 2023 (Sabtu 6)	mengupload semua karya dan proses pembuatan di sosial media guna menginspirasi orang lain untuk membuat produk ramah lingkungan	Peserta didik																											
<p>4</p>	<p>Mengawasi Jalannya Proyek</p>	 <p>Mengawasi Jalannya Proyek</p>																												

		 <p data-bbox="441 437 978 499">Guru mengawasi jalannya pembuatan proyek <i>ecoprinting</i>.</p>
<p data-bbox="174 506 190 531">5</p>	<p data-bbox="249 506 362 565">Penilaian Produk</p>	 <p data-bbox="441 1347 990 1512">Penilaian produk dilakukan dengan cara mempresentasikan produknya dengan bergantian masing-masing kelompok di depan kelas. nilai tambahan jika motif tas terdapat potensi lokal alam dari Colo.</p>

<p>6</p>	<p>Evaluasi</p>	 <p>The top image is a slide titled 'Evaluasi Tugas Proyek' (Project Task Evaluation) from a module on 'IPA Kelas IX Teknologi Ramah Lingkungan' (Environmental Technology for Class IX). It contains the following text: 'Guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan' (Teacher and students reflect on the activities and results of the project that has been carried out). Below this, it says 'Yuk, unggah hasil produkmu ke sosial media' (Let's upload your product to social media) with icons for Instagram, Facebook, Twitter, and WhatsApp. A final instruction reads: 'Tunjukkan kepada semua bahwa kalian sudah memperoleh sikap kesadaran terhadap lingkungan yang bisa membuat keberlanjutan kehidupan.' (Show to everyone that you have obtained an awareness attitude towards the environment that can make life sustainable). The slide number '47' is visible in the bottom right corner.</p> <p>The bottom image is a group photograph of approximately 30 students in school uniforms standing outdoors. Many of the students are holding up white posters or signs that feature a green leaf symbol, representing their project's focus on environmental awareness.</p> <p>Peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyeknya. Dan mengekspresikan hasil karyanya ke dalam sosial media yang bertujuan agar memberikan edukasi terhadap produk ramah lingkungan.</p>
----------	-----------------	--

b. Hasil Skala Sikap Kesadaran Berkelanjutan

Berdasarkan hasil penerapan *e-modul* yang sudah dilaksanakan, peserta didik berkelanjutan yang dapat digambarkan tingkat kesadaran berkelanjutan peserta didik dalam kehidupan sehari-hari. Terdapat 3 kategori yang memuat kesadaran berkelanjutan yaitu *emotional awareness*, *behaviour and attitude awareness*, dan *sustainability practice awareness*. Berikut merupakan hasil persentase jawaban kesadaran berkelanjutan (*sustainability awareness*) dari responden dapat dilihat pada tabel 4.14, dan presentase pilar ESD yang dikaitkan dengan aspek *sustainability awareness* dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Persentase Jawaban *Sustainability Awareness* Peserta Didik

Aspek	Jumlah Skor	Rata-rata	Presentase	Kriteria
<i>Behaviour and attitude awareness</i>	717	4.0	80%	Perilaku sering dilakukan
<i>Emotional awareness</i>	673	3.7	74.8%	Perilaku sering dilakukan
<i>Sustainability practice awareness</i>	733	3.5	69.8%	Perilaku kadang-kadang dilakukan

Tabel 4. 16 Presentase Pilar ESD dengan aspek *Sustainability Awareness*

Pilar	Jumlah Skor	Rata-rata	Presentase
Lingkungan	1356	3.9	75.3%
Sosial-budaya	335	3.7	74.4%
Ekonomi	432	3.6	72%

Berdasarkan tabel 4.15 di atas pada kategori pertama yaitu *behaviour and attitude awareness* atau sikap peduli terhadap lingkungan mendapatkan presentase 80%, menunjukkan bahwa perilaku yang tertera dalam pernyataan skala sikap sudah mampu dilakukan oleh sebagian besar sampel peserta didik. Kategori kedua yaitu *emotional awareness*, kepedulian terhadap lingkungan secara emosi termasuk sikap yang sering atau selalu dilakukan. Berdasarkan grafik di atas menunjukkan jumlah presentasi dari respon peserta didik yaitu sebesar 74,8%, dengan demikian dapat dikatakan bahwa secara emosional peserta didik memiliki kepedulian yang lumayan tinggi terhadap lingkungannya. Kategori yang ketiga yaitu *sustainability practice awareness* terlihat jumlah presentasi dari respon peserta didik adalah 69,8% yang artinya perilaku yang tertera dalam pernyataan skala sikap merupakan kebiasaan yang jarang/kadang-kadang dilakukan oleh sebagian besar jumlah peserta didik.

Berdasarkan tabel 4.16 diatas menunjukkan presentase 3 pilar ESD yang dikaitkan dengan kesadaran berkelanjutan (*sustainability awareness*) peserta didik. Hasil presentase tertinggi yaitu pada pilar lingkungan dengan presentase sebesar 75,3%. Hal tersebut bisa terjadi karena di dalam *e-modul* lebih menekankan pada pilar lingkungan yang sesuai dengan materi dalam *e-modul* yaitu teknologi ramah lingkungan.

B. Pembahasan Produk Akhir

1. Pengembangan *E-modul* IPA Berbasis ESD Pada Materi Teknologi Ramah Lingkungan

Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan produk berupa bahan ajar dalam bentuk *e-modul* IPA berbasis ESD. *E-modul* adalah sebuah bentuk penyajian materi pembelajaran yang disusun secara sistematis menjadi unit pembelajaran terkecil untuk mencapai capaian pembelajaran tertentu dalam bentuk elektronik.⁶ Keberadaan *e-modul* menjadi lebih bermakna, jika peserta didik dapat menggunakannya dengan mudah. *E-modul* didesain oleh peneliti sebagai bahan ajar pendamping peserta didik dalam mempelajari materi teknologi ramah lingkungan disertai penerapan ESD.⁷

Pengembangan *e-modul* harus memperhatikan beberapa karakteristik, anatar lain *self instruction* (dapat digunakan secara mandiri tanpa bergantung pada orang lain), *self contained* (materi yang termuat dalam *e-modul* sesuai dengan cakupan kebutuhan, *stand alone* (tidak bergantung pada bahan ajar lain), *adaptive* (mampu menyesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi), *user friendly* (dapat membantu dan bersahabat dengan pengguna dalam mengakses *e-modul*).⁸

Proses pengembangan *e-modul* berbasis ESD diawali dengan menganalisis kebutuhan pengembangan yang ada pada peserta didik berdasarkan materi yang terdapat pada kelas IX dengan ketentuan KI KD yang sesuai. Materi yang dipilih sesuai dengan pengembangan ESD yaitu materi teknologi ramah lingkungan yang terdapat pada KD 3.10 dan 4.10.⁹ Tahapan selanjutnya, peneliti menyiapkan permasalahan terkait sikap kesadaran berkelanjutan peserta didik pada dengan menjawab pertanyaan yang disediakan dan memberikan skenario model pembelajaran *project based learning* yang tepat untuk diterapkan di tingkatan satuan pendidikan SMP/MTs.

⁶ Sugianto et al., "Modul Virtual: Multimedia Flipbook Dasar Teknik Digital."

⁷ Rahman, Heryanti, and Ekanara, "Pengembangan Modul Berbasis Education for Sustainable Development Pada Konsep Ekologi Untuk Siswa Kelas X SMA."

⁸ Departemen Pendidikan Nasional, "Panduan Pengembangan Bahan Ajar. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar Dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas."

⁹ Kemendikbud, "Permendikbud 24 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar Pelajaran Pada Kurikulum 2013."

Proses pengembangan *e-modul* tetap memperhatikan karakteristik modul dan sintak *project based learning*.

Validator melakukan validasi terhadap produk yang dikembangkan untuk mengetahui kelayakan produk sebelum melakukan pengujian. validasi dilakukan oleh dua orang dosen sebagai validator ahli materi dan ahli media.

Produk bahan ajar *e-modul* diuji validitaskan kepada dua dosen ahli materi dan ahli media, dengan rincian 15 indikator untuk ahli media dan 20 indikator untuk ahli materi. Untuk kriteria kelayakan dari ahli media, diperoleh kriteria “sangat layak” dengan presentase 85,3%. Terdapat 4 aspek dalam penilaian uji validitas media, meliputi tampilan, isi, *adaptive*, *user friendly*. *Pertama*, aspek tampilan. Aspek tampilan dari ahli media memperoleh jumlah presentase kelayakan sebesar 100%, dengan beberapa indikator meliputi kemenarikan *e-modul*, tata letak yang konsisten, kesesuaian font yang digunakan dan kesesuaian gambar dalam *e-modul*. Tampilan *e-modul* juga menjadi pengaruh dalam daya tarik peserta didik terhadap isi *e-modul*, serta ketertarikan dalam menggunakannya.¹⁰

Kedua, aspek isi diperoleh presentase sebesar 80%. Aspek isi meliputi, pencapaian tujuan pembelajaran, kejelasan materi, ketepatan tata urutan *e-modul*, daftar isi dan petunjuk penggunaan untuk mempermudah pengguna dalam memahami isi serta fitur-fitur yang ada dalam *e-modul*. *E-modul* dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang jelas¹¹ sehingga dapat mempermudah pendidik dan peserta didik mengetahui langkah-langkah pembelajaran. Materi pada *e-modul* disajikan secara jelas dan sederhana serta menggunakan ukuran dan font yang mudah dibaca.

Ketiga, aspek *adaptive* diperoleh presentasi sebesar 100%. aspek *adaptive* meliputi *e-modul* yang menyesuaikan

¹⁰ RIRIN RIYANTI, “Pengembangan Modul Ipa Berbasis Pendekatan Savi (Somatic, Auditory, Visual, Intellectual) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Dan Sikap Ilmiah Peserta Didik Pada Materi Sistem Gerak Manusia Kelas Viii Di Smp/Mts Bandar Lampung,” (Skripsi UIN Raden Intan, 2014): 88–90.

¹¹ & Ardi Gustinasari, M., Lufri, “Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Konsep Disertai Contoh Pada Materi Sel Untuk Siswa SMA,” *Bioeducation Journal* 1, no. 1 (2017): 2354–8363, <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/bioeducation/article/view/7154>.

dengan perkembangan teknologi.¹² Dalam hal ini *e-modul* yang dikembangkan dapat diakses menggunakan *smartphone* maupun laptop dan fleksibel digunakan. *Keempat*, aspek *user friendly* diperoleh presentasi sebesar 70%. Aspek *user friendly* meliputi instruksi dan informasi serta kepraktisan dalam menggunakan *e-modul* yang dikembangkan. Uji validitas ahli media terdapat beberapa kritik dan saran mengenai kompetensi inti yang belum ditambahkan dan petunjuk penggunaan yang harus dilengkapi serta ada penjelasan yang singkat. Saran dan kritikan digunakan sebagai pertimbangan dalam memperbaiki produl *e-modul* agar lebih layak sebelum diuji cobakan. Saran dari ahli media dapat diperhatikan pada **Tabel 4.5**.

Sedangkan untuk kriteria kelayakan dalam uji validitas ahli materi diperoleh kriteria “sangat layak” dengan presentase 91%. Terdapat 6 aspek penilaian dalam uji validitas materi, meliputi *self instruction*, *self contained*, *stand alone*, *adaptive*, *user friendly*, dan komponen ESD. *Pertama*, aspek *self instruction* mendapatkan presentase 95%. Aspek *self instruction* meliputi, kejelasan tujuan pembelajaran, terdapat pendukung contoh yang sesuai dengan materi, gambar dan video yang disajikan sesuai dengan materi, latihan uji kompetensi yang relevan, ketersediaan rangkuman dan penggunaan bahasa yang komunikatif. Materi pembelajaran dikembangkan sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Kriteria materi e-modul sangat valid menunjukkan bahwa kebenaran materi e-modul baik.¹³

Kedua, aspek *self contained* mendapatkan presentase 100%. Aspek *self contained* meliputi, materi yang sesuai dengan silabus kurikulum 2013 dan disajikan memuat unit kompetensi dasar. Adanya materi yang tepat juga memberikan pembelajaran yang tuntas. *Ketiga*, aspek *stand alone* mendapatkan presentase 80%. Aspek *stand alone* meliputi, *e-modul* tidak bergantung pada bahan ajar lain. peserta didik dapat menggunakan *e-modul* yang dikembangkan tanpa harus menggunakan bahan ajar yang lain.¹⁴ *Keempat*, aspek *adaptive*

¹² Ngurah Komang Wiratama and I Gede Margunayasa, “EModul Interaktif Muatan IPA Pada Sub Tema 1 Tema 5,” *MIMBAR PGSD Undiksha* 9, no. 2 (2021): 258.

¹³ Irma Aprilia and I Gusti Putu Suryadarma, “E-Module of Mangrove Ecosystem (Emme): Development, Validation and Effectiveness in Improving Students’ Self-Regulated,” *Biosfer* 13, no. 1 (2020): 114–129.

¹⁴ Departemen Pendidikan Nasional, “Panduan Pengembangan Bahan Ajar. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar Dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.”

mendapatkan presentase 100%. Aspek *adaptive* meliputi, *e-modul* yang menyesuaikan dengan perkembangan teknologi. Dalam hal ini *e-modul* yang dikembangkan dapat diakses menggunakan *smartphone* maupun laptop dan fleksibel digunakan.

Kelima, aspek *user friendly* mendapatkan presentase 90%. Aspek *user friendly* meliputi instruksi dan informasi serta kepraktisan dalam menggunakan *e-modul* yang dikembangkan. *Keenam*, aspek komponen ESD mendapatkan presentase 80%. Aspek komponen ESD meliputi, kesesuaian dengan pilar lingkungan, sosial-budaya, ekonomi dan mendorong menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan.¹⁵ Adanya ESD dalam proses belajar memberikan informasi kepada seseorang supaya memiliki keterampilan saintifik, menyelesaikan masalah dan dapat bertanggungjawab pada diri sendiri maupun kelompok yang penting bagi masa sekarang maupun masa yang akan datang.¹⁶

Uji validitas ahli materi juga mendapatkan kritik dan saran yang harus diperhatikan sebagai pertimbangan sebelum diuji cobakan, dapat diperhatikan pada **Tabel 4.8**. Sehingga, dari hasil penghitungan kelayakan produk dari hasil uji validitas dinyatakan “sangat layak” dengan presentase 91% dari ahli materi dan 85,3% dari ahli media.

Setelah pelaksanaan uji validitas, selanjutnya dilakukan uji coba produk terhadap respon guru IPA dan peserta didik. pelaksanaan uji coba produk berada di SMPN 2 Jekulo dengan rincian 2 responden pendidik IPA dan 30 responden peserta didik kelas IX. Uji coba dilakukan melalui tahap pengumpulan data mengenai kelayakan produk *e-modul* yang dikembangkan melalui uji respon pendidik IPA dan peserta didik. Terdapat 5 aspek yang termuat pada angket respon pendidik IPA, meliputi aspek tampilan, isi dan materi, kemanfaatan, dan komponen ESD.

Pertama, aspek tampilan. Pada aspek tampilan memperoleh nilai respon guru sebesar 98%, hal ini menunjukkan bahwa kelayakan dari kriteria *e-modul* yaitu “sangat baik”. Hal ini menunjukkan bahwa produk *e-modul*

¹⁵ Prabawani, *Education for Sustainable Development : Pembentukan Karakter Dan Perilaku Berkelanjutan*.

¹⁶ Segera, “Education For Sustainable Development (Esd) Sebuah Upaya Mewujudkan Kelestarian Lingkungan.”

yang dikembangkan sangat baik dan menarik. Adapun aspek tampilan meliputi, tampilan cover, kejelasan dalam keterbacaan teks, sajian gambar/video yang jelas, kejelasan penggunaan *e-modul* yang mempermudah guru dan peserta didik dalam memahami isi serta fitur-fitur yang ada di *e-modul*. *Kedua*, aspek isi dan materi. Pada aspek isi meliputi kesesuaian dan kejelasan uraian materi, kesesuaian dengan kompetensi dasar, gambar/video yang disajikan sesuai dengan materi, dan contoh pengaplikasian yang sesuai dengan materi. Aspek isi dan materi memperoleh penilaian dengan presentase sebesar 95,7%.

Ketiga, aspek kemanfaatan memperoleh hasil presentase sebesar 96,7%. Aspek kemanfaatan meliputi, kemudahan penggunaan dalam pembelajaran, kemudahan dalam menyampaikan materi dan kemudahan dalam mengakses *e-modul*. Penggunaan *e-modul* bermanfaat bagi guru karena dapat mengefisiensi waktu pembelajaran. *E-modul* memandu peserta didik untuk belajar mandiri, memungkinkan guru untuk memantau aktivitas belajar peserta didik dengan mudah dan memberikan bimbingan individual kepada peserta didik.¹⁷

Keempat, aspek bahasa memperoleh hasil presentase sebesar 96,3%. Aspek bahasa meliputi, kesesuaian dengan PEUBI, bahasa yang digunakan komunikatif dan mudah dipahami, tata bahasa sesuai dengan penulisan bahasa indonesia, dan tidak menimbulkan makna/penafsiran ganda. *Kelima*, aspek komponen ESD memperoleh hasil presentase sebesar 95%. Aspek komponen ESD meliputi, kesesuaian dengan aspek lingkungan, sosial-budaya, ekonomi dan mendorong menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan peserta didik.¹⁸

Sedangkan, pada angket uji respon peserta didik terdapat 4 aspek, meliputi aspek tampilan, isi, kemanfaatan dan bahasa. *Pertama*, aspek tampilan memperoleh hasil presentase sebesar 86% yang meliputi tampilan cover, kejelasan dalam keterbacaan teks, sajian gambar/video jelas, dan kejelasan petunjuk penggunaan *e-modul* agar mempermudah peserta didik dalam memahami isi dan fitur-fitur yang ada di dalam *e-modul*. Tampilan *e-modul* mempengaruhi daya tarik dan penasaran

¹⁷ Gustinasari, M., Lufri, "Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Konsep Disertai Contoh Pada Materi Sel Untuk Siswa SMA."

¹⁸ Prabawani, *Education for Sustainable Development : Pembentukan Karakter Dan Perilaku Berkelanjutan*.

peserta didik terhadap isi *e-modul* serta ketertarikan dalam menggungkannya. Ketertarikan peserta didik dalam membacanya disebabkan oleh tampilan *e-modul* yang menarik, yang dirancang semenarik mungkin melalui pemilihan warna, font dan ilustrasi yang tepat. Adanya warna dan gambar yang menarik membuat perhatian peserta didik untuk membaca dan tidak membosankan.¹⁹

Kedua, aspek isi memperoleh hasil presentase sebesar 85,7%. Aspek isi meliputi, kesesuaian cakupan materi yang diajarkan agar tidak berseberangan dengan kompetensi dasar yang dijadikan acuan. *Ketiga*, aspek bahasa²⁰ memperoleh hasil presentasi sebesar 89,7%. Aspek bahasa meliputi penggunaan kalimat efektif, penggunaan bahasa jelas dan mudah dipahami. Penggunaan bahasa yang baik dan benar akan mempermudah pembaca dalam memahami isi bacaan. kalimat yang digunakan dalam *e-modul* harus jelas, efektif dan sederhana agar mudah dipahami peserta didik.²¹

Keempat, aspek kemanfaatan memperoleh hasil presentase sebesar 84,1%. Aspek kemanfaatan meliputi, memudahkan pemahaman, meningkatkan kemampuan berpikir, meningkatkan keaktifan pembelajaran, memotivasi dalam belajar, ketertarikan dalam mempelajari IPA, menerapkan pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari dan menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan setelah menggunakan *e-modul*. Dari sudut pandang respon peserta didik, *e-modul* dapat membantu peserta didik untuk memahami konsep pengajaran dengan baik dan mampu belajar mandiri sesuai dengan cara belajar masing-masing.²²

2. Uji Coba Penerapan *E-modul* IPA Berbasis ESD Pada Materi Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Menumbuhkan Sikap Kesadaran Berkelanjutan

Setelah melakukan penerapan di atas pada **Tabel 4.12**, peserta didik juga melakukan uji skala sikap kesadaran berkelanjutan setelah melakukan pembelajaran menggunakan *e-modul*. Uji skala sikap kesadaran berkelanjutan bertujuan untuk mengetahui tingkat kesadaran berkelanjutan peserta didik

¹⁹ Gustinasari, Pengembangan Modul Pembelajaran.

²⁰ Arum Putri Rahayu, "Menumbuhkan Bahasa Indonesia Yang Baik Dan Benar Dalam Pendidikan Dan Pengajaran," *Jurnal Paradigma* 2, no. 1 (2015).

²¹ Andi Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif* (Yogyakarta: Diva Press, 2015).

²² Andi Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar*.

terhadap lingkungan melalui *e-modul*.²³ Terdapat 3 aspek yang termuat dalam instrumen skala sikap meliputi, *behaviour and attitude awareness*, *emotional awareness*, dan *sustainability practice awareness* yang diterapkan melalui model pembelajaran *project based learning* (PjBL).

Pertama, aspek *behaviour and attitude awareness* sikap peduli terhadap lingkungan memperoleh hasil presentase sebesar 80%, yang artinya perilaku yang tertera dalam pernyataan skala sikap sudah mampu dilakukan oleh sebagian besar sampel peserta didik. Berdasarkan **Tabel 4.13**, *Behaviour and attitude awareness* yang sering dilakukan oleh sebagian sampel peserta didik adalah pada pernyataan “*saya sadar untuk selalu menghargai lingkungan disekitar*” dengan presentase 93,3%, dan “*saya membawa wadah makanan dan botol minuman dari rumah*” dengan presentase 80,7%. Pada tahapan PjBL aspek ini menandakan pada bagian penyelesaian masalah, dimana peserta didik didorong untuk menyelesaikan masalah yang ada dengan menjawab pertanyaan yang sudah disediakan. Sebagian besar peserta didik yang menjawab cukup peka terhadap permasalahan lingkungan seperti jawaban yang bisa dilihat pada **Gambar 4.1**. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingginya kesadaran berkelanjutan peserta didik terhadap melindungi lingkungan.

Kedua, aspek *emotional awareness* atau kepedulian terhadap lingkungan secara emosi termasuk sikap yang sering atau selalu dilakukan.²⁴ Berdasarkan **Gambar 4.4** menunjukkan jumlah presentase dari *emotional awareness* sebesar 74,8%, dengan demikian dapat dikatakan bahwa secara emosional peserta didik memiliki kepedulian yang cukup tinggi terhadap lingkungannya. Kepedulian terhadap lingkungan secara emosional seperti pada pernyataan “*saya menyadari tanggungjawab atas pentingnya mutu produk ramah lingkungan*” dengan presentase 77,3%. Pernyataan “*saya menyadari bahwa alat/barang yang ramah lingkungan dapat menumbuhkan kelestarian lingkungan*” dengan presentase 89,3%. Dan pernyataan “*saya peduli dengan masalah lingkungan di tempat tinggal saya, seperti masih menggunakan*

²³ Hassan, Noordin, and Sulaiman, “The Status on the Level of Environmental Awareness in the Concept of Sustainable Development amongst Secondary School Students.”

²⁴ Arba’at Hassan, “The Status on the Level of Environmental Awareness.

kantong plastik” dengan presentase 74,7%. Pada tahapan PjBL aspek ini menekankan pada bagian mendesain perencanaan proyek, dimana peserta didik harus menyadari pentingnya lingkungan dengan merencanakan produk yang ramah lingkungan untuk menumbuhkan kelestarian lingkungan bagi sekarang maupun masa yang akan datang²⁵ seperti yang telah dilakukan bersama yaitu pembuatan *ecoprinting*.

Ketiga, aspek *sustainability practice awareness* memperoleh presentase sebesar 69,8% yang artinya perilaku yang tertera dalam pernyataan instrumen skala sikap merupakan kebiasaan yang jarang/kadang-kadang dilakukan oleh sebagian besar jumlah peserta didik.²⁶ *Sustainability practice awareness* atau upaya sadar dalam menjalankan kebiasaan keberlanjutan yang kadang-kadang dilakukan oleh peserta didik adalah kebiasaan seperti pada pernyataan “*saya menggunakan sumber belajar digital untuk mengemat penggunaan kertas karena mengurangi jumlah pohon yang ditebang untuk bahan baku kertas*” dengan presentase 62%. Pernyataan “*saya menghemat energi listrik di rumah*” dengan presentase 73.3%. dan pernyataan “*saya mengajak teman-teman untuk melakukan giat menggunakan produk ramah lingkungan*” dengan presentase 58%. Hasil presentase dari *sustainability practice awareness* selaras dengan penelitian yang sebelumnya dari Agusti²⁷ yang menyatakan bahwa *sustainability practice awareness* merupakan kategori dengan presentase terendah dibanding dengan aspek lainnya. Pada tahapan PjBL aspek ini menekankan pada bagian mengawasi jalannya proyek, dimana peserta didik mampu mempraktikkan kesadaran berkelanjutan mereka melalui pembuatan proyek *ecoprinting* yang ramah lingkungan.

Berdasarkan **Tabel 4.14** terdapat tiga pilar ESD yang dikaitkan dengan kesadaran berkelanjutan (*sustainability awareness*). Dari hasil tabel tersebut didapatkan hasil presentase dari pilar lingkungan sebesar 75,3% yang

²⁵ Nursadiyah, Suyana, and Ramalis, “Profil Sustainability Awareness Siswa Melalui Integrasi ESD Dalam Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Topik Energi Di SMP.”

²⁶ Arba’at Hassan, “The Status on the Level of Environmental Awareness.

²⁷ Kikit Anjar Agusti, Agus F. C. Wijaya, and David Edison Tarigan, “Problem Based Learning Dengan Konteks Esd Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Sustainability Awareness Siswa Sma Pada Materi Pemanasan Global” VIII (2019): SNF2019-PE-175–182.

menunjukkan tingginya kesadaran sikap kepedulian peserta didik terhadap lingkungan. Hal tersebut terbukti pada jawaban peserta didik yang terdapat pada **Gambar 4.1.** pada pilar sosial-budaya mendapatkan hasil presentase sebesar 74,4% yang berarti adanya pemahaman terkait potensi lokal terhadap keragaman budaya dan pemahaman lintas budaya yang sangat penting bagi lingkungan.²⁸ Peserta didik diberikan contoh sosial-budaya di Colo yang mempunyai banyak keragaman flora yang terdapat pada **Gambar 4.2.** Sedangkan pada pilar ekonomi mendapatkan jumlah presentase sebesar 69,8% yang menunjukkan masih kurangnya pengetahuan peserta didik terhadap masalah kemandirian ekonomi. Pada *e-modul* yang terdapat pada **Gambar 4.3** diberikan sebuah cerita untuk mengajak peserta didik memiliki jiwa kewirausahaan yang bertujuan untuk mengurangi kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan.²⁹ Hal tersebut yang dilakukan peserta didik pada *e-modul* ini yaitu membuat *ecorpiting* ramah lingkungan.

Dari ketiga aspek di atas yang paling tertinggi adalah aspek *behaviour and attitude awareness* dengan presentase 80%. Hal ini terjadi karena di dalam *e-modul* IPA berbasis ESD menekankan pada pilar lingkungan yang selaras dengan materinya yaitu teknologi ramah lingkungan. Dan aspek yang terendah yaitu *sustainability practice awareness* dengan presentase 58%. Hal ini disebabkan kurangnya dorongan untuk melakukan kegiatan kesadaran berkelanjutan kepada peserta didik. dengan demikian pilar ESD yang paling menonjol adalah pilar lingkungan memperoleh hasil presentase 75,3%. Sedangkan yang paling terendah adalah pilar ekonomi dengan presentase 69,8%, hal ini menunjukkan bahwa belum ada dorongan kepada peserta didik untuk menjadi jiwa kewirausahaan di dalam dirinya.

Dari penjelasan di atas, hasil uji coba respon guru memperoleh presentase sebesar 96,3% dan dari peserta didik memperoleh presentase sebesar 85,2% dengan kriteria “sangat baik”. Dengan demikian produk *e-modul* berbasis ESD dinyatakan sangat layak dijadikan sebagai bahan ajar pendamping peserta didik dalam kegiatan pembelajaran materi

²⁸ Kebijakan, “Ringkasan Eskecutif: Model Pendidikan Untuk Pembangunan Berkelanjutan.”

²⁹ Tristananda, “Membumikan Education for Sustainable Development (Esd) Di Indonesia Dalam Menghadapi Isu-Isu Global.”

teknologi ramah lingkungan berdasarkan implementasi yang sudah dilakukan.

Pengembangan *e-modul* berbasis ESD sebagai bahan ajar IPA materi teknologi ramah lingkungan kelas IX memiliki kelebihan meliputi, *e-modul* berbasis ESD dapat menumbuhkan sikap kesadaran berkelanjutan peserta didik. Model pembelajaran *project based learning* dengan materi teknologi ramah lingkungan juga mampu menumbuhkan kesadaran berkelanjutan peserta didik. Terdapat video materi yang jelas untuk dipahami peserta didik. *E-modul* mudah diakses serta dapat digunakan kapan saja dan dimana saja

Pengembangan *e-modul* berbasis ESD sebagai bahan ajar IPA materi teknologi ramah lingkungan kelas IX juga memiliki keterbatasan meliputi, pengembangan materi yang di ulas hanya pada pokok bahasan teknologi ramah lingkungan pada kelas IX. *E-modul* berbasis ESD diuji kelayakan pada batas validasi oleh ahli materi dan ahli media serta dilanjutkan dengan meminta respon kepada guru IPA dan peserta didik kelas IX semester genap. Jangkauan penerapan ESD masih belum banyak, sehingga ada aspek kesadaran berkelanjutan yang belum terlampaui dengan maksimal.