

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode dan Desain Penelitian**

Bagian ini menguraikan metode dan desain penelitian yang digunakan dalam penelitian pembelajaran proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production* terhadap keterampilan rekayasa dan aksi siswa. Penjelasan mencakup metode dan desain penelitian, populasi dan sampel yang terlibat, definisi operasional, instrumen penelitian yang digunakan, prosedur penelitian, analisis data, serta alur penelitian yang dilakukan.

##### **3.1.1 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *pre experimental design* dengan satu kelompok eksperimen, tanpa melibatkan kelas kontrol. Penelitian ini berfokus pada pembelajaran proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production* untuk menilai keterampilan rekayasa siswa melalui LKPD dan observasi selama proses pembelajaran, serta untuk menilai aksi siswa melalui *pretest* dan *posttest* setelah perlakuan. Analisis difokuskan pada perubahan yang terjadi pada kelompok eksperimen sebagai dampak dari perlakuan yang diberikan (Sugiyono, 2018).

##### **3.1.2 Desain Penelitian**

Desain penelitian yang digunakan adalah *one group pretest-posttest design*, yang melibatkan satu kelompok eksperimen yang diukur sebelum dan sesudah perlakuan untuk melihat aksi siswa. Sementara keterampilan rekayasa diukur selama proses pembelajaran. Perlakuan dalam penelitian ini berupa pembelajaran proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production*. Penilaian keterampilan rekayasa dilakukan selama proses pembelajaran proyek STEM-ESD dengan menggunakan metode non tes, melalui pengerjaan LKPD, yang berisi pertanyaan dan tugas praktis untuk menilai aspek keterampilan rekayasa siswa. Aksi siswa dinilai dengan memberikan *pretest* berupa pengisian kuesioner sebelum pembelajaran dimulai dan *posttest* setelah pembelajaran selesai untuk mengevaluasi

perubahan aksi siswa terkait *Responsible Consumption and Production*. Desain penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Desain Penelitian *One Group Pretest-Posttest*

<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

Keterangan:

- O<sub>1</sub> : Pengambilan data aksi siswa terkait SDG *Responsible Consumption and Production* dilakukan pada awal pembelajaran (*pretest*).
- X : Perlakuan (*treatment*) berupa pembelajaran proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production* dengan membuat alat *food dehydrator*, serta pengambilan data keterampilan rekayasa selama proses pembelajaran (pengerjaan LKPD).
- O<sub>2</sub> : Setelah perlakuan, pengambilan data aksi terkait SDG *Responsible Consumption and Production* (*posttest*), serta pengambilan data keterampilan rekayasa yang belum dilakukan selama proses pembelajaran.

### 3.2 Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah siswa-siswi kelas X di salah satu SMAN di Kabupaten Bandung, dengan jumlah total 427 siswa. Sampel penelitian terdiri dari 69 siswa yang dipilih menggunakan teknik *convenience sampling* berdasarkan ketersediaan dan kemudahan akses, yaitu siswa yang sedang atau telah mengikuti pembelajaran mengenai perubahan lingkungan, khususnya sub topik pencemaran lingkungan. Pemilihan sampel dilakukan dengan mempertimbangkan kelas yang tersedia dan relevan di sekolah, sehingga memudahkan proses pengambilan data.

### 3.3 Definisi Operasional

Definisi operasional dibuat untuk menjelaskan variabel-variabel dalam penelitian agar menghindari perbedaan interpretasi di antara peneliti, memperjelas jenis data yang perlu dikumpulkan, serta menentukan instrumen penelitian yang digunakan. Berikut diuraikan definisi operasional pembelajaran STEM-ESD *Responsible Consumption and Production*, keterampilan rekayasa siswa, dan aksi siswa pada penelitian ini.

#### 3.3.1. Pembelajaran STEM-ESD *Responsible Consumption and Production*

Pembelajaran STEM-ESD *Responsible Consumption and Production* adalah kegiatan pembelajaran yang mengintegrasikan STEM dengan ESD yang meliputi

aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial. Pembelajaran ini melibatkan siswa secara berkelompok dalam proses merancang, memikirkan, mendesain, membuat, menguji, dan memperbaiki prototipe alat *food dehydrator* sebagai solusi teknologi untuk memperpanjang masa penyimpanan buah, mengurangi pemborosan makanan dan meminimalkan produksi sampah organik. Proyek pembelajaran terdiri dari enam tahapan utama, yaitu: merumuskan dan mengidentifikasi masalah, memikirkan bentuk prototipe alat pengering makanan (*food dehydrator*), merancang desain prototipe, membuat prototipe sesuai rancangan, melakukan pengujian untuk menilai kinerja prototipe, dan mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dan melakukan perbaikan pada desain prototipe (Widodo, 2021).

### 3.3.2. Keterampilan Rekayasa

Keterampilan rekayasa adalah kemampuan siswa untuk menerapkan prinsip sains dan teknologi dalam merancang, mengembangkan alat *food dehydrator* yang sudah ada, dan menguji prototipe alat *food dehydrator*, bertujuan untuk mengurangi masalah sampah buah melalui proses pengeringan. Keterampilan rekayasa diukur secara berkelompok dijangar melalui LKPD dan observasi aktivitas siswa berdasarkan rubrik penilaian keterampilan rekayasa yang diadaptasi dan dimodifikasi dari penelitian Jin (2015), yang mencakup empat fase, yaitu: fase masalah mencakup kriteria kinerja pengenalan masalah (*problem recognition*) dan mendefinisikan masalah (*problem definition*), fase solusi mencakup kriteria kinerja pembuatan ide (*ide generation*) dan pemilihan solusi optimal (*optimal solution selection*), fase implementasi mencakup kriteria kinerja peningkatan solusi (*solution improvement*) dan presentasi dan pelaporan (*presentation and reporting*), serta fase manajemen proses mencakup kriteria kinerja manajemen proses desain (*design process management*), dengan 22 indikator penilaian, yang dapat dilihat secara rinci pada Lampiran A.1.

### 3.3.3. Aksi Siswa

Aksi siswa adalah tindakan konkret yang dilakukan untuk mendukung poin SDG *Responsible Consumption and Production*, khususnya dalam mengurangi produksi sampah buah, yang terwujud dalam kegiatan pembelajaran proyek di sekolah maupun perilaku sehari-hari. Aksi siswa diukur menggunakan instrumen

non tes berupa kuesioner dengan skala Likert 1-4, yang memuat pernyataan indikator tindakan pada tiga dimensi waktu: masa dulu, masa sekarang, dan masa depan, serta capaian kompetensi (Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi, 2020). Penilaian aksi siswa terintegrasi dengan aspek kognitif (pemahaman konsep), sosio-emosional (kolaborasi dan empati), dan tingkah laku (perilaku berkelanjutan) sesuai ESD *Learning Goals* SDG *Responsible Consumption and Production*. Lembar pernyataan kuesioner aksi secara rinci dapat dilihat pada Lampiran A.5.

### 3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini berbentuk non tes, yang terdiri dari rubrik penilaian keterampilan rekayasa yang dimuat dalam pertanyaan LKPD, observasi, dan kuesioner, seperti yang disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Instrumen Penelitian Pembelajaran Proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production*

No.	Data	Jenis Instrumen	Bentuk Data	Sumber Data
1.	Keterampilan rekayasa	Non tes	Rubrik penilaian keterampilan rekayasa yang dimuat dalam LKPD dan observasi	Siswa
2.	Aksi siswa	Non tes	Kuesioner	Siswa

#### Instrumen Tambahan:

Wawancara siswa: Digunakan untuk mengumpulkan data tambahan tentang keterampilan rekayasa dan aksi siswa.

#### 3.4.1 Instrumen Keterampilan Rekayasa

Instrumen keterampilan rekayasa yang digunakan berupa rubrik penilaian yang diadaptasi dan dikembangkan dari penelitian oleh Jin (2015). Rubrik ini dibuat untuk menilai keterampilan rekayasa siswa dalam konteks pembelajaran proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production*. Penilaian dilakukan berdasarkan analisis jawaban LKPD dan observasi aktivitas 12 kelompok siswa, yang masing-masing menghasilkan satu prototipe alat *food dehydrator*. Sebelum LKPD digunakan, dilakukan uji keterbacaan oleh dua dosen pembimbing. Proses ini mencakup pemeriksaan setiap butir pertanyaan dalam LKPD, selanjutnya diberikan masukan untuk perbaikan. Selain itu, dilakukan uji keterbacaan oleh 11 siswa kelas XI di SMAN di Kabupaten Sumedang untuk memastikan bahwa

pertanyaan yang dibuat jelas dan mudah dipahami. Perbaikan dilakukan berdasarkan masukan yang diberikan. Hasil uji keterbacaan dapat dilihat secara rinci pada Lampiran C.4, sementara LKPD yang digunakan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran A.7.

Keterampilan rekayasa siswa dinilai berdasarkan empat fase, yaitu: masalah, solusi, implementasi, dan manajemen proses. Rubrik penilaian mencakup 22 indikator, yang dapat dilihat secara rinci pada Lampiran A.1. Setiap indikator dinilai menggunakan skala 1-4, dengan kategori: “kurang” (skor 1), “cukup” (skor 2), “baik” (skor 3), dan “sangat baik” (skor 4). Hasil penilaian keterampilan rekayasa siswa dikonversi ke dalam persentase untuk mempermudah interpretasi. Data yang telah dianalisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Kisi-kisi instrumen keterampilan rekayasa dalam pembelajaran proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kisi-kisi Instrumen Keterampilan Rekayasa dalam Pembelajaran Proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production*

No.	Fase	Kriteria Kinerja	Deskripsi Komponen Penilaian	Tahapan STEM
1.	Masalah ( <i>problem</i> )	Pengenalan masalah ( <i>problem recognition</i> )	Siswa memahami bahwa limbah organik dari buah yang terbuang akibat rusak atau membusuk dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Mereka mengeksplorasi solusi untuk mengatasi masalah ini dilingkungan sekitar sebagai isu lingkungan yang bersifat terbuka, menantang, dan berdampak luas, termasuk dampaknya terhadap ekosistem dan potensi emisi gas metana akibat proses pembusukan. Siswa juga menyadari pentingnya upaya untuk mengurangi produksi sampah buah guna meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, mereka dapat mengidentifikasi kekurangan alat <i>food dehydrator</i> yang diperkenalkan sebagai solusi dan melakukan rekayasa terhadap alat tersebut agar lebih efektif dalam mengurangi limbah organik buah melalui pengeringan dengan mempertimbangkan keberlanjutan.  Alat <i>food dehydrator</i> terdiri dari beberapa komponen utama, seperti rak, elemen	Perumusan Masalah

No.	Fase	Kriteria Kinerja	Deskripsi Komponen Penilaian	Tahapan STEM
			pemanas, ventilasi untuk sirkulasi udara, kipas untuk menghilangkan kelembapan, pengontrol suhu dan lampu indikator. Makanan diletakkan merata di rak agar proses pengeringan berlangsung optimal tanpa merusak nutrisi.	
		Mendefinisikan masalah ( <i>problem definition</i> )	Siswa mampu menganalisis dampak yang muncul akibat permasalahan limbah organik dari buah yang terbuang dan merumuskan rencana penanggulangan berupa teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut.	
2.	Solusi ( <i>solution</i> )	Pembuatan ide ( <i>ide generation</i> )	<p>Pembuatan ide untuk beberapa kemungkinan solusi terhadap kekurangan alat <i>food dehydrator</i> yang sudah ada dengan menggunakan metode kreatif yang dilakukan secara kolaboratif dalam kelompok. Diskusi ini mencakup aspek seperti ukuran, bentuk, bahan, cara kerja dan prinsip kerja, serta RAB.</p> <p><b>Detail Rancangan Alat dan Indikator</b></p> <p><b>Ukuran:</b> Ukuran alat yang diusulkan cukup besar sehingga kapasitas pengeringan buah menjadi optimal dan distribusi panas merata.</p> <p><b>Indikator:</b> Siswa merencanakan ukuran yang cukup besar dan mendukung penyebaran panas secara merata saat proses pengeringan.</p> <p><b>Bentuk:</b> Ide bentuk alat ergonomis dan inovatif yang memaksimalkan efisiensi aliran udara serta mendukung penyebaran udara secara merata ke seluruh permukaan buah selama proses pengeringan.</p> <p><b>Indikator:</b> Siswa mengusulkan bentuk alat yang mendukung aliran udara efisien, dan mempercepat proses pengeringan buah.</p> <p><b>Bahan:</b> Bahan yang diusulkan dapat menjaga suhu dengan baik, menggunakan isolasi berkualitas, serta ringan dan tahan lama</p>	Pikir

No.	Fase	Kriteria Kinerja	Deskripsi Komponen Penilaian	Tahapan STEM
			<p>untuk meningkatkan kinerja alat.</p> <p><b>Indikator:</b> Siswa merencanakan penggunaan bahan yang dapat menjaga suhu dan tahan lama.</p> <p><b>RAB:</b> Rancangan anggaran biaya dibuat untuk memaksimalkan fungsi alat tanpa mengurangi kualitas, sebanding dengan manfaat dan hasil yang diharapkan</p> <p><b>Indikator:</b> Siswa merencanakan dan menghitung biaya pengeluaran anggaran untuk membuat <i>food dehydrator</i>, dengan mempertimbangkan aspek ekonomi sebagai solusi yang diajukan.</p> <p><b>Prinsip dan Langkah Kerja:</b> Menuliskan langkah kerja pembuatan alat <i>food dehydrator</i> dan menjelaskan prinsip kerja dari pembuatan alat <i>food dehydrator</i></p> <p><b>Indikator:</b> Siswa dapat menjelaskan langkah dan prinsip kerja dari pembuatan alat <i>food dehydrator</i>.</p>	
		Pemilihan solusi optimal ( <i>optimal solution selection</i> )	Siswa memilih solusi terbaik dengan memastikan bahwa solusi tersebut tidak hanya inovatif, tetapi juga praktis dan efektif. Pemilihan solusi yang optimal mempertimbangkan nilai kegunaan dalam mengatasi kekurangan alat <i>food dehydrator</i> .	
3.	Implementasi	Peningkatan solusi ( <i>solution improvement</i> )	<p>Siswa membuat desain prototipe dari pilihan terbaiknya, yaitu membuat prototipe alat <i>food dehydrator</i> lalu menguji coba prototipe tersebut dan menjelaskan manfaatnya bagi lingkungan, efisiensi dalam mengeringkan buah, serta keuntungan ekonomi yang diperoleh.</p> <p><b>Manfaat Bagi Lingkungan:</b> siswa menjelaskan manfaat alat <i>food dehydrator</i> yang telah dibuat bagi lingkungan.</p> <p><b>Efisiensi:</b> siswa dapat membuat alat <i>food dehydrator</i></p>	Desain, Buat dan Uji

No.	Fase	Kriteria Kinerja	Deskripsi Komponen Penilaian	Tahapan STEM
			yang dapat mengeringkan buah secara optimal dengan waktu pengeringan singkat dan efisien.	
			<b>Keuntungan</b> Siswa menganalisis keuntungan yang diperoleh dari aspek ekonomi setelah pembuatan alat <i>food dehydrator</i> , yang mencakup perhitungan biaya produksi, perkiraan laba dari pengeringan buah, serta perbandingan dengan biaya pembelian alat <i>food dehydrator</i> yang tersedia di pasaran.	
		Presentasi dan pelaporan ( <i>presentation and reporting</i> )	Siswa dapat mempresentasikan tentang proses desain teknik dan hasil akhir serta melaporkan LKPD.	Perbaikan
4.	Manajemen proses	Manajemen proses desain	Siswa dapat menyelesaikan prototipe dengan desain akhir dalam waktu yang telah ditentukan, mengendalikan proses desain melalui kegiatan sesuai dengan <i>timeline</i> yang dibuat.	

### 3.4.2 Instrumen Aksi

Instrumen aksi yang digunakan berupa kuesioner pernyataan yang diadaptasi dan modifikasi dari ECQ oleh (Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi, 2020) dan disesuaikan dengan ESD *Learning Goals* SDG *Responsible Consumption and Production* yang ditetapkan oleh UNESCO. Instrumen ini mencakup aspek kognitif, sosio-emosional, dan tingkah laku. Konten SDG *Responsible Consumption and Production* yang digunakan mencakup gaya hidup, pola konsumsi dan produksi, serta konsumsi dan produksi berkelanjutan. Terdapat empat indikator dalam instrumen aksi: tindakan masa lalu, tindakan masa sekarang, tindakan masa depan, dan capaian kompetensi. Setiap indikator terdiri dari 27 item pernyataan, sehingga totalnya ada 54 item yang mencakup pernyataan positif dan negatif. Setiap butir kuesioner disusun menggunakan skala Likert 1-4 poin, yang disesuaikan dengan masing-masing indikator.

Indikator tindakan masa dulu dan masa sekarang, pilihan jawabannya adalah: “tidak pernah” (skor 1), “jarang” (skor 2), “sering” (skor 3), dan “selalu” (skor 4). Untuk rencana aksi di masa depan, pilihan jawabannya adalah “tidak akan melakukan” (skor 1), “ragu akan melakukan” (skor 2), “berusaha akan melakukan” (skor 3), dan “yakin akan melakukan” (skor 4). Pada indikator capaian kompetensi, pilihan jawabannya adalah: “sangat tidak mampu” (skor 1), “tidak mampu” (skor 2), “mampu” (skor 3), dan “sangat mampu” (skor 4). Skor tertinggi dalam skala ini adalah 4 dan skor terendah adalah 1. Untuk butir pernyataan negatif pemberian skor dilakukan secara terbalik guna menjaga konsistensi arah penelitian. Butir pernyataan aksi yang digunakan dapat dilihat secara rinci pada Lampiran A.5. Berikut disajikan kisi-kisi instrumen aksi sebelum dilakukan uji validitas dan reliabilitas, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kisi-kisi Instrumen Aksi Siswa dalam Pembelajaran Proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production* Sebelum Uji Validitas dan Reliabilitas

No.	Indikator	Deskripsi Indikator	Sub topik	ESD Learning Goals	No. Soal	Jumlah
1.	Tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan ( <i>past, life and future action</i> )	Aksi siswa yang telah dilakukan di masa lalu (satu tahun sebelumnya), aksi siswa yang sedang dilakukan di masa sekarang, dan rencana aksi siswa yang akan dilakukan di masa depan sebagai agen perubahan di dalam dan luar sekolah terkait SDG <i>Responsible Consumption and Production</i> .	Gaya Hidup	Kognitif	1,2,3	27
				Sosio-emosional	4,5,6	
				Tingkah laku	7,8,9	
			Pola Konsumsi dan Produksi	Kognitif	10,11,12	
				Sosio-emosional	13,14,15	
				Tingkah laku	16,17,18	
			Konsumsi dan Produksi Berkelanjutan	Kognitif	19,20,21	
				Sosio-emosional	22,23,24	
				Tingkah laku	25,26,27	
2.	capaian kompetensi ( <i>competencies</i> )	Kemampuan siswa terkait pengetahuan, konsepsi, keterampilan, sikap, dan nilai dalam aksi.	Gaya Hidup	Kognitif	28,29,30	27
				Sosio-emosional	31,32,33	
				Tingkah laku	34,35,36	
			Pola Konsum	Kognitif	37,38,39	
				Sosio-emosional	40,41,42	

No.	Indikator	Deskripsi Indikator	Sub topik	ESD Learning Goals	No. Soal	Jumlah
			si dan Produksi	Tingkah laku	43,44,45	
			Konsumsi dan Produksi Berkelanjutan	Kognitif	46,47,48	
				Sosio-emosional	49,50,51	
				Tingkah laku	52,53,54	
<b>Total</b>						<b>54</b>

Butir kuesioner aksi disusun dan sebelum digunakan dalam penelitian dilakukan uji validasi oleh dua dosen pembimbing. Proses ini meliputi pemeriksaan terhadap butir pernyataan instrumen, revisi, dan masukan dari dosen. Setelah itu, dilakukan uji validitas dan reliabilitas instrumen dengan melibatkan data dari 64 siswa kelas XI Bio di SMAN 1 Lembang. Sampel yang digunakan untuk uji ini adalah 64 (n), sehingga nilai r tabel untuk taraf signifikansi 0,05 adalah 0,2423. Pernyataan dikategorikan valid jika nilai r hitung > r tabel product moment, dan instrumen dianggap reliabel jika nilai Cronbach's Alpha > 0,6. Pengujian validitas dan reliabilitas untuk 54 butir soal instrumen aksi *SDG Responsible Consumption and Production* disajikan pada Tabel 3.5, sementara uji validitas dan reliabilitas secara lengkap tercantum pada Lampiran C.1.

Tabel 3.5 Hasil Pengujian Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Aksi Per Masa terkait *SDG Responsible Consumption and Production*

No.	Jenis Pernyataan	Validitas			Keterangan
		Masa lalu	Masa Sekarang	Masa Depan	
1.	Positif	0,383** Valid	0,495** Valid	0,456** Valid	Digunakan
2.	Positif	0,520** Valid	0,583** Valid	0,587** Valid	Digunakan
3.	Positif	0,446* Valid	0,482** Valid	0,380** Valid	Digunakan
4.	Negatif	0,192 Tidak Valid	0,484** Valid	0,503** Valid	Tidak Digunakan
5.	Positif	0,441** Valid	0,461** Valid	0,602** Valid	Digunakan
6.	Positif	0,446** Valid	0,518** Valid	0,629** Valid	Digunakan
7.	Positif	0,568** Valid	0,588** Valid	0,621** Valid	Digunakan

No.	Jenis Pernyataan	Validitas			Keterangan
		Masa lalu	Masa Sekarang	Masa Depan	
8.	Positif	0,555** Valid	0,563** Valid	0,683** Valid	Digunakan
9.	Positif	0,233 Tidak Valid	0,250* Valid	0,401** Valid	Tidak Digunakan
10.	Positif	0,673** Valid	0,506** Valid	0,379** Valid	Digunakan
11.	Positif	0,640** Valid	0,655** Valid	0,579** Valid	Digunakan
12.	Positif	0,611** Valid	0,656** Valid	0,646** Valid	Digunakan
13.	Positif	0,398** Valid	0,394** Valid	0,486** Valid	Digunakan
14.	Positif	0,536** Valid	0,564** Valid	0,581** Valid	Digunakan
15.	Negatif	0,102 Tidak Valid	0,070 Tidak Valid	-0,003 Tidak Valid	Tidak Digunakan
16.	Positif	0,503** Valid	0,410** Valid	0,565** Valid	Digunakan
17.	Positif	0,420** Valid	0,576** Valid	0,441** Valid	Digunakan
18.	Positif	0,527** Valid	0,525** Valid	0,488** Valid	Digunakan
19.	Positif	0,731** Valid	0,718** Valid	0,551** Valid	Digunakan
20.	Positif	0,679** Valid	0,623** Valid	0,580** Valid	Digunakan
21.	Positif	0,498** Valid	0,349** Valid	0,410** Valid	Digunakan
22.	Positif	0,766** Valid	0,700** Valid	0,661** Valid	Digunakan
23.	Positif	0,347** Valid	0,452** Valid	0,557** Valid	Digunakan
24.	Negatif	0,278** Valid	0,122 Tidak Valid	0,357** Valid	Tidak Digunakan
25.	Positif	0,371** Valid	0,352** Valid	0,461** Valid	Digunakan
26.	Positif	0,457** Valid	0,393** Valid	0,350** Valid	Digunakan
27.	Positif	0,589** Valid	0,619** Valid	0,681** Valid	Digunakan
<b>Reliabilitas</b>		<b>0,870</b>	<b>0,880</b>	<b>0,882</b>	<b>Reliabel</b>

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Capaian Kompetensi terkait SDG *Responsible Consumption and Production*

No. Soal	Jenis Pernyataan	Validitas		Reliabilitas		Keterangan
		R Hitung	Interpretasi	Cronbach's Alpha	Interpretasi	
28.	Positif	0,457**	Valid	0,907	Reliabel	Digunakan
29.	Positif	0,624**	Valid			Digunakan
30.	Positif	0,596**	Valid			Digunakan
31.	Positif	0,658**	Valid			Digunakan
32.	Positif	0,541**	Valid			Digunakan
33.	Positif	0,474**	Valid			Digunakan
34.	Positif	0,527**	Valid			Digunakan
35.	Positif	0,622**	Valid			Digunakan
36.	Negatif	0,136	Tidak Valid			Tidak Digunakan
37.	Positif	0,544**	Valid			Digunakan
38.	Positif	0,579**	Valid			Digunakan
39.	Positif	0,517**	Valid			Digunakan
40.	Negatif	0,708**	Valid			Digunakan
41.	Negatif	0,413**	Valid			Digunakan
42.	Positif	0,388**	Valid			Digunakan
43.	Positif	0,465**	Valid			Digunakan
44.	Positif	0,747**	Valid			Digunakan
45.	Positif	0,655**	Valid			Digunakan
46.	Positif	0,695**	Valid			Digunakan
47.	Positif	0,512**	Valid			Digunakan
48.	Positif	0,694**	Valid			Digunakan
49.	Positif	0,500**	Valid			Digunakan
50.	Positif	0,603**	Valid			Digunakan
51.	Negatif	0,444**	Valid			Digunakan
52.	Positif	0,636**	Valid			Digunakan
53.	Positif	0,563**	Valid			Digunakan
54.	Positif	0,545**	Valid			Digunakan

Setelah dilakukan uji instrumen, ditemukan empat pernyataan aksi per masa yang dinyatakan tidak valid. Selain itu, terdapat satu pernyataan terkait capaian kompetensi yang juga tidak valid. Oleh karena itu, dalam penelitian ini hanya digunakan 49 butir pernyataan, yang terdiri dari 23 butir untuk tindakan aksi per masa dan 26 butir untuk capaian kompetensi. Hasil dari kisi-kisi akhir instrumen aksi setelah dilakukan uji validitas dan reliabilitas ditunjukkan pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8 menunjukkan contoh butir pernyataan instrumen aksi yang digunakan. Secara rinci butir pernyataan aksi dapat dilihat pada Lampiran A.5.

Tabel 3.7 Kisi-kisi Instrumen Aksi Siswa dalam Pembelajaran Proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production* Setelah Uji Validitas dan Reliabilitas

No.	Indikator	Deskripsi Indikator	Sub topik	ESD Learning Goals	No. Soal	Jumlah
1.	Tindakan masa lalu dan masa sekarang, dan masa depan ( <i>past, life and future action</i> )	Aksi siswa yang telah dilakukan di masa lalu, aksi siswa yang sedang dilakukan di masa sekarang, dan rencana aksi siswa yang akan dilakukan di masa depan sebagai agen perubahan di dalam dan luar sekolah terkait SDG <i>Responsible Consumption and Production</i>	Gaya Hidup	Kognitif	1,2,3	23
				Sosio-emosional	4,5	
				Tingkah laku	6,7	
			Pola Konsumsi dan Produksi	Kognitif	8,9,10	
				Sosio-emosional	11,12,13	
				Tingkah laku	14,15,16	
			Konsumsi dan Produksi Berkelanjutan	Kognitif	17,18,19	
				Sosio-emosional	20,21	
				Tingkah laku	22,23	
2.	Capaian kompetensi ( <i>competencies</i> )	Kemampuan siswa terkait pengetahuan, konsepsi, keterampilan, sikap, dan nilai dalam aksi	Gaya Hidup	Kognitif	28,29,30	26
				Sosio-emosional	31,32,33	
				Tingkah laku	34,35	
			Pola Konsumsi dan Produksi	Kognitif	36,37,38	
				Sosio-emosional	39,	
				Tingkah laku	43,44,45	
			Konsumsi dan Produksi Berkelanjutan	Kognitif	46,47,48	
				Sosio-emosional	49,50,51	
				Tingkah laku	52,53,54	
<b>Total</b>						<b>49</b>

Tabel 3.8 Contoh Butir Pernyataan Instrumen Aksi terkait SDG *Responsible Consumption and Production*

Indikator	No. Item	Contoh Butir Pernyataan
Masa dulu, masa sekarang, dan masa depan	1.	Saya memikirkan untuk memanfaatkan buah yang hampir busuk untuk mengurangi limbah
Capaian kompetensi	24.	Saya memikirkan untuk menghindari pemborosan buah karena penting untuk keberlanjutan

### 3.4.3 Instrumen Tambahan

Pada penelitian ini, instrumen tambahan yang digunakan sebagai alat pengumpul data lainnya adalah wawancara kepada siswa. Wawancara ini bertujuan untuk memperoleh data kualitatif guna mendukung dan menjelaskan hasil penelitian secara lebih mendalam. Wawancara dilakukan terhadap perwakilan siswa, wawancara mencakup pertanyaan proses pembelajaran yang telah dilakukan, keterampilan rekayasa dan aksi. Kisi-kisi pertanyaan wawancara yang diajukan kepada siswa dapat dilihat pada Tabel 3.9, sedangkan lebih rincinya dapat dilihat pada Lampiran A.8.

Tabel 3.9 Kisi-kisi Pertanyaan Wawancara

No.	Indikator	Definisi Indikator	No. Soal	Jumlah
1.	Proses pembelajaran proyek STEM-ESD terkait SDG <i>Responsible Consumption and Production</i>	Persepsi siswa terhadap proses pembelajaran yang telah dilaksanakan	1,2,3	3
2.	Keterampilan rekayasa	Persepsi siswa terhadap keterampilan rekayasa siswa	4,5,6	3
3.	Aksi	Persepsi siswa terhadap aksi siswa	7,8,9,10,11	5

### 3.5 Prosedur Penelitian

Pada bagian ini, diuraikan tahapan-tahapan yang sudah dilewati pada penelitian, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan dan analisis data, tahapan penginterpretasian data, pembahasan, serta penarikan kesimpulan. Berikut penjelasan lebih lanjut setiap tahapan penelitian yang sudah dilalui.

#### 3.5.1 Persiapan

Tahap persiapan mencakup serangkaian kegiatan awal sebelum pelaksanaan penelitian di lapangan, yang dikenal sebagai pra-pelaksanaan. Proses ini diawali dengan studi literatur untuk mendalami isu permasalahan sampah buah sekaligus mencari informasi relevan mengenai SDG *Responsible Consumption and Production*, pembelajaran proyek STEM-ESD, keterampilan rekayasa dan aksi siswa, dan teknologi tepat yang dapat digunakan untuk mengurangi produksi sampah buah. Solusi teknologi yang dipilih adalah alat pengering makanan (*food*

*dehydrator*) yang dapat memperpanjang masa simpan buah dan meminimalkan pemborosan. Setelah memutuskan solusi alat dilanjutkan dengan studi literatur dan mencari informasi terkait alat *food dehydrator*, dan pembuatan serta pengujian prototipe alat *food dehydrator*.

Selanjutnya, penentuan rumusan masalah dan analisis materi perubahan lingkungan, dan dilakukan pembuatan instrumen yang meliputi rubrik penilaian (Lampiran A.1) untuk mengukur keterampilan rekayasa siswa dan kuesioner pernyataan aksi (Lampiran A.5) untuk mengukur aksi siswa terkait isu SDG *Responsible Consumption and Production*. Instrumen tersebut disusun berdasarkan referensi yang relevan, kemudian dikonsultasikan divalidasi dua dosen pembimbing untuk memastikan kesesuaian dan kelayakan isi. Setelah itu, dilakukan uji instrumen, diawali dengan menentukan sekolah yang dijadikan tempat uji coba instrumen. Uji validitas dan reliabilitas instrumen dilakukan di SMAN 1 Lembang setelah memperoleh izin resmi dari pihak sekolah. Instrumen diuji kepada 64 siswa untuk mengetahui tingkat validitas dan konsistensi instrumen yang dibuat. Data hasil uji dianalisis sebagai dasar penyempurnaan sebelum digunakan dalam penelitian.

Setelah itu, penyusunan media dan perangkat pembelajaran dilakukan untuk digunakan dalam kegiatan belajar mengajar di kelas, seperti modul ajar, LKPD, materi dalam bentuk PowerPoint, dan media penunjang lainnya. Setelah perangkat pembelajaran disusun, dilakukan pemeriksaan oleh dua dosen pembimbing dan mengalami beberapa kali revisi berdasarkan masukan yang diberikan. Untuk LKPD dilakukan uji keterbacaan kepada 11 siswa SMAN Tomo untuk memastikan bahwa kata dan kalimat yang digunakan dalam LKPD dapat dipahami dengan baik. Revisi dilakukan berdasarkan hasil uji keterbacaan tersebut, dan hasilnya secara rinci dapat dilihat pada Lampiran C.4. Modul ajar yang digunakan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran A.6, sementara LKPD yang digunakan secara rinci dapat dilihat pada Lampiran A.7.

Selanjutnya, dilakukan identifikasi sekolah yang kontekstual atau relevan dengan permasalahan yang diangkat untuk dijadikan objek penelitian, dengan mempertimbangkan lokasi sekolah harus dekat dengan kebun buah atau pasar yang

menjual buah-buahan. Setelah sekolah ditentukan, dilakukan kunjungan untuk melaksanakan observasi langsung dan mendiskusikan penelitian dengan wakil kepala sekolah bidang kurikulum serta guru Biologi. Kunjungan ini juga bertujuan untuk memperoleh izin resmi terkait pelaksanaan penelitian. Diskusi yang dilakukan mencakup topik penelitian, materi Biologi, rentang waktu penelitian, dan sampel yang akan digunakan. Setelah seluruh proses persiapan selesai, langkah selanjutnya adalah memasuki tahapan pelaksanaan atau pengumpulan data penelitian.

### 3.5.2 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan sepanjang proses penelitian, yang berlangsung dalam empat kali pertemuan dari tanggal 17 April hingga 23 Mei 2025. Pertama, dilakukan *pretest* aksi sebelum pembelajaran dilakukan, di mana siswa mengisi kuesioner yang telah disediakan. Selanjutnya, dilaksanakan pembelajaran proyek STEM-ESD *Responsible Consumption and Production* sesuai langkah-langkah pembelajaran STEM oleh Widodo (2021). Materi yang diajarkan mencakup perubahan lingkungan dengan sub topik pencemaran lingkungan, yang mengintegrasikan teknologi pengeringan makanan (*food dehydrator*) untuk memperpanjang masa simpan buah, sehingga dapat mengurangi produksi limbah organik dan pencemaran. Selama proses pembelajaran, diambil data keterampilan rekayasa berdasarkan observasi dan pengerjaan LKPD oleh setiap kelompok. Setelah pembelajaran selesai, dilaksanakan *posttest* aksi dan penilaian keterampilan rekayasa untuk data keterampilan rekayasa yang belum diambil selama proses pembelajaran. Tahapan pelaksanaan pengumpulan data selama empat pertemuan disajikan pada Tabel 3.10. Prosedur lebih rinci dapat dilihat pada modul ajar di Lampiran A.6.

Tabel 3.10 Tahapan Kegiatan Pengumpulan Data

Tahapan Kegiatan		Langkah Model STEM
Pertemuan 1	<ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa melaksanakan dan mengisi <i>pretest</i> kuesioner aksi tentang aksi berkelanjutan mengurangi produksi sampah buah.</li> <li>Siswa dibagi menjadi 6 kelompok yang terdiri dari 6 orang</li> </ol>	

Tahapan Kegiatan		Langkah Model STEM
	dan masing-masing kelompok mendapatkan LKPD.	
	<p><b>Pengenalan masalah (<i>problem recognition</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengisi LKPD pada bagian “perumusan masalah”.</li> <li>Siswa membaca dan mengidentifikasi isu permasalahan kontekstual dan relevan yang menyebabkan terjadinya permasalahan sampah buah akibat terbuang pada teks bacaan dan video yang disajikan pada LKPD.</li> <li>Siswa melakukan observasi/pengamatan/wawancara langsung untuk mengidentifikasi isu permasalahan terkait sampah buah yang terbuang, dan mengaitkan hasil penemuannya dengan studi literatur (kajian literatur).</li> <li>Siswa mengaitkan isu-isu yang terdapat dalam teks bacaan, video permasalahan, serta hasil observasi dan wawancara dengan meningkatnya jumlah limbah organik di sekitarnya.</li> </ol> <p><b>Mendefinisikan masalah (<i>problem definition</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengidentifikasi dampak yang ditimbulkan dari permasalahan buah yang terbuang terhadap aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial.</li> <li>Siswa merencanakan rencana penanggulangan untuk mengatasi permasalahan sampah buah.</li> </ol>	<b>Perumusan Masalah</b>
Pasca Pertemuan 1 (Di luar jam pembelajaran)	<p><b>Pengenalan masalah (<i>problem recognition</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa melakukan observasi/pengamatan atau wawancara terkait permasalahan sampah buah yang ada di lingkungan sekitar.</li> <li>Siswa menganalisis hasil observasi/pengamatan atau wawancara dan mengaitkannya dengan studi literatur.</li> <li>Siswa menyertakan dokumentasi observasi/pengamatan atau wawancara ke Google Drive sebagai bukti pengerjaan.</li> <li>Siswa mengaitkan permasalahan limbah buah di lingkungan sekitar dengan peningkatan jumlah limbah organik yang dihasilkan di sekitarnya.</li> </ol> <p><b>Mendefinisikan masalah (<i>problem definition</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa merencanakan rencana penanggulangan untuk mengatasi permasalahan sampah buah.</li> </ol>	<b>Perumusan Masalah</b>
Pertemuan 2	<ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengisi LKPD pada bagian “pikir”.</li> <li>Siswa menganalisis dampak dari permasalahan sampah buah terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan poin ke-12: <i>Responsible Consumption and Production</i>.</li> <li>Siswa merencanakan aksi berkelanjutan untuk mendukung poin ke-12 SDGs terkait permasalahan sampah buah.</li> </ol> <p><b>Mendefinisikan masalah (<i>problem definition</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengidentifikasi kekurangan alat <i>food dehydrator</i> yang sudah ada.</li> </ol> <p><b>Pembuatan ide (<i>ide generation</i>)</b></p>	<b>Pikir, Desain, Buat</b>

	<b>Tahapan Kegiatan</b>	<b>Langkah Model STEM</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Siswa mengajukan solusi untuk meningkatkan kinerja <i>food dehydrator</i> yang sudah ada.</li> <li>6. Siswa menentukan solusi terbaik untuk membuat alat <i>food dehydrator</i> versi kelompoknya.</li> <li>9. Siswa menentukan kelebihan atau manfaat dari inovasi alat <i>food dehydrator</i> yang kelompoknya ajukan, dilihat dari aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial.</li> <li>10. Siswa menentukan kebaruan atau inovasi dari alat <i>food dehydrator</i> yang telah diajukan, kemudian mengidentifikasi perbedaannya dengan yang sudah ada.</li> </ol>	
	<p><b>Peningkatan solusi (<i>solution improvement</i>)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Siswa mengisi LKPD pada bagian “desain”</li> <li>12. Siswa bersama kelompok merancang dan membuat desain alat <i>food dehydrator</i>, meliputi perencanaan alat, bahan, langkah kerja, dan rencana anggaran biaya.</li> <li>13. Siswa bersama kelompok membuat desain <i>food dehydrator</i> yang akan dibuat.</li> <li>14. Siswa menentukan alasan mengapa membuat desain <i>food dehydrator</i> tersebut.</li> <li>15. Siswa menentukan prinsip kerja (cara kerja) alat <i>food dehydrator</i>.</li> <li>16. Siswa menentukan harapan terhadap <i>food dehydrator</i> yang akan dibuat bersama kelompok.</li> </ol>	<b>Desain</b>
Pasca Pertemuan 2 (Di luar jam pembelajaran)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa melanjutkan berdiskusi dan mencari informasi lebih lanjut terkait <i>food dehydrator</i> yang akan dibuat dan memperbaiki rancangan desain yang telah dibuat sebelumnya.</li> <li>2. Siswa melakukan survei harga alat/bahan yang akan digunakan untuk membuat <i>food dehydrator</i> melalui <i>E-Commerce</i> maupun langsung ke toko.</li> <li>3. Siswa bersama dengan kelompok menyiapkan dan mengumpulkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan alat <i>food dehydrator</i>.</li> <li>4. Siswa mencari informasi lebih lanjut terkait alat, bahan, bentuk, ukuran, prinsip kerja, dan langkah pembuatan alat teknologi <i>food dehydrator</i> sederhana dari berbagai sumber referensi.</li> <li>5. Siswa mencari informasi lebih lanjut terkait bagaimana alat teknologi <i>food dehydrator</i> dapat memperpanjang masa simpan buah dengan cara pengeringan.</li> </ol>	<b>Desain</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Siswa bersama dengan kelompok membuat alat <i>food dehydrator</i> sesuai rancangan desain yang dibuat sebelumnya.</li> <li>7. Siswa LKPD pada bagian “buat”.</li> </ol>	<b>Buat</b>
Pertemuan 3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa melanjutkan pembuatan alat <i>food dehydrator</i> sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.</li> <li>2. Siswa kemudian melengkapi LKPD pada bagian “buat”.</li> <li>3. Siswa bersama kelompoknya yang sudah membuat alat teknologi <i>food dehydrator</i> sederhana, melakukan uji coba terhadap alat yang dibuat dengan mengeringkan buah yang</li> </ol>	<b>Buat dan Uji Coba</b>

Tahapan Kegiatan		Langkah Model STEM
	ada. 4. Siswa mengisi LKPD pada bagian “uji coba”.	
Pasca Pertemuan 4 (Di luar jam pembelajaran)	1. Siswa yang belum melakukan uji coba terhadap alat, melakukan uji coba bersama kelompoknya. 2. Siswa melengkapi LKPD pada bagian “uji coba”.	Uji Coba
Pertemuan 4	1. Siswa melengkapi LKPD pada bagian “uji coba”. <b>Presentasi dan pelaporan (<i>presentation and reporting</i>)</b> 2. Siswa mempresentasikan proses dan hasil produk alat <i>food dehydrator</i> di depan kelas, dan menerima saran serta masukan dari guru dan kelompok lain. 3. Siswa bersama dengan kelompok memperbaiki desain alat teknologi <i>food dehydrator</i> berdasarkan kekurangan, saran atau masukan dari kelompok lain setelah presentasi. 4. Siswa mengisi LKPD pada bagian “perbaikan desain 5. Siswa menentukan apa saja alat dan bahan yang diperlukan untuk memperbaiki <i>food dehydrator</i> yang telah dibuat. 6. Siswa menentukan biaya atau harga yang diperlukan untuk menyempurnakan alat <i>food dehydrator</i> yang dibuat. 7. Siswa menggambar kembali perbaikan desain <i>food dehydrator</i> bersama kelompok. 8. Siswa menentukan harapan dari <i>food dehydrator</i> yang telah dibuat untuk masyarakat, serta dampaknya terhadap pengurangan produksi sampah buah dimasa depan.	Uji Coba dan Perbaikan Desain
	9. Siswa melaksanakan dan mengisi <i>posttest</i> kuesioner aksi tentang aksi berkelanjutan mengurangi produksi sampah buah. <b>Manajemen proses desain (<i>design process management</i>)</b> 10. Siswa mengumpulkan LKPD kepada guru.	-
Pasca Pertemuan 4 (Di luar jam pembelajaran)	1. Siswa yang belum mengumpulkan LKPD dari pertemuan pertama hingga pertemuan keempat harus menyerahkan LKPD dan produk alat <i>food dehydrator</i> kelompok.	-

### 3.5.3 Pengelolaan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan setelah pengambilan data dari lapangan. Data keterampilan rekayasa dan aksi dianalisis dengan menggunakan Microsoft Office Excel 2016. Dilakukan uji *N-Gain* pada data aksi menggunakan

*software* SPSS versi 25. Penjelasan lebih rinci mengenai hal ini dapat ditemukan pada sub-judul Analisis Data.

### **3.5.4 Penginterpretasian, Pembahasan, dan Penarikan Kesimpulan**

Setelah data diolah dan dianalisis, langkah selanjutnya adalah interpretasi data. Pada bagian ini, dijelaskan temuan yang diperoleh dari hasil penelitian. Selanjutnya, hasil temuan tersebut dibahas dan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, serta didukung oleh teori yang relevan. Setelah melakukan interpretasi dan pembahasan, langkah terakhir adalah menarik kesimpulan dari pembahasan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan, serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

## **3.6 Analisis Data**

Data dalam penelitian ini diperoleh dari skor keterampilan rekayasa serta skor *pretest* dan *posttest* aksi. Skor keterampilan rekayasa dinilai berdasarkan hasil observasi dan analisis jawaban siswa dalam LKPD selama proses pembelajaran STEM-ESD *Responsible Consumption and Production*. Data keterampilan rekayasa dirapikan dan diolah dengan Microsoft Office Excel 2016, mencakup skor kelompok setiap indikator, rata-rata skor keseluruhan, rata-rata skor per fase, yang kemudian dikonversi menjadi nilai persentase. Data aksi yang diperoleh dirapikan menggunakan Microsoft Office Excel 2016, di mana pengorganisasian awal, di mana rata-rata setiap indikator aksi dihitung. Analisis deskriptif, termasuk perhitungan nilai tertinggi, nilai terendah, rata-rata nilai keseluruhan, standar deviasi dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 25. Uji *N-Gain* dilakukan menggunakan SPSS versi 25.

### **3.6.1 Analisis Data Keterampilan Rekayasa**

Data keterampilan rekayasa siswa diperoleh dari hasil observasi dan analisis jawaban siswa pada LKPD, serta dari aktivitas siswa selama proses pembelajaran secara berkelompok, karena kegiatan pembelajaran proyek dilakukan dalam tim. Penilaian menggunakan rubrik keterampilan rekayasa yang diadaptasi dan dimodifikasi dari Jin (2015) menggunakan skala penilaian 1-4 poin. Skor terendah bernilai satu (1) dan skor tertinggi bernilai empat (4). Rubrik penilaian terdiri dari

22 indikator penilaian yang dapat dilihat pada Lampiran A.1. Skor keterampilan rekayasa dikonversi menjadi persentase dengan dihitung menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor perolehan}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

Rata-rata nilai keterampilan rekayasa siswa secara keseluruhan berdasarkan empat fase dikategorikan berdasarkan kategori peningkatan hasil belajar yang dikembangkan oleh Purwanto (2019), yang dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Kategori Hasil Belajar Siswa

Nilai	Kategori
86-100%	Sangat baik
76-85%	Baik
60-75%	Cukup
55-59%	Kurang
≤54%	Kurang sekali

Selain menggunakan kategori hasil belajar menurut Purwanto (2019), rata-rata nilai keterampilan rekayasa secara keseluruhan juga dilengkapi dengan kategori penilaian yang diadaptasi dari Crismond (2012), yang menilai aspek rekayasa berdasarkan tahapan berpikir, merancang, membuat, dan menguji, sehingga memberikan gambaran kualitas keterampilan rekayasa siswa secara menyeluruh. Berikut disajikan kategori keterampilan rekayasa tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Kategori Penilaian Keterampilan Rekayasa Berdasarkan Tingkatan

Nilai	Kategori
0-25	Tingkat pemula ( <i>beginning designer</i> )
26-50	Tingkat tumbuh ( <i>emerged designer</i> )
51-75	Tingkat berkembang ( <i>developing designer</i> )
76-100	Tingkat lanjut ( <i>informed designer</i> )

Sementara nilai setiap indikator keterampilan rekayasa diinterpretasikan dalam kategori penilaian yang diadaptasi dari Jin (2015), sebagaimana disajikan pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Kategori Setiap Indikator Keterampilan Rekayasa

Nilai	Kategori
0-25	Kurang

26-50	Cukup
51-75	Baik
76-100	Sangat Baik

Data kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik batang, dianalisis dan dijelaskan secara deskriptif. Kemudian diperkuat dengan temuan berdasarkan data di lapangan serta dikaitkan dengan temuan sebelumnya atau literatur terkait.

### 3.6.2 Analisis Data Aksi Siswa

Data aksi siswa diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* setiap individu dalam bentuk kuesioner dengan skala Likert 1-4 poin. Skor terendah bernilai satu (1) dan skor tertinggi bernilai empat (4) untuk pernyataan positif, sedangkan untuk pernyataan negatif berlaku sebaliknya. Jumlah pernyataan yang digunakan sebanyak 23 untuk masing-masing tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan, dan sebanyak 26 pernyataan untuk capaian kompetensi. Sehingga total keseluruhan adalah 49 item pernyataan (Lampiran A.5). Oleh karena itu, nilai total aksi tertinggi yang dapat dicapai siswa adalah 380. Tabulasi data *pretest* dan *posttest* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.4. Setelah data diolah dan diproses, informasi seperti nilai maksimum, minimum, rata-rata (mean), dan standar deviasi disajikan untuk memberikan gambaran mengenai hasil yang diperoleh. Selanjutnya, dilakukan uji *N-Gain* untuk melihat peningkatan aksi siswa sebelum dan sesudah dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$N-Gain = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}} \times 100$$

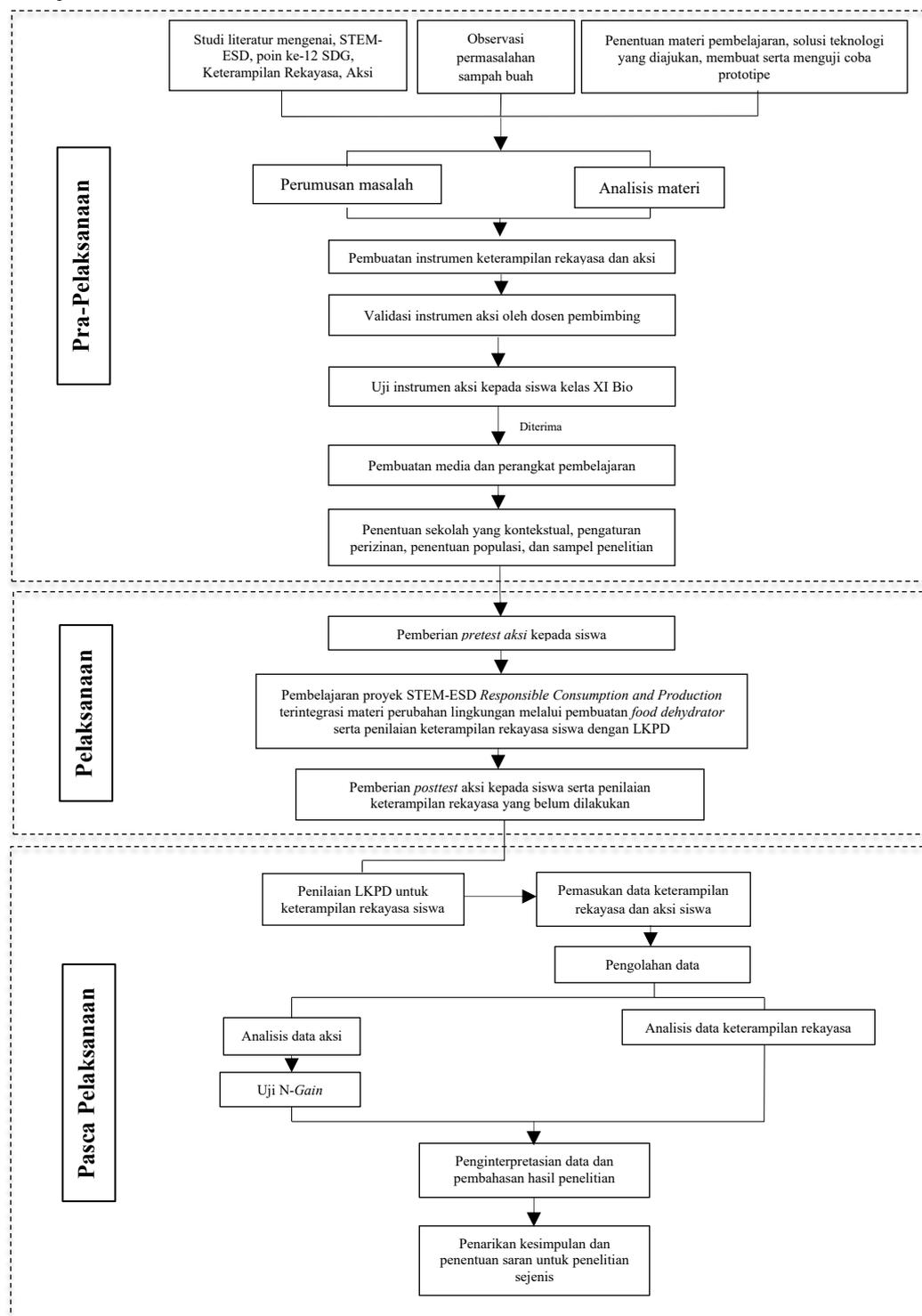
Nilai *N-Gain* yang didapatkan diinterpretasi ke dalam kategori penilaian berdasarkan kategori yang diadaptasi dari Hake (1998), sebagaimana yang disajikan pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Kategori Uji *N-Gain*

Skor <i>N-Gain</i>	Keterangan
$N-Gain \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq N-Gain < 0,7$	Sedang
$N-Gain < 0,3$	Rendah

### 3.7 Alur Penelitian

Berikut diagram alir untuk seluruh alur penelitian yang sudah dilakukan ditunjukkan Gambar 3.1



Gambar 3.1 Alur Penelitian