

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode dan Desain penelitian

Pada bagian ini menjelaskan metode dan desain penelitian yang akan digunakan dalam penelitian pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *responsible consumption and production*. Pembahasan akan meliputi metode dan jenis desain penelitian, populasi dan sampel yang akan digunakan, definisi operasional, instrument yang digunakan beserta teknik pengolahan data, tahapan kegiatan pembelajaran proyek berbasis STEM-ESD dari pembukaan hingga penutupan, analisis data yang digunakan beserta hasilnya, serta alur keseluruhan penelitian yang dilakukan. Berikut penjelasan lebih rinci:

3.1.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen lebih tepatnya jenis *pre-eksperimental* dalam pendekatan kuantitatif. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena data yang dikumpulkan berupa angka dan dianalisis secara statistik untuk menguji pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat. Menurut Creswell (2022), penelitian kuantitatif berfokus pada pengukuran variabel secara objektif, analisis numerik, dan pengujian hipotesis untuk menjawab pertanyaan penelitian secara sistematis.

3.1.2 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *pre-experimental* dengan menggunakan desain *one-group pre-test-post-test design*, dimana hanya akan melibatkan satu kelompok eksperimental. Desain ini melibatkan satu kelompok sampel yang diberikan *pretest* untuk mengukur aksi awal siswa, kemudian diberi perlakuan berupa pembelajaran proyek *edible food wrap* berbasis STEM-ESD, dan diakhiri dengan *posttest* untuk mengukur perubahan yang terjadi setelah perlakuan. Pada variabel keterampilan desain tidak akan ada pemberian *pretest* pada awal pembelajaran karena penilaian akan dilakukan pada saat proses pengerjaan proyek STEM-ESD hingga proyek tersebut selesai dilakukan. Pemilihan desain ini

didasarkan pada pertimbangan bahwa penelitian bertujuan mengevaluasi efektivitas perlakuan tanpa membandingkannya dengan kelompok kontrol. Berikut adalah desain penelitian yang telah dilakukan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 *One-group pre-test-post-test design*

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O1	X	O2

Keterangan:

O1: Pengambilan data awal (pretest aksi)

X : Pembelajaran proyek STEM-ESD SDGs *Responsible Consumption and Production*

O2: Pengambilan data akhir (posttest aksi dan penilaian proyek STEM-ESD)

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa-siswi kelas X di SMA Negeri 1 Bandung. Teknik sampling yang digunakan yaitu teknik *convenience sampling*, dimana sampel yang dipilih disesuaikan dengan ketersediaan siswa kelas X yang tersedia di sekolah (Creswell, 2022). Total sampel penelitian adalah 66 orang siswa kelompok eksperimen. Karakteristik sampel yang dipilih adalah siswa kelas X SMA Negeri 1 Bandung yang sedang melakukan pembelajaran pada materi perubahan lingkungan.

3.3 Definisi Operasional

Definisi operasional memiliki fungsi untuk mendefinisikan variable-variabel yang digunakan dalam penelitian untuk menghindari multi-tafsir antar penelitian dan membantu peneliti dalam proses pengumpulan data serta pemilihan instrument yang dibutuhkan. Adapun beberapa definisi operasional pada penelitian ini diantaranya:

3.3.1 Keterampilan Rekayasa

Keterampilan rekayasa merupakan keterampilan siswa untuk merancang teknologi sebagai bentuk solusi dari permasalahan *food loss* yang diukur berdasarkan 4 fase yaitu masalah, solusi, implementasi, manajemen proses.

Keterampilan rekayasa akan diukur menggunakan asesmen kinerja dengan penilain skor 1-4 (Jin, 2015).

3.3.2 Aksi Siswa

Aksi siswa adalah implementasi siswa dalam kehidupan sehari-harinya sebagai bentuk kontribusi mereka dalam tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan terkait poin 12 *responsible consumption and production*. Dalam mengukur tingkat aksi siswa, digunakan indikator yang dirumuskan oleh Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi (2020) yakni tindakan masa lalu dan masa sekarang, capaian kompetensi, serta tindakan masa depan dengan menggunakan soal non-tes berupa kuesioner skala Likert-4 poin

3.4 Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua macam instrumen yang digunakan yaitu kuisisioner untuk mengukur aksi siswa dan rubrik penilaian keterampilan rekayasa. Instrumen keterampilan rekayasa digunakan untuk menilai kemampuan siswa dalam merancang sebuah solusi guna menanggulangi permasalahan FWL yang terjadi dengan memanfaatkan teknologi. Instrumen yang selanjutnya adalah instrument aksi yang digunakan untuk mengukur aksi siswa terkait SDGs *responsible consumption and production* sebelum dan setelah pembelajaran proyek STEM-ESD.

3.4.1 Instrumen Keterampilan Rekayasa

Instrumen keterampilan rekayasa yang digunakan yaitu LKPD dan rubrik penilaian kinerja untuk menilai kinerja siswa setelah pembelajaran proyek STEM-ESD. LKPD digunakan untuk mendapatkan nilai keterampilan rekayasa setiap kelompoknya, adapun LKPD siswa dapat dilihat pada Lampiran 6. Setelah siswa mengerjakan LKPD sesuai dengan tahapan pembelajaran, jawaban siswa di nilai berdasarkan rubrik keterampilan rekayasa. Rubrik penilaian kinerja diadaptasi dari penelitian terdahulu yaitu oleh Jin (2015). Penilaian dilakukan berdasarkan 4 tahap yaitu (1) Fase masalah terdiri dari indikator pengenalan masalah dan pendefinisian masalah; (2) Fase solusi terdiri dari indikator pembuatan ide dan pemilihan solusi optimal; (3) Fase implementasi terdiri dari penyempurnaan solusi serta presentasi dan pelaporan; (4) Fase manajemen proses yang menilai manajemen desain proses.

Penilaian akan berbentuk skala 1-4 kemampuan keterampilan rekayasa siswa melalui pembelajaran proyek *edible food wrap* berbasis STEM-ESD. Berikut adalah instrument keterampilan rekayasa, seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Rekayasa

No	Tahap	Indikator	Tahapan STEM	Indikator	Deskripsi Kriteria kinerja
1.	Masalah	Pengenalan masalah	Perumusan masalah	Siswa mampu mengidentifikasi fenomena <i>food loss and waste</i> yang terjadi di lingkungan sekitar.	Mengidentifikasi dan memahami fenomena food waste and loss secara spesifik berdasarkan hasil observasi dan studi literatur.
		Mendefinisikan masalah	Pikir	Siswa mampu menganalisis dampak yang muncul akibat permasalahan <i>food loss and waste</i> dan merumuskan rencana penanggulangan berupa teknologi yang mengatasi	Menyebutkan dampak-dampak yang timbul akibat permasalahan <i>food loss and waste</i> dan merumuskan rencana penanggulangan berupa teknologi yang realistis

				permasalahan tersebut	
				Siswa mampu menganalisis kekurangan alat yang sudah ada untuk mengatasi permasalahan <i>food loss and waste</i> dan memberikan solusi untuk mengoptimalkan penggunaan alat tersebut.	Menyebutkan kekurangan alat yang sudah ada dan memberikan solusi yang realistis dan bisa digunakan untuk memperbaiki kekurangan alat
2.	Solusi	Pembuatan ide	Pikir	Siswa dapat mengembangkan solusi inovatif dalam bentuk rancangan produk	Siswa dapat mengembangkan solusi inovatif dari solusi yang sudah ada terkait penggunaan teknik pengawetan makanan untuk mengurangi <i>food loss and waste</i> bersama anggota kelompok

				<i>edible coating</i> untuk mengurangi <i>i food loss and waste</i> bersama dengan anggota kelompok	<table><tr><th>Detail Rancangan</th><th>Indikator</th></tr><tr><td>Ketebalan: Siswa dapat menentukan ketebalan edible coating sesuai dengan bahan pangan yang akan dilapisi</td><td>Kesesuaian dengan karakteristik bahan baku yang digunakan dan jenis bahan pangan yang akan dilapisi</td></tr><tr><td>Bentuk: Siswa dapat menentukan tampilan atau wujud akhir dari <i>edible coating</i> yang dibuatnya (berupa kemasan yang bisa dipakai berulang, pelapis makanan habis pakai, dan lain sebagainya)</td><td>Memperhatikan kemudahan konsumen dalam penggunaan <i>edible food wrap</i> dan sesuai dengan karakteristik bahan pangan yang akan dilapisi</td></tr><tr><td>Bahan: Siswa dapat</td><td>Menggunakan</td></tr></table>	Detail Rancangan	Indikator	Ketebalan: Siswa dapat menentukan ketebalan edible coating sesuai dengan bahan pangan yang akan dilapisi	Kesesuaian dengan karakteristik bahan baku yang digunakan dan jenis bahan pangan yang akan dilapisi	Bentuk: Siswa dapat menentukan tampilan atau wujud akhir dari <i>edible coating</i> yang dibuatnya (berupa kemasan yang bisa dipakai berulang, pelapis makanan habis pakai, dan lain sebagainya)	Memperhatikan kemudahan konsumen dalam penggunaan <i>edible food wrap</i> dan sesuai dengan karakteristik bahan pangan yang akan dilapisi	Bahan: Siswa dapat	Menggunakan
Detail Rancangan	Indikator												
Ketebalan: Siswa dapat menentukan ketebalan edible coating sesuai dengan bahan pangan yang akan dilapisi	Kesesuaian dengan karakteristik bahan baku yang digunakan dan jenis bahan pangan yang akan dilapisi												
Bentuk: Siswa dapat menentukan tampilan atau wujud akhir dari <i>edible coating</i> yang dibuatnya (berupa kemasan yang bisa dipakai berulang, pelapis makanan habis pakai, dan lain sebagainya)	Memperhatikan kemudahan konsumen dalam penggunaan <i>edible food wrap</i> dan sesuai dengan karakteristik bahan pangan yang akan dilapisi												
Bahan: Siswa dapat	Menggunakan												

					mempertimbangkan pemilihan bahan yang sesuai dengan fungsinya, ketahanan bahan, dan dampak terhadap lingkungan	bahan alami yang aman apabila dikonsumsi oleh konsumen
					Cara kerja: Siswa dapat menentukan fungsi utama yang akan menjadi keunggulan dari <i>edible food wrap</i> yang akan dibuat	Menggunakan bahan baku tertentu untuk membuat bahan pangan tidak cepat rusak atau layu, terhindar dari bakteri yang dapat mempercepat pembusukan, atau menjaga

						bahan pangan dari benturan
					RAB: Siswa dapat mempertimbangkan rencana anggaran biaya dalam persiapan bahan, pengolahan bahan, perancangan bahan, sampai uji coba alat.	Pengeluaran akhir tidak terlalu jauh dari RAB Biaya tidak terlalu tinggi karena memanfaatkan bahan alami
		Pemilihan Solusi Optimal	Pikir	Siswa secara berkelompok dapat memilih solusi terbaik dan memastikan itu tidak hanya kreatif tetapi juga dapat diterapkan dan efektif.	Pemilihan solusi yang optimal dengan mempertimbangkan nilai kegunaan dan orisinalitas.	

3.	Implementasi	Penyempurnaan solusi	Desain	Siswa mampu membuat desain prototipe dari pilihan terbaik yang dipilihnya.	Desain tersebut seperti gambar prototipe yang akan mereka buat dengan mencantumkan bahan, ukuran, dan fungsi		
			Buat	Siswa mampu membuat <i>prototype</i> berdasarkan desain yang telah dibuat.	Prototype atau produk yang dibuat sesuai dengan rancangan yang udah dibuat		
			Uji	Siswa dapat menguji teknologi yang sudah dibuat	<table><tr><th>Detail Produk</th><th>Indikator</th></tr><tr><td>Efisiensi : Siswa dapat membuat <i>edible food wrap</i> yang dapat digunakan sesuai dengan fungsinya</td><td>- <i>Edible food wrap</i> yang dibuat dapat mencegah bahan pangan dari ke rusakan</td></tr></table>		Detail Produk
Detail Produk	Indikator						
Efisiensi : Siswa dapat membuat <i>edible food wrap</i> yang dapat digunakan sesuai dengan fungsinya	- <i>Edible food wrap</i> yang dibuat dapat mencegah bahan pangan dari ke rusakan						

						dan pembusukan - <i>Edible food wrap</i> yang dibuat tidak mudah rusak
					Keuntungan ekonomi : Siswa dapat menganalisis biaya produksi dan keuntungan ekonomi yang akan didapatkan apabila menggunakan teknologi <i>edible food wrap</i> yang sudah dibuat	Jumlah biaya yang dikeluarkan saat menggunakan <i>edible food wrap</i> tidak lebih mahal dibandingkan jika tidak menggunakannya (keuntungan > biaya produksi)
					Kebermanfaatan : Siswa dapat menyebutkan	Manfaat dari <i>edible food wrap</i> lebih

					an manfaat teknologi <i>edible food wrap</i> yang dibuat bagi lingkungan banyak dibandingk an kerugianny a
		Presentasi dan pelaporan	Re-desain	Siswa dapat memprese ntasikan tentang proses desain teknik dan hasil akhir serta melaporka n LKPD.	Mempresentasikan tentang proses desain teknik dan hasil akhir dengan berkoordinasi bersama teman kelompok secara aktif.
4.	Manajem en proses	Desain manajemen proses	Re-desain	Siswa dapat menyelesa i kan prototype dengan desain akhir dalam waktu yang telah ditentukan dengan mengendal ikan proses desain melalui kegiatan	Melaksanakan kegiatan sesuai timeline yang telah direncanakan dan mengumpulkan laporan sesuai waktu yang telah ditentukan.

				sesuai dengan timeline yang siswa buat.	
--	--	--	--	---	--

(Sung Hee Jin, 2015)

Berdasarkan kisi-kisi instrument pada Tabel 3.2, maka setiap indikator diturunkan menjadi rubrik penilaian keterampilan rekayasa. Penilaian rubrik ini berdasarkan LKPD yang dikerjakan siswa dan produk teknologi *edible food wrap* yang dibuat siswa. Penilaian menggunakan rentang 1-4 dengan kriteria masing-masing indikator seperti pada Tabel 3.3. Rubrik penilaian secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 3. 3 Rubrik Penilaian Keterampilan Rekayasa

No	Fase	Indikator	Deskripsi	Nilai			
				1	2	3	4
1.	Pengenalan Masalah	Siswa mampu mengidentifikasi fenomena <i>food waste and loss</i> yang terjadi di lingkungan sekitar.	Mengidentifikasi dan memahami fenomena <i>food waste and loss</i> secara spesifik berdasarkan hasil observasi dan studi literatur.	Siswa mengidentifikasi masalah berdasarkan apa yang mereka ketahui dan pahami	Siswa mengidentifikasi masalah melalui observasi tetapi permasalahan yang disajikan tidak spesifik.	Siswa mengidentifikasi masalah melalui observasi dan permasalahan yang disajikan spesifik.	Siswa mengidentifikasi masalah melalui observasi dan studi literatur dan permasalahan yang disajikan spesifik.

2.	Mendefinisikan masalah	Siswa mampu menganalisis dampak yang muncul akibat permasalahan <i>food waste and loss</i> dan merumuskan rencana penanggulangan berupa teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut.	Menyebutkan dampak-dampak yang timbul akibat permasalahan <i>food waste and loss</i> .	Siswa mampu menyebutkan 1 dampak.	Siswa mampu menyebutkan 2 dampak.	Siswa mampu menyebutkan 3 dampak.	Siswa mampu menyebutkan 4 dampak.
			Merumuskan rencana penanggulangan berupa teknologi untuk mengatasi permasalahan <i>food waste and loss</i> .	Siswa dapat memberikan solusi namun bukan berupa teknologi.	Siswa dapat memberikan solusi berupa teknologi namun tidak mempertimbangkan aspek realistik dan efektifitas solusi.	Siswa dapat memberikan solusi berupa teknologi namun hanya mempertimbangkan salah satu aspek (aspek realistik atau efektifitas solusi)	Siswa dapat memberikan solusi berupa teknologi dengan mempertimbangan aspek realistik dan efektifitas solusi.
		Siswa mampu menganalisis kekurangan alat yang sudah ada untuk	Menyebutkan kekurangan alat yang sudah ada dan memberikan solusi yang realistik dan bisa digunakan untuk memperbaiki kekurangan alat	Siswa hanya menemukan kekurangan tetapi tidak bisa memberikan	Siswa menemukan kekurangan dan memberikan solusi yang	Siswa menemukan kekurangan dan memberikan solusi yang	Siswa menemukan kekurangan dan memberikan solusi yang

		mengatasi permasalahan <i>food waste and loss</i> dan memberikan solusi untuk mengoptimalkan penggunaan alat tersebut.		solusi dari alat yang sudah ada.	tidak realistis dan tidak bisa digunakan untuk memperbaiki kekurangan alat	realistis tetapi tidak bisa digunakan untuk memperbaiki kekurangan alat	realistis dan bisa digunakan untuk memperbaiki kekurangan alat
3.	Pembuatan ide	Siswa dapat mengembangkan solusi inovatif dalam bentuk rancangan produk <i>edible food wrap</i> untuk mengurangi <i>food waste and loss</i> bersama	Ketebalan: Menentukan ketebalan <i>edible food wrap</i> agar tidak mengubah rasa dan tekstur asli bahan pangan yang dilapisi	Lapisan terlihat sehingga mempengaruhi rasa dan tekstur bahan pangan serta mengubah rasa dan tekstur asli bahan pangan	Lapisan terlihat sehingga mempengaruhi salah satu sifat bahan pangan (rasa atau tekstur)	Lapisan terlihat namun tidak mempengaruhi rasa dan tekstur bahan pangan	Lapisan tidak terlihat sehingga tidak mempengaruhi rasa dan tekstur bahan pangan
			Bahan: Mempertimbangkan	Menggunakan	Menggunakan	Menggunakan	Menggunakan

		dengan anggota kelompok	an pemilihan bahan yang <i>food grade</i> dan berasal dari sumber alami serta <i>affordable</i> sehingga mudah didapatkan	bahan baku yang <i>food grade</i> dan berasal dari bahan kimia serta tidak <i>affordable</i> sehingga sulit didapatkan	bahan baku yang <i>food grade</i> dan campuran dari bahan alami dan kimia serta kimia s erta tidak <i>affordable</i> sehingga sulit didapatkan	bahan baku yang <i>food grade</i> dan campuran dari bahan alami dan kimia serta <i>affordable</i> sehingga mudah didapatkan	bahan baku yang <i>food grade</i> dan berasal dari sumber alami serta <i>affordable</i> sehingga mudah didapatkan
			Cara kerja: Menyebutkan prosedur pembuatan <i>edible food wrap</i> secara rinci dan ditampilkan dalam bentuk diagram alir	Siswa tidak dapat menyebutkan prosedur pembuatan <i>edible food wrap</i>	Siswa dapat menyebutkan prosedur pembuatan <i>edible food wrap</i> namun belum rinci	Siswa dapat menyebutkan prosedur pembuatan <i>edible food wrap</i> secara rinci namun masih dalam	Siswa dapat menyebutkan prosedur pembuatan <i>edible food wrap</i> secara rinci dan ditampilkan dalam bentuk

					dan masih dalam bentuk paragraf	bentuk paragraf	diagram alir
			RAB: Mencantumkan anggaran secara lengkap, seperti harga alat dan bahan baku yang dibutuhkan, biaya operasional, biaya uji coba, dan biaya cadangan	Anggaran yang dibuat hanya mencakup satu aspek	Anggaran yang dibuat hanya mencakup dua aspek	Anggaran yang dibuat mencakup tiga aspek	Anggaran yang dibuat mencakup empat aspek
4.	Pemilihan solusi optimal	Siswa secara berkelompok dapat memilih solusi terbaik dan memastikan itu tidak hanya kreatif tetapi juga dapat diterapkan	Pemilihan solusi yang optimal dengan mempertimbangan nilai kegunaan	Siswa memilih solusi yang memiliki nilai kegunaan yang rendah tanpa melalui diskusi	Siswa memilih solusi yang sulit untuk diterapkan berdasarkan hasil diskusi.	Siswa memilih solusi yang memungkinkan untuk diterapkan tetapi masih kurang efektif untuk mengatasi permasalahan berdasarkan	Siswa memilih solusi sangat mungkin untuk diterapkan dan secara efektif dapat mengatasi permasalahan berdasarkan hasil diskusi.

		n dan efektif.				an hasil diskusi.	
			Pemilihan solusi yang optimal dengan mempertimbangkan orisinalitas.	Solusi tidak menunjangkan adanya kebaruan.	Solusi menunjukkan adanya kebaruan desain namun tidak mendukung nilai kegunaan alat.	Solusi menunjukkan adanya kebaruan desain yang mendukung nilai kegunaan alat.	Solusi menunjukkan adanya kebaruan desain yang mendukung nilai kegunaan alat.
5.	Penyempurnaan solusi	Siswa mampu membuat desain prototipe dari pilihan terbaik yang dipilihnya.	Desain tersebut seperti gambar prototipe yang akan mereka buat dengan mencantumkan bahan, ukuran, dan fungsi	Desain tidak jelas dan tidak memiliki informasi tentang bahan, ukuran, dan fungsi.	Desain masih kurang jelas, dengan detail bahan, ukuran, dan fungsi yang sangat minim.	Desain cukup jelas, dengan detail bahan, ukuran, dan fungsi yang belum lengkap.	Desainnya terperinci dan mudah dipahami, dengan informasi yang jelas tentang bahan, ukuran, dan fungsinya.

		Siswa mampu membuat prototipe berdasarkan desain yang telah dibuat.	Prototype atau produk yang dibuat sesuai dengan rancangan yang udah dibuat	Siswa tidak dapat merealisasikan desain yang telah dibuat.	Siswa dapat membuat prototipe namun tidak sesuai dengan desain yang telah dibuat.	Siswa dapat membuat prototipe yang hampir mendekati desain yang telah dibuat.	Siswa dapat membuat prototipe sesuai dengan desain yang telah dibuat
		Siswa dapat menguji teknologi yang sudah dibuat	Efisiensi: Membuat <i>edible food wrap</i> yang dapat digunakan sesuai dengan fungsinya	Proses produksi membutuhkan waktu yang lama dan tidak efektif mencegah kerusakan pada makanan (membusuk dan berjamur)	Proses produksi membutuhkan waktu yang lama dan kurang efektif mencegah kerusakan pada makanan (hanya terjadi kerusakan kecil namun tidak	Proses produksi tidak memakan waktu lama dan kurang efektif mencegah kerusakan pada makanan (hanya terjadi kerusakan kecil namun tidak	Proses produksi tidak memakan waktu lama dan efektif mencegah kerusakan pada makanan

					kerusak an kecil namun tidak sampai busuk dan berjamur)	sampai busuk dan berjamur)	
			Keuntungan ekonomi: Menganalisis biaya produksi dan keuntungan ekonomi yang akan didapatkan apabila menggunakan teknologi <i>edible food wrap</i> yang sudah dibuat	Biaya pembuat n jauh lebih besar dibandin gkan potensi manfaat atau keuntung an. Tidak layak secara ekonomi.	Biaya cukup besar dan manfaat ekonom inya masih kecil. Butuh perbaik an agar layak dikemb angkan.	Biaya dan manfaat relatif seimbang . Produk bisa dikemban gkan untuk skala kecil atau uji coba pasar.	Biaya rendah dan potensi keuntung an besar. Layak dikemba ngkan dan punya prospek pasar yang menjanji kan.
			Kebermanfaatan : Menyebutkan manfaat teknologi <i>edible food wrap</i> yang dibuat bagi lingkungan	Menggun akan bahan yang sulit terurai dan meningga lkan residu	Mengg unakan bahan yang bisa terurai tetapi membu tuhkan waktu	Menggun akan bahan yang mudah terurai dan tidak membutu hkan waktu	Menggun akan bahan yang bisa terurai sepenuhn ya dalam waktu singkat tanpa

					lama dan masih mening galkan residu	yang terlalu lama dengan sedikit residu	meningg alkan residu
6.	Present asi dan laporan	Siswa dapat mempres entasikan tentang proses desain teknik dan hasil akhir serta melapork an LKPD.	Mempresentasika n tentang proses desain teknik dan hasil akhir dengan berkoordinasi bersama teman kelompok secara aktif.	Siswa dalam kelompo k hanya membaca teks dan cenderung g pasif.	Siswa kurang berkoor dinasi dengan teman kelompok dalam menjela skan dan mende monstra sikan alat serta seluruh anggota masih cenderung pasif.	Siswa dapat berkoordi nasi dengan teman kelompok tetapi hanya beberapa siswa yang aktif dalam menjelas kan dan mendemo nstrasika n alat.	Semua anggota kelompo k dapat berkoordi nasi dengan baik dalam menjelas kan dan mendemo nstrasik an alat.
7.	Manaje men Proses Desain	Siswa dapat menyeles aik an prototype dengan	Melaksanakan kegiatan sesuai timeline yang telah direncanakan	Siswa tidak dapat melaksan akan semua	Siswa hanya mampu melaks anakan kegija	Siswa mampu melaksan akan hampir semua	Siswa mampu melaksan akan semua kegiatan

		desain akhir dalam waktu yang telah ditentukan dengan mengendalkan proses desain melalui kegiatan sesuai dengan timeline yang siswa buat.		kegiatan sesuai timeline yang telah direncanakan	n sesuai timeline setengah dari yang telah direncanakan.	kegiatan sesuai timeline yang telah direncanakan.	sesuai timeline yang telah direncanakan.
			Mengumpulkan laporan sesuai waktu yang telah ditentukan.	Siswa mengumpulkan laporan dari h+3.	Siswa mengumpulkan laporan lebih dari h+2.	Siswa mengumpulkan laporan lebih dari h+1.	Siswa dapat mengumpulkan laporan sesuai waktu yang telah ditentukan

Berdasarkan Tabel 3.3, seluruh indikator penilaian pada (Jin, 2015) digunakan untuk menilai keterampilan rekayasa pada penelitian ini. Terdapat kriteria tambahan untuk menilai produk *edible food wrap* salah satunya adalah ketebalan lapisan, bahan-bahan yang digunakan, serta kegunaan alat. Rubrik penilaian rekayasa. Pada rubrik keterampilan rekayasa juga mencantumkan penilaian terkait pilar SDGs yaitu ekonomi dan lingkungan.

3.4.2 Instrumen Aksi

Instrumen pengukuran aksi pada penelitian ini dikembangkan dengan mengadaptasi Environmental Citizenship Questionnaire (ECQ) yang disusun oleh Hadjichambis & Hadjichambi (2020). Instrumen tersebut kemudian disesuaikan dengan ESD *learning Goals* pada tema *responsible consumption and production* yang ditetapkan oleh UNESCO (2017), yang mencakup tiga dimensi utama, yaitu

kognitif, sosio-emosional, dan perilaku. Topik SDGs *Responsible Consumption and Production* yang diintegrasikan dalam instrumen ini meliputi isu gaya hidup, pola konsumsi dan produksi, serta konsumsi dan produksi yang berkelanjutan. Instrumen aksi yang digunakan dalam penelitian ini dirancang dengan empat indikator utama, yaitu: (a) tindakan masa lalu, (b) tindakan masa kini, (c) tindakan masa depan, dan (d) capaian kompetensi. Seluruh butir pertanyaan dimodifikasi ke dalam bentuk non-tes berupa kuesioner untuk mempermudah pengukuran tingkat keterlibatan siswa dalam aksi berkelanjutan sesuai konteks pembelajaran proyek *edible food wrap*.

Setiap butir kuesioner disertai dengan skala Likert-4-poin dan diisi oleh siswa melalui google formulir sebelum (*pretest*) dan setelah (*posttest*), seperti pada Lampiran 3. Pilihannya disesuaikan kembali dengan masing-masing indikator aksi. Untuk tindakan masa lalu dan masa sekarang, pilihannya terdiri dari: ‘tidak pernah’ (1), ‘jarang’ (2), ‘sering’ (3), dan ‘selalu’ (4). Untuk tindakan masa depan berupa rencana aksi yang akan dilakukan, pilihannya yakni: ‘tidak akan melakukan’ (1), ‘ragu akan melakukan’ (2), ‘berusaha akan melakukan’ (3), dan ‘yakin akan melakukan’ (4). Untuk indikator capaian kompetensi aksi, pilihannya yaitu: ‘sangat tidak mampu’ (1), ‘tidak mampu’ (2), ‘mampu’ (3), dan ‘sangat mampu’ (4). Skor tertinggi yaitu empat dan skor terendah satu. Penempatan skor berkebalikan untuk pernyataan negatif. Berikut merupakan pemetaan item pernyataan kuisisioner aksi, disajikan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Pemetaan Item Pernyataan Kuisisioner Sebelum dilakukan Uji Validitas dan Reliabilitas

Indikator Aksi	Sub Topik ESD Learning Goals	ESD Learning Goals	Nomor soal	Jumlah Soal
Tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan	Gaya Hidup	Koginitif	1,2,3,4,5,6	18
		Sosio- emosional	7,8,9,10,11,12	

	Pola konsumsi dan produksi	Tindakan	13,14,15,16,17,18	12
		Koginitif	19,20,21,22	
		Sosio-emosional	23,24,25,26	
		Tindakan	27,28,29,30	
	Konsumsi dan produksi yang berkelanjutan	Koginitif	31,32,33,34,35,36	18
		Sosio-emosional	37,38,39,40,41,42	
		Tindakan	43,44,45,46,47,48	
Capaian Kompetensi	Gaya Hidup	Koginitif	1,2,3,4,5	13
		Sosio-emosional	6,7,8,9,10,11	
		Tindakan	12,13	
	Pola konsumsi dan produksi	Koginitif	14,15	5
		Sosio-emosional	16,17	
		Tindakan	18	
	Konsumsi dan produksi yang berkelanjutan	Koginitif	19,20,21,22,23,24	18
		Sosio-emosional	25,26,27,28,29,30	

		Tindakan	31,32,33,34,35, 36	
Jumlah				84

Butir-butir pernyataan pada instrumen aksi dirancang langsung oleh peneliti. Sebelum dilakukan pengambilan data aksi siswa, instrumen melalui proses validasi isi yang melibatkan dua dosen pembimbing melalui penelaahan butir pernyataan, pemberian masukan, serta revisi sesuai saran yang diberikan. Selanjutnya, instrumen diuji validitas dan reliabilitasnya sebanyak satu kali dengan melibatkan 34 siswa kelas X di SMA Negeri 1 Bandung sebagai sampel ($n=34$). Pada taraf signifikansi 0,05 diperoleh nilai r tabel sebesar 0,312. Suatu pernyataan dinyatakan valid apabila r hitung lebih besar dari r tabel dan instrumen dikatakan reliabel apabila nilai Cronbach's Alpha melebihi 0,6 (Sugiyono, 2013). Hasil uji terhadap 84 butir pernyataan instrumen aksi SDGs *responsible consumption and production* ditampilkan pada Tabel 3.5 dan Tabel 3.6, sedangkan perhitungan statistik lengkap tercantum pada Lampiran 1.

Tabel 3. 5 Hasil Pengujian Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Aksi (Tindakan Masa lalu, Masa sekarang, Masa Depan)

No	Jenis pernyataan	Validitas			Keterangan
		ML	MS	MD	
1.	Positif	0,108 Tidak	0,207 Tidak	0,053 Tidak	Tidak digunakan
2.	Positif	0,893 Tidak	0,669 Tidak	0,191 Tidak	Tidak digunakan
3.	Negatif	0,037 Valid	0,014 Valid	0,130 Tidak	Revisi dan uji ulang
4.	Positif	0,892 Tidak	0,310 Tidak	0,110 Tidak	Tidak digunakan
5.	Positif	0,186 Tidak	0,418 Tidak	<0,001 Valid	Tidak digunakan

6.	Positif	0,021 Valid	0,005 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
7.	Positif	0,022 Valid	0,088 Tidak	0,212 Tidak	Tidak digunakan
8.	Positif	0,034 Valid	0,002 Valid	0,061 Tidak	Direvisi
9.	Positif	0,021 Valid	0,012 Valid	0,002 Valid	Digunakan
10.	Positif	<0,001 Valid	0,003 Valid	0,012 Valid	Digunakan
11.	Negatif	0,119 Tidak	0,365 Tidak	0,003 Valid	Tidak digunakan
12.	Positif	0,005 Valid	0,008 Valid	0,008 Valid	Digunakan
13.	Negatif	0,016 Valid	0,031 Valid	0,013 Valid	Digunakan
14.	Positif	0,256 Tidak	0,039 Valid	0,587 Tidak	Tidak digunakan
15.	Positif	0,005 Valid	0,009 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
16.	Negatif	0,005 Valid	0,226 Tidak	0,004 Valid	Direvisi
17.	Positif	0,002 Valid	<0,001 Valid	0,006 Valid	Digunakan
18.	Negatif	0,198 Tidak	0,116 Tidak	0,085 Tidak	Tidak digunakan
19.	Positif	<0,001 Valid	0,002 Valid	0,002 Valid	Digunakan
20.	Positif	<0,001 Valid	0,003 Valid	0,002 Valid	Digunakan

21.	Negatif	0,001 Valid	0,021 Valid	0,019 Valid	Digunakan
22.	Positif	<0,001 Valid	<0,001 Valid	0,019 Valid	Digunakan
23.	Positif	<0,001 Valid	0,010 Valid	0,015 Valid	Digunakan
24.	Positif	0,016 Valid	0,025 Valid	0,009 Valid	Digunakan
25.	Negatif	0,025 Valid	0,067 Tidak	0,001 Valid	Direvisi
26.	Negatif	0,057 Tidak	0,087 Tidak	<0,001 Valid	Tidak digunakan
27.	Positif	0,060 Tidak	0,012 Valid	0,012 Valid	Direvisi
28.	Positif	0,083 Tidak	0,128 Tidak	0,093 Tidak	Tidak digunakan
29.	Negatif	<0,001 Valid	0,007 Valid	0,003 Valid	Digunakan
30.	Negatif	0,065 Tidak	0,222 Tidak	0,009 Valid	Tidak digunakan
31.	Positif	<0,001 Valid	0,011 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
32.	Positif	0,001 Valid	<0,001 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
33.	Positif	<0,001 Valid	<0,001 Valid	0,016 Valid	Digunakan
34.	Positif	0,008 Valid	0,002 Valid	0,171 Tidak	Direvisi
35.	Positif	<0,001 Valid	<0,001 Valid	0,022 Valid	Digunakan

36.	Positif	0,003 Valid	0,004 Valid	0,008 Valid	Digunakan
37.	Positif	0,009 Valid	<0,001 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
38.	Positif	<0,001 Valid	<0,001 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
39.	Positif	<0,001 Valid	0,002 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
40.	Positif	<0,001 Valid	<0,001 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
41.	Positif	<0,001 Valid	0,005 Valid	0,006 Valid	Digunakan
42.	Positif	0,020 Valid	<0,001 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
43.	Positif	<0,001 Valid	0,002 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
44.	Positif	<0,001 Valid	<0,001 Valid	0,001 Valid	Digunakan
45.	Positif	<0,001 Valid	0,002 Valid	0,042 Valid	Digunakan
46.	Positif	<0,001 Valid	0,002 Valid	0,002 Valid	Digunakan
47.	Positif	0,003 Valid	0,002 Valid	0,003 Valid	Digunakan
48.	Positif	<0,001 Valid	<0,001 Valid	<0,001 Valid	Digunakan
Reabilitas		0,918	0,909	0,907	Reliabel

Keterangan: ML = Masa Lalu, MS = Masa Sekarang, MD = Masa Depan, Tidak = Tidak Valid

Tabel 3. 6 Hasil Pengujian Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Aksi
(Capaian Kompetensi)

No	Jenis pernyataan	Validitas		Reabilitas		Keterangan
		V	Int.	R	Int.	
1.	Positif	0,167	Tidak	0,991	Reliabel	Tidak digunakan
2.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
3.		0,029	Valid			Digunakan
4.	Positif	0,001	Valid			Digunakan
5.	Positif	0,032	Valid			Digunakan
6.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
7.	Positif	0,433	Tidak			Tidak digunakan
8.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
9.	Positif	0,103	Tidak			Tidak digunakan
10.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
11.	Negtif	<0,001	Valid			Digunakan
12.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
13.	Negtif	0,175	Tidak			Tidak digunakan
14.	Positif	0,106	Tidak			Tidak digunakan
15.	Positif	0,066	Tidak			Tidak digunakan
16.	Negatif	0,038	Valid			Digunakan
17.	Positif	0,715	Tidak			Tidak digunakan
18.	Negatif	0,002	Valid			Digunakan

19.	Positif	0,629	Tidak			Tidak digunakan
20.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
21.	Negatif	0,004	Valid			Digunakan
22.	Positif	0,085	Tidak			Tidak digunakan
23.	Positif	0,023	Valid			Digunakan
24.	Positif	0,013	Valid			Digunakan
25.	Negatif	0,138	Tidak			Tidak digunakan
26.	Negatif	0,081	Tidak			Tidak digunakan
27.	Positif	0,149	Tidak			Tidak digunakan
28.	Positif	0,990	Tidak			Tidak digunakan
29.	Negatif	0,177	Tidak			Tidak digunakan
30.	Negatif	<0,001	Valid			Digunakan
31.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
32.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
33.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
34.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
35.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
36.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
37.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
38.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
39.	Positif	0,001	Valid			Digunakan
40.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
41.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan

42.	Positif	0,049	Valid			Digunakan
43.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
44.	Positif	0,009	Valid			Digunakan
45.	Positif	0,003	Valid			Digunakan
46.	Positif	0,002	Valid			Digunakan
47.	Positif	<0,001	Valid			Digunakan
48.	Positif	0,004	Valid			Digunakan

Setelah dilakukan uji validitas dan reliabilitas, terdapat beberapa butir soal yang tidak valid sehingga perlu dieliminasi. Setelah di kalkulasikan, agar rasio butir item antara tindakan per masa dan capaian kompetensi jumlahnya seimbang maka jumlahnya per indikator akan disesuaikan lagi. Dengan demikian, hasil akhir jumlah butir item pernyataan aksi yang digunakan yaitu 69 butir. Dengan rincian 33 butir untuk tindakan per masa dan 36 butir untuk capaian kompetensi. Hasil pemetaan item pernyataan kuisioner setelah dilakukan uji dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Kisi-Kisi Intrumen Aksi Siswa Setelah dilakukan Uji Validitas dan Reliabilitas

No	Indikator	Deskripsi Indikator	Sub Topik ESD	ESD Learning Goals	Nomor Pernyataan	Jumlah
1.	Tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan	Aksi siswa yang telah dilakukan di masa lalu dengan kurun waktu yang cukup lama, sedang dilakukan di masa	Gaya Hidup	Koginitif	1,2	33
				Sosio-emosional	3,4,5	
				Tindakan	6,7,8	
			Pola konsumsi dan produksi	Koginitif	9,10,11,12	
				Sosio-emosional	13,14	
				Tindakan	15,16	

		sekarang, dan rencana aksi siswa yang akan dilakukan di masa depan sebagai agen perubahan terkait dengan SDGs <i>responsible consumption and production</i>	Konsumsi dan produksi yang berkelanjutan	Koginitif	17,18,19,20,21	
				Sosio-emosional	22,23,24,25,26,27	
				Tindakan	28,29,30,31,32,33	
2.	Capaian Kompetensi		Gaya Hidup	Koginitif	1,2,3,4,5	36
Sosio-emosional	6,7,8,9,10,11					
Tindakan	12,13					
Pola konsumsi dan produksi	Koginitif		14,15			
	Sosio-emosional		16,17			
	Tindakan		18			
Konsumsi dan produksi yang berkelanjutan	Koginitif		19,20,21,22,23,24			
	Sosio-emosional		25,26,27,28,29,30			
	Tindakan		31,32,33,34,35,36			
Jumlah						69

3.4.3 Instrumen Tambahan

Pada penelitian ini, dilakukan pengumpulan data lainnya sebagai instrumen tambahan yaitu wawancara kepada siswa untuk menambah data kualitatif dan memperkaya penjelasan pada hasil penelitian. Wawancara dilakukan kepada beberapa perwakilan siswa untuk melihat sudut pandang lain yang tidak tertulis pada LKPD maupun kuisioner. Adapun indikator-indikator yang menjadi bahan wawancara ditunjukkan pada Tabel 3.9. Untuk pertanyaan beserta hasil wawancara dapat dilihat pada Lampiran 4

Tabel 3. 8 Kisi-Kisi Pertanyaan Wawancara

No	Indikator	Definisi Indikator	Nomor Soal	Jumlah
1	Proses Pembelajaran	Tanggapan siswa terhadap proses pembelajaran yang telah dilaksanakan	1,2,3,4,5	5
2	Aksi Siswa	Tanggapan siswa terhadap aksi	6,7	2
3	Keterampilan Rekayasa	Tanggapan siswa terhadap keterampilan rekayasa dalam membuat produk	8,9	2
Jumlah Butir				9

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini akan dibagi ke dalam tiga tahap yaitu tahap pra-pelaksanaan, tahap pelaksanaan, dan tahap pasca-pelaksanaan. Berikut rincian untuk masing-masing tahapan dijelaskan sebagai berikut:

3.5.1 Tahap Pra-Pelaksanaan

Tahap pra-pelaksanaan merupakan tahap persiapan. Dimana peneliti akan menyiapkan bahan penelitian yang dibutuhkan pada tahap pelaksanaan. Tahap pra-pelaksanaan dimulai dari melakukan studi literatur mengenai keterampilan

rekayasa dan aksi, pembelajaran proyek berbasis STEM-ESD serta mencari informasi mengenai permasalahan yang terjadi terkait dengan SDGs *responsible consumption and production* khususnya di Indonesia. Selanjutnya, peneliti akan menyusun proposal penelitian serta membuat kisi-kisi instrumen penelitian keterampilan rekayasa dalam bentuk penilaian kinerja dan aksi siswa dalam bentuk kuisioner. Pada saat penyusunan instrumen, terdapat beberapa perbaikan dan masukan yang didapatkan dari dosen pembimbing. Setelah seluruh instrument penelitian siap, peneliti menentukan dan mengurus perizinan ke sekolah yang akan digunakan untuk uji instrumen aksi. Setelah mendapatkan izin dari SMA Negeri 1 Bandung, peneliti melakukan uji coba instrumen pada siswa kelas XI yang sudah mempelajari materi perubahan lingkungan. Setelah melakukan uji instrumen, peneliti melakukan revisi pernyataan aksi berdasarkan hasil uji validitas dan reabilitas.

Tahap selanjutnya, peneliti akan menyusun perangkat pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran di kelas. Perangkat pembelajaran diantaranya, RPP, LKPD, dan media penunjang lainnya yang berkaitan dengan topik pembelajaran. Kemudian, perangkat pembelajaran yang telah dibuat akan di cek terlebih dahulu oleh dosen pembimbing. Terdapat beberapa revisi yang diberikan, sehingga peneliti melakukan perbaikan terlebih dahulu. Perangkat pembelajaran secara lengkap dapat dilihat pada lampiran, modul ajar dapat dilihat pada Lampiran 5 dan LKPD dapat dilihat pada Lampiran 6. Setelah perangkat pembelajaran siap digunakan, peneliti melakukan kunjungan ke SMA Negeri 1 Bandung untuk berkoordinasi dengan guru mata pelajaran terkait dan melakukan perizinan penelitian ke pihak sekolah. Selanjutnya akan masuk pada tahap pelaksanaan.

3.5.2 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan merupakan tahap dimana peneliti akan melakukan pengumpulan data. Proses pengumpulan data dilakukan selama tiga minggu yaitu pada 15 April – 8 Mei 2025. Pertemuan terakhir sempat tertunda karena bertepatan dengan pembagian rapot tengah semester, sehingga baru dilakukan pada minggu selanjutnya yaitu 8 Mei 2025. Pada pertemuan pertama, siswa akan mengerjakan

pretest aksi terlebih dahulu. Selanjutnya, mulai masuk pada pembelajaran proyek STEM-ESD SDGs *responsible consumption and production*. Tahapan pelaksanaan pembelajaran proyek STEM-ESD diadaptasi dan dikembangkan dari model pembelajaran integratif STEM oleh Widodo *et al.* (2021). Adapun langkah-langkah pelaksanaan sebagaimana dijelaskan pada Tabel 3.10. Untuk tahap yang lebih rinci, dapat dilihat pada modul ajar di Lampiran 5

Tabel 3. 9 Tahapan Pembelajaran Proyek STEM-ESD

Pertemuan ke-	Kelas Eksperimen	
	Kegiatan	Tahap STEM
1	- Guru melakukan pembukaan dengan salam dan dilanjutkan dengan membaca doa. - Guru mengecek kehadiran peserta didik dan mengkoneksikannya agar siap untuk kegiatan belajar. - Peserta didik melaksanakan pretest kuesioner aksi - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran - Guru memberikan pertanyaan stimulus terkait dengan materi perubahan lingkungan yang berkaitan dengan SDGs 12 yaitu <i>Responsible Consumption and Production</i>, seperti: “Apa yang kalian ketahui tentang <i>food loss</i> dan <i>food waste</i>?” “Menurut kalian, apakah fenomena <i>food loss</i> dan <i>food waste</i> terjadi di Indonesia?”	-
	Guru menampilkan video terkait <i>food loss</i> and <i>food waste</i> di Indonesia	Perumusan Masalah

	https://youtu.be/gXD9FqbZZtc?si=qd9rAscDIJQWKJVS ● Guru memberikan pertanyaan pemantik kepada peserta didik terkait video yang ditayangkan, seperti: “Apa yang kalian lakukan ketika melihat makanan sisa di kulkas atau meja makan?” “Pernahkah kalian melihat tumpukan buah dan sayur di pasar seperti pada video tersebut?” ● Peserta didik mengemukakan pendapatnya ● Guru mengarahkan siswa untuk membentuk kelompok ● Guru membagikan LKPD dan mengarahkan siswa untuk mengerjakan bagian perumusan masalah terlebih dahulu ● Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan <i>food loss</i> dan <i>food waste</i> berdasarkan observasi yang sudah dilakukan dan studi literatur ● Peserta didik mencatat hasil temuannya pada LKPD yang guru berikan	
	● Guru mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi dampak dari permasalahan <i>food loss</i> dan <i>food waste</i> yang ditemukan ● Peserta didik melakukan studi literatur untuk mengidentifikasi dampak dari permasalahan <i>food loss</i> dan <i>food waste</i> yang ditemukan	Pikir

	● Guru membimbing peserta didik untuk merumuskan solusi yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut ● Guru menampilkan contoh teknologi yang sudah digunakan sebagai upaya dalam mengatasi permasalahan <i>food loss</i> dan <i>food waste</i>, yaitu teknologi <i>edible food wrap</i> ● Peserta didik melakukan observasi terhadap teknologi <i>edible food wrap</i> yang dibawa oleh guru ● Guru mengarahkan siswa untuk menganalisis kelebihan dan kekurangan dari teknologi tersebut serta meminta siswa mengisi LKPD bagian pikir ● Berdasarkan hasil analisis dan studi literatur, peserta didik menentukan solusi yang bisa dilakukan untuk melakukan penyempurnaan pada teknologi teknologi <i>edible food wrap</i> yang sudah ada ● Peserta didik membuat rancangan <i>edible food wrap</i> yang terdiri dari ukuran (ketebalan), bahan, cara kerja, dan rancangan anggaran biaya (RAB) ● Secara berkelompok, peserta didik menentukan satu solusi yang akan dibuat menjadi desain produk <i>edible food wrap</i>	
	● Peserta didik membuat rancangan produk <i>edible food wrap</i> sesuai dengan hasil diskusi dengan bimbingan guru	Desain

	● Guru mengarahkan siswa untuk menuliskan rancangannya pada LKPD ● Guru memberikan penugasan untuk melanjutkan pembuatan rancangan di luar jam pembelajaran serta melakukan studi literatur terkait <i>edible food wrap</i> ● Guru mengarahkan siswa untuk menyimpulkan pembelajaran yang sudah dilakukan ● Guru menutup pembelajaran dengan salam penutup	
2	● Guru membimbing peserta didik untuk menyiapkan bahan dan alat yang dibutuhkan untuk membuat produk <i>edible food wrap</i> yang sudah dirancang secara berkelompok ● Peserta didik membuat produk <i>edible food wrap</i> sesuai rancangan yang sudah dibuat ● Guru melakukan monitoring untuk memastikan proses pengerjaan berjalan dengan aman ● Guru memberikan penugasan untuk melanjutkan pembuatan produk <i>edible food wrap</i> dan melakukan uji coba produk di luar jam pembelajaran ● Guru mengarahkan siswa untuk menyimpulkan pembelajaran yang sudah dilakukan ● Guru menutup pembelajaran dengan salam penutup	Buat

Di Luar Jam Pelajaran (JP)	Siswa melakukan uji produk untuk melihat ketercapaian fungsi dari produk yang dibuatnya	Uji
3	- Secara berkelompok, peserta didik mempresentasikan produk yang telah dibuat - Peserta didik memaparkan produk nya serta hasil uji coba yang dilakukan di luar jam pembelajaran - Guru mengarahkan teman sekelasnya untuk memberikan <i>feedback</i> terkait produk <i>edible food wrap</i> yang dipresetasikan - Peserta didik melakukan perbaikan desain produk <i>edible food wrap</i> berdasarkan hasil uji coba dan <i>feedback</i> yang diberikan - Peserta didik menggambarkan hasil perbaikannya pada LKPD	Perbaikan desain
	- Guru melakukan penilaian pada hasil akhir proyek STEM-ESD sesuai dengan rubrik penilaian - Siswa mengerjakan <i>posttest</i> aksi yang diberikan oleh guru	-

3.5.3 Pasca-Pelaksanaan

Pada tahap pasca-pelaksanaan peneliti akan melakukan pengolahan data penginterpretasian, pembahasan, dan penarikan kesimpulan dari data yang diperoleh. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan uji statistik, lebih tepatnya uji N-Gain pada data kuisioner variabel aksi siswa. Untuk variabel

Siti Nuraisyah Putriani Saleh, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT SDGS RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION, KETERAMPILAN REKAYASA, AKSI SISWA, DAN TEKNOLOGI EDIBLE FOOD WRAP
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

keterampilan rekayasa dilakukan kategorisasi berdasarkan Purwanto (2008). Penjelasan pengolahan data yang lebih rinci ada pada sub judul Analisis Data. Setelah data diolah dan dianalisis, maka akan dilakukan interpretasi data. Interpretasi data memuat temuan-temuan pada hasil penelitian yang telah dilakukan. Hasil interpretasi data akan dibahas lebih lanjut dengan membandingkan temuan penelitian ini dengan penelitian terdahulu dan mencantumkan teori-teori yang mendukung. Tahap terakhir yang dilakukan adalah penarikan kesimpulan, implikasi, dan rekomendasi. Kesimpulan berisi jawaban-jawaban dari pertanyaan penelitian yang sudah dirumuskan

3.6 Analisis Data

Pada penelitian ini, data yang dimaksud adalah data kuantitatif yang diperoleh selama pelaksanaan penelitian berdasarkan variabel terikat. Data-data tersebut diantaranya: (1) Data pretest dan posttest aksi siswa dan (2) Data keterampilan rekayasa. Data aksi siswa akan dianalisis secara statistik dengan uji N-Gain untuk melihat peningkatan skor siswa, sebelum dan sesudah pembelajaran. Sedangkan untuk data keterampilan rekayasa dianalisis berdasarkan rubrik penilaian keterampilan rekayasa, nilai diambil setelah siswa menyelesaikan pembelajaran proyek pembuatan edible food wrap berbasis STEM-ESD. Tabulasi kedua data variabel terikat menggunakan perangkat lunak Microsoft Office Excel, yang selanjutnya untuk tabulasi nilai aksi siswa akan dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak IBM SPSS versi 27. Berikut adalah penjelasan lebih lengkap terkait analisis data pada setiap variabel terikat pada penelitian ini.

3.6.1 Analisis Data Keterampilan Rekayasa

Data keterampilan rekayasa dianalisis berdasarkan hasil pengerjaan LKPD siswa dan produk teknologi edible food wrap yang telah dibuat. Keterampilan rekayasa dinilai berdasarkan rubrik kinerja yang diadaptasi dari penelitian terdahulu yang sudah disebutkan pada sub judul instrumen, dengan rentang skor 1-4. Hasil skor yang didapat kemudian di jumlahkan, dipersentasekan, dan dihitung rata-ratanya berdasarkan 7 fase keterampilan rekayasa. Data kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Kemudian, dilakukan interpretasi data dan pembahasan

secara deskriptif. Keterampilan rekayasa siswa juga dikategorikan berdasarkan kategori nilai menurut Purwanto (2008), seperti pada Tabel 3.11.

Tabel 3. 10 Kategori nilai

Tingkat Penguasaan	Kategori
86% - 100%	Sangat baik
76% - 85%	Baik
60% - 75%	Cukup
$\leq 59\%$	Kurang

3.6.2 Analisis Data Aksi Siswa

Data aksi siswa diperoleh dari hasil pengerjaan pretest dan posttest menggunakan kuisioner skal Likert-4 poin. Skor terendah bernilai 1 dan skor tertinggi bernilai 4, berlaku kebalikan untuk pernyataan negatif. Kuisioner aksi siswa terdiri dari dua bagian yaitu tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan serta capaian kompetensi. Untuk tindakan terdiri dari 33 butir pernyataan, sedangkan capaian kompetensi terdiri dari 36 butir pernyataan. Sehingga total keseluruhan butir soal adalah 69 butir. Tabulasi nilai aksi siswa dapat dilihat pada Lampiran 7.

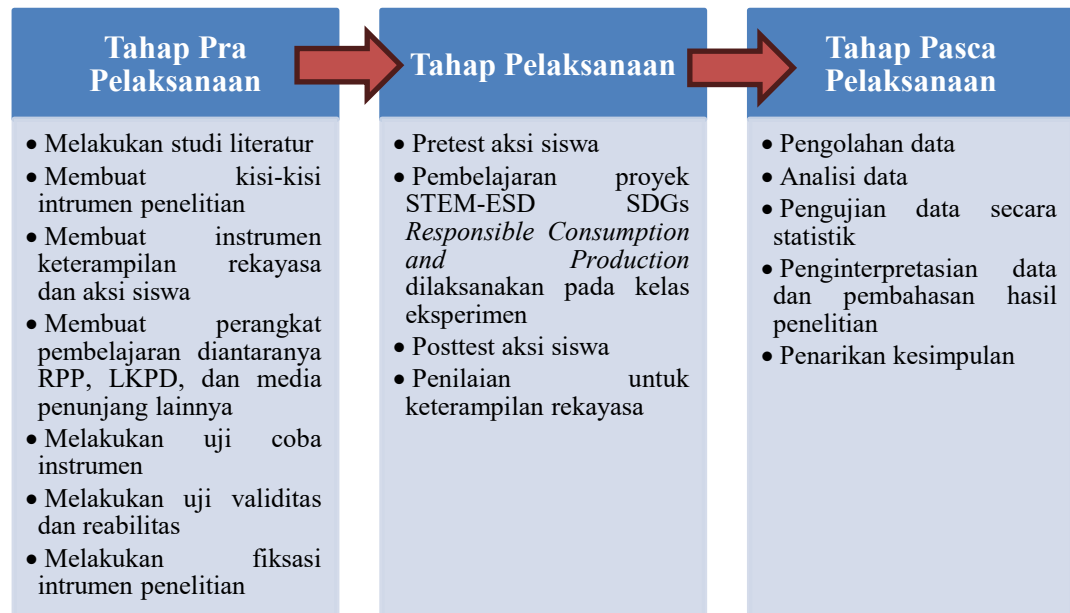
Tabulasi nilai aksi siswa akan dianalisis secara statistik menggunakan uji N-Gain. Uji N-Gain digunakan untuk melihat peningkatan skor yang terjadi antara rata-rata nilai *pretest* dan *posttest*. Selanjutnya, hasil uji N-Gain akan dikategorikan berdasarkan kategori Hake (1998), dimana nilai N-Gain terdiri dari kategori tinggi-sedang- rendah. Kategori menurut Meltzer 2002 dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3. 11 Kategori nilai pada uji N-Gain

Nilai N-Gain	Kategori
$0.70 \leq n \leq 1.00$	Tinggi
$0.30 \leq n \leq 0.70$	Sedang
$0.00 \leq n \leq 0.30$	Rendah

3.7 Alur Penelitian

Alur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan menggunakan diagram alir seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian