

BAB III

METODE PENELITIAN

Bagian ini terdapat penjelasan mengenai metode dan desain penelitian, populasi dan sampel penelitian, definisi operasional variabel dalam penelitian, instrumen untuk mengukur keterampilan rekayasa dan aksi siswa, prosedur penelitian mulai dari pra hingga pasca penelitian, analisis data hasil penelitian, dan alur penelitian yang dilakukan.

3.1 Metode dan Desain Penelitian

Pada bagian ini dijelaskan metode dan desain penelitian yang digunakan dalam penelitian pembelajaran proyek STEM-ESD SDGs *Zero Hunger* terhadap keterampilan rekayasa dan aksi siswa.

1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan jenis *pre-experimental design* yang bertujuan untuk mengidentifikasi keterampilan rekayasa dan peningkatan aksi siswa setelah melaksanakan pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *zero hunger*. Dalam jenis *pre-experimental design* ini menggunakan pemilihan sampel yang dilakukan secara tidak acak (*convenience sampling*) (Creswell & Creswell, 2023).

2. Desain Penelitian

Desain penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *one group pretest posttest design*. Dalam penerapannya, desain penelitian ini hanya menggunakan satu kelompok dan diukur dengan *pretest* dan *posttest* akan tetapi untuk keterampilan rekayasa hanya dinilai berdasarkan penilaian kinerja siswa dalam membuat rekayasa produk teknologi. Tabel 3.1 menunjukkan desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini (Sugiyono, 2019).

Tabel 3.1 Desain Penelitian One Group Pretest Posttest Design

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O ₁	X	O ₂

Keterangan:

- O₁ : *Pretest* sebagai pengambilan data awal aksi sebelum perlakuan
 O₂ : *Posttest* sebagai pengambilan data akhir akhir setelah pembelajaran dan penilaian keterampilan rekayasa siswa
 X : Pemberian perlakuan (pembelajaran proyek STEM-ESD *zero hunger*)

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah siswa-siswi kelas X yang ada di salah satu sekolah menengah atas di kota Bandung. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini digunakan adalah kelas X. Karakteristik sampel yang dipilih merupakan siswa kelas X yang akan mengikuti pembelajaran perubahan lingkungan.

3.3 Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan pengertian dari variabel-variabel suatu penelitian untuk memperjelas variabel yang akan diteliti, data yang harus dikumpulkan, serta instrumen yang digunakan dalam penelitian untuk menghindari pemaknaan ganda oleh pembaca atau peneliti lainnya. Berikut ini merupakan definisi operasional dari pembelajaran proyek STEM-ESD *Zero Hunger*, keterampilan rekayasa, dan aksi pada penelitian ini

1. Pembelajaran proyek STEM-ESD *zero hunger* adalah kegiatan pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk merancang prototipe dengan menerapkan prinsip *reverse engineering* berupa alat pengawetan makanan menggunakan *visible light* sebagai upaya optimalisasi produksi pangan. Penerapan prinsip *reverse engineering* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pembuatan alat pengawetan menggunakan *visible light* yang dilakukan siswa berupa rekayasa ulang berdasarkan hasil evaluasi dan refleksi dari produk yang sudah ada agar kinerja alat menjadi lebih baik dari sebelumnya. Tahapan pembelajaran STEM yang terintegrasi dengan ESD pada penelitian merujuk pada tahapan pembelajaran STEM yang dikemukakan oleh Widodo (2021), yaitu merumuskan masalah; pikir; buat; desain; uji; dan perbaikan desain.

2. Keterampilan rekayasa siswa merupakan kemampuan siswa untuk merancang sebuah desain rekayasa dalam pembelajaran proyek STEM-ESD *zero hunger*, yaitu merancang prototipe rekayasa teknologi berupa alat pengawetan makanan menggunakan *visible light*. Keterampilan rekayasa dinilai berdasarkan rubrik penilaian kinerja siswa selama membuat prototipe alat pengawetan sayuran menggunakan *visible light*. Keterampilan rekayasa dinilai berdasarkan hasil kerja kelompok. Untuk mengukur keterampilan rekayasa siswa digunakan rubrik penilaian kinerja yang diadaptasi instrumen yang dikembangkan oleh Jin (2015). Rubrik penilaian berisi kriteria penilaian empat fase dalam aktivitas *engineering design*, yaitu fase masalah; fase solusi; fase implementasi; dan fase manajemen proses. Skor penilaian kinerja menggunakan rentang nilai 1-4 poin. Selanjutnya digunakan instrumen tambahan berupa wawancara untuk mengidentifikasi respon siswa terhadap keterampilan rekayasa setelah melaksanakan pembelajaran proyek STEM-ESD *zero hunger*.
3. Aksi siswa merupakan tindakan yang dilakukan siswa untuk mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan pada poin SDGs ke-2 yakni *zero hunger*. Untuk mengukur aksi siswa digunakan instrumen kuisioner yang diadaptasi dari pengembangan instrumen oleh Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi (2020). Instrumen aksi siswa terdiri dari tiga indikator yaitu tindakan masa lalu dan tindakan masa sekarang, tindakan masa depan, dan capaian kompetensi dengan instrumen penilaian berupa kuesioner skala Likert 4 poin. Aksi siswa dinilai berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* yang disesuaikan dengan *learning objectives* pada ESD (kognitif, sosio-emosional, dan perilaku) dan tiga tujuan utama SDGs *zero hunger* (kelaparan, malnutrisi, dan pertanian berkelanjutan). Aksi siswa dinilai secara individu. Selanjutnya digunakan instrumen tambahan berupa wawancara untuk mengidentifikasi respon siswa terhadap peningkatan aksi siswa setelah melaksanakan pembelajaran proyek STEM-ESD *zero hunger*.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini ada dua, yaitu instrumen keterampilan rekayasa untuk menilai kemampuan rekayasa siswa dalam mengembangkan sebuah prototipe dan instrumen aksi untuk menilai tindakan yang dilakukan siswa dalam mendukung *zero hunger*. Tabel 3.2 menyajikan kedua instrumen yang dikembangkan dalam penelitian menjadi soal non-tes dalam bentuk rubrik penilaian kinerja dan kuisioner yang berisi pernyataan sesuai yang telah dilakukan oleh siswa.

Tabel 3.2 Instrumen Penelitian

No.	Data	Jenis	Bentuk Instrumen	Sumber Data	Jenis Penilaian
1.	Keterampilan rekayasa siswa	Non-test	Rubrik penilaian kinerja	Siswa	Kelompok
2.	Aksi Siswa	Non-test	Kuisioner skala Likert 4 poin	Siswa	Individu

1. Instrumen Keterampilan Rekayasa

Instrumen keterampilan rekayasa siswa digunakan untuk mengukur kemampuan rekayasa siswa dalam membuat sebuah prototipe alat pengawetan sayuran menggunakan *visible light* pada pembelajaran proyek STEM-ESD *zero hunger*. Instrumen ini terdiri dari empat fase dengan tujuh kriteria kinerja yang dikembangkan dari *Performance Based Evaluation Rubric* (PBER) dari penelitian yang dilakukan oleh Jin (2015) dan ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Keterampilan Rekayasa Siswa dalam Pembelajaran Proyek STEM-ESD Zero Hunger

No.	Fase	Kriteria Kinerja	Deskripsi Kriteria Kinerja	Skala yang Diukur
1.	Masalah	Pengenalan Masalah	Siswa mampu mengidentifikasi permasalahan <i>food loss</i> akibat proses persiapan	Penemuan Masalah

No.	Fase	Kriteria Kinerja	Deskripsi Kriteria Kinerja	Skala yang Diukur
			pasca panen tidak optimal.	
		Pendefinisian Masalah	Siswa mampu mengidentifikasi dampak akibat <i>food loss</i> , rencana penanggulangan berupa teknologi untuk mendukung <i>zero hunger</i> , dan kekurangan alat teknologi yang sudah ada. Dalam bagian ini siswa merumuskan usulan perbaikan untuk memperbaiki alat yang sudah ada.	Definisi Masalah
				Perumusan rencana penanggulangan
				Analisis kekurangan alat
2.	Solusi	Pembuatan Ide	Siswa dapat mengembangkan dan berinovasi terkait solusi mengenai permasalahan <i>food loss</i> dengan pembuatan ide kreatif bersama anggota kelompok. Siswa dapat menentukan persyaratan desain (seperti ukuran, bentuk, bahan, cara kerja, dan rancangan anggaran biaya).	Penentuan ukuran
				Penentuan desain
				Penentuan rangkaian listrik
				Penentuan harga bahan
				Penentuan kualitas bahan terhadap lingkungan
				Penentuan cara kerja
				Penentuan RAB
				Nilai kegunaan

No.	Fase	Kriteria Kinerja	Deskripsi Kriteria Kinerja	Skala yang Diukur
		Pemilihan Solusi yang Optimal	Siswa dapat memilih solusi optimal dari beberapa alternatif yang ada dengan mempertimbangkan orisinalitas dan kegunaan.	Originalitas
3.	Implementasi	Penyempurnaan Solusi	Siswa dapat memfinalisasi solusi dengan memperhatikan berbagai aspek terkait detail rancangan alat serta prinsip kerja alat sehingga mampu mengoptimalkan waktu simpan dan kualitas kesegaran sayuran. Siswa mampu menguji alat dengan memeriksa efisiensi alat.	Pembuatan desain
				Realisasi produk
				Efisiensi
				Identifikasi keuntungan ekonomi
				Identifikasi manfaat bagi lingkungan
		Presentasi dan Pelaporan	Siswa mampu mengomunikasikan proses serta hasil desain teknik dengan baik melalui tulisan dan ucapan.	Cara penyampaian
4.	Manajemen Desain	Manajemen Proses Desain	Siswa mampu menyelesaikan kegiatan desain sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dengan mengatur proses desain melalui kerja sama tim.	Struktur dan ketepatan
				Manajemen
				Kelengkapan dan ketepatan waktu

2. Instrumen Aksi

Instrumen aksi digunakan untuk mengukur aksi siswa dalam mengatasi permasalahan *zero hunger* melalui pembelajaran proyek STEM-ESD. Instrumen aksi yang digunakan merupakan hasil modifikasi dari kuisioner penelitian yang dilakukan oleh Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi (2020). Instrumen ini memiliki empat indikator penilaian yaitu tindakan masa lalu, tindakan masa sekarang, rencana tindakan masa depan, dan capaian kompetensi. Pada setiap indikator penilaian ini dikembangkan sesuai dengan *learning goals* yang terdapat pada *Education Sustainable Development* (ESD) yang terdiri dari tiga aspek yaitu kognitif, sosio-emosional, dan perilaku. Kemudian pada setiap masing-masing aspek dikembangkan berdasarkan subtopik SDGs *Zero Hunger Zero Hunger* yaitu kelaparan, malnutrisi, dan pertanian berkelanjutan. Berikut ini merupakan pemetaan poin kuisioner berdasarkan komponen-komponen tersebut yang ditampilkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kisi-Kisi Instrumen Aksi Siswa dalam Mendukung Zero Hunger
Sebelum Uji Validitas dan Reliabilitas

No.	Indikator	Deskripsi Indikator	Subtopik SDGs Zero Hunger	ESD Learning Goals	Nomor Soal	Jumlah
1.	Tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan	Tindakan masa lalu, masa sekarang dan masa depan siswa dalam mengatasi permasalahan <i>zero hunger</i>	Kelaparan	Kognitif	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
				Sosio-emosional	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	7
				Perilaku	16, 17, 18, 19, 20	5
			Malnutrisi	Kognitif	21, 22, 23, 34, 25, 26, 27	7
				Sosio-emosional	28, 29, 30, 31, 32, 33	6

No.	Indikator	Deskripsi Indikator	Subtopik SDGs <i>Zero Hunger</i>	ESD Learning Goals	Nomor Soal	Jumlah
				Perilaku	34, 35, 36, 37, 38, 39, 40	7
			Pertanian berkelanjutan	Kognitif	41, 42, 43, 44, 45, 46, (tambahan 47)	7
				Sosio-emosional	48, 49, 50, 51	4
				Perilaku	52, 53, 54, 55, 56	5
2.	Capaian Kompetensi	Pengetahuan, konsepsi, kemampuan, sikap, dan nilai terkait aksi siswa dalam mengatasi permasalahan permasalahan <i>zero hunger</i>	Kelaparan	Kognitif	1, 2, 3, 4	4
				Sosio-emosional	5, 6, 7	3
				Perilaku	8, 9, 10	3
			Malnutrisi	Kognitif	11, 12, 13	3
				Sosio-emosional	14, 15, 16, 17	4
				Perilaku	18, 19, 20, 21 (tambahan 22, 23)	6
			Pertanian berkelanjutan	Kognitif	24, 25, 26 (tambahan 27, 28)	5
				Sosio-emosional	29, 30 31, (tambahan 32, 33)	5
				Perilaku	34, 35, 36, 37	4
Jumlah Total						93

Uji coba instrumen dilakukan di salah satu SMA Kota Bandung. Jumlah siswa yang terlibat dalam uji coba pertama adalah 36 orang siswa. Pernyataan kuisioner yang diuji coba merupakan tindakan per masa (masa lalu, masa sekarang, dan masa depan) dan capaian kompetensi. Pernyataan dianggap valid jika nilai Sig. > 0,050 karena taraf signifikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,05. Kemudian pernyataan dianggap reliabel jika nilai Alfa Cronbach > 0,60. Berikut ini disajikan hasil uji coba instrumen aksi. Untuk tabel uji statistik pertama secara lengkap dicantumkan pada Lampiran 2. Tabel 3.5 dan Tabel 3.6 menunjukkan hasil interpretasi dari uji coba instrumen aksi yang pertama untuk indikator tindakan per masa dan capaian kompetensi.

Tabel 3.5 Hasil Uji Coba Instrumen Pertama Aksi Per Masa

No Soal	Jenis Pernyataan	Validitas (Sig. (2-tailed))			Reliabilitas (Alfa Cronbach)			Keterangan
		ML	MS	MD	ML	MS	MD	
1	Negatif	0,366 Tidak	0,073 Tidak	0,029 Valid	0,830	0,844	0,811	Revisi dan Uji Ulang
2	Positif	0,446 Tidak	0,891 Tidak	0,644 Tidak	Reliabel			Revisi dan Uji Ulang
3	Negatif	0,205 Tidak	0,016 Valid	0,001 Valid				Revisi dan Uji Ulang
4	Positif	0,336 Tidak	0,002 Valid	0,000 Valid				Revisi dan Uji Ulang
5	Positif	0,000 Valid	0,002 Valid	0,004 Valid				Digunakan
6	Negatif	0,560 Tidak	0,042 Valid	0,575 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
7	Positif	0,000 Valid	0,000 Valid	0,001 Valid				Digunakan
8	Negatif	0,006 Valid	0,080 Tidak	0,013 Valid				Revisi dan Uji Ulang
9	Positif	0,097 Tidak	0,000 Valid	0,263 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
10	Positif	0,000 Valid	0,006 Valid	0,003 Valid				Digunakan
11	Positif	0,455 Tidak	0,097 Tidak	0,154 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
12	Negatif	0,635 Tidak	0,962 Tidak	0,270 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
13	Negatif	0,053 Tidak	0,031 Valid	0,044 Valid				Revisi dan Uji Ulang
14	Negatif	0,001 Valid	0,010 Valid	0,019 Valid				Digunakan
15	Positif	0,669 Tidak	0,499 Tidak	0,125 Tidak				Revisi dan Uji Ulang

No Soal	Jenis Pernyataan	Validitas (Sig. (2-tailed))			Reliabilitas (Alfa Cronbach)			Keterangan
		ML	MS	MD	ML	MS	MD	
16	Positif	0,005 Valid	0,005 Valid	0,000 Valid				Digunakan
17	Positif	0,733 Tidak	0,096 Tidak	0,575 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
18	Negatif	0,024 Valid	0,020 Valid	0,004 Valid				Digunakan
19	Positif	0,986 Tidak	0,918 Tidak	0,298 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
20	Negatif	0,004 Valid	0,124 Tidak	0,035 Valid				Revisi dan Uji Ulang
21	Negatif	0,175 Tidak	0,021 Valid	0,000 Valid				Revisi dan Uji Ulang
22	Positif	0,087 Tidak	0,073 Tidak	0,000 Valid				Revisi dan Uji Ulang
23	Positif	0,024 Valid	0,043 Valid	0,001 Valid				*Tidak Digunakan
24	Positif	0,190 Tidak	0,532 Tidak	0,954 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
25	Negatif	0,001 Valid	0,005 Valid	0,000 Valid				Digunakan
26	Positif	0,001 Valid	0,001 Valid	0,017 Valid				Digunakan
27	Positif	0,011 Valid	0,007 Valid	0,001 Valid				Digunakan
28	Positif	0,002 Valid	0,001 Valid	0,002 Valid				Digunakan
29	Positif	0,118 Tidak	0,058 Tidak	0,044 Valid				Revisi dan Uji Ulang
30	Negatif	0,062 Tidak	0,031 Valid	0,099 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
31	Positif	0,053 Tidak	0,020 Valid	0,000 Valid				Revisi dan Uji Ulang
32	Negatif	0,000 Valid	0,000 Valid	0,000 Valid				Digunakan
33	Negatif	0,688 Tidak	0,126 Tidak	0,021 Valid				Revisi dan Uji Ulang
34	Negatif	0,202 Tidak	0,084 Tidak	0,062 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
35	Negatif	0,135 Tidak	0,002 Valid	0,018 Valid				Revisi dan Uji Ulang
36	Positif	0,009 Valid	0,033 Valid	0,039 Valid				Digunakan
37	Positif	0,005 Valid	0,020 Valid	0,001 Valid				Digunakan
38	Positif	0,077 Tidak	0,115 Tidak	0,000 Valid				Revisi dan Uji Ulang
39	Negatif	0,115 Tidak	0,084 Tidak	0,034 Valid				Revisi dan Uji Ulang
40	Positif	0,000 Valid	0,000 Valid	0,077 Tidak				Revisi dan Uji Ulang

No Soal	Jenis Pernyataan	Validitas (Sig. (2-tailed))			Reliabilitas (Alfa Cronbach)			Keterangan
		ML	MS	MD	ML	MS	MD	
41	Negatif	0,000 Valid	0,000 Valid	0,000 Valid				*Tidak Digunakan
42	Positif	0,004 Valid	0,001 Valid	0,000 Valid				Digunakan
43	Positif	0,000 Valid	0,020 Valid	0,000 Valid				*Tidak Digunakan
44	Positif	0,311 Tidak	0,234 Tidak	0,240 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
45	Negatif	0,001 Valid	0,001 Valid	0,001 Valid				Digunakan
46	Positif	0,020 Valid	0,184 Tidak	0,309 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
47	Positif	0,001 Valid	0,003 Valid	0,004 Valid				Digunakan
48	Positif	0,069 Tidak	0,061 Tidak	0,426 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
49	Negatif	0,066 Tidak	0,057 Tidak	0,000 Valid				Revisi dan Uji Ulang
50	Positif	0,674 Tidak	0,646 Tidak	0,219 Tidak				Revisi dan Uji Ulang
51	Negatif	0,011 Valid	0,040 Valid	0,000 Valid				Digunakan
52	Negatif	0,011 Valid	0,024 Valid	0,041 Valid				*Tidak Digunakan
53	Negatif	0,012 Valid	0,045 Valid	0,000 Valid				Digunakan
54	Positif	0,019 Valid	0,004 Valid	0,005 Valid				Digunakan
55	Positif	0,000 Valid	0,001 Valid	0,002 Valid				Digunakan

Keterangan: *Tidak digunakan = dibuang agar rasio jumlah butir pernyataan seimbang; ML = Masa Lalu; MS = Masa Sekarang; MD = Masa Depan.

Tabel 3.6 Hasil Uji Coba Instrumen Pertama Capaian Kompetensi

No Soal	Jenis Pernyataan	Validitas		Reliabilitas		Keterangan
		Sig. (2-tailed)	Interpretasi	Alfa Cronbach	Interpretasi	
1	Positif	0,550	Tidak valid	0,790	Reliabel	Revisi dan Uji Ulang
2	Positif	0,224	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
3	Positif	0,019	Valid			Digunakan
4	Negatif	0,218	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
5	Positif	0,000	Valid			Digunakan
6	Positif	0,716	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
7	Negatif	0,010	Valid			*Tidak Digunakan

No Soal	Jenis Pernyataan	Validitas		Reliabilitas		Keterangan
		Sig. (2-tailed)	Interpretasi	Alfa Cronbach	Interpretasi	
8	Negatif	0,000	Valid			Digunakan
9	Positif	0,074	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
10	Positif	0,610	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
11	Negatif	0,022	Valid			Digunakan
12	Positif	0,006	Valid			Digunakan
13	Positif	0,816	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
14	Positif	0,082	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
15	Negatif	0,063	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
16	Positif	0,019	Valid			Digunakan
17	Positif	0,104	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
18	Negatif	0,000	Valid			Digunakan
19	Negatif	0,000	Valid			*Tidak Digunakan
20	Negatif	0,011	Valid			*Tidak Digunakan
21	Positif	0,006	Valid			Digunakan
22	Positif	0,039	Valid			Digunakan
23	Negatif	0,569	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
24	Negatif	0,026	Valid			Digunakan
25	Negatif	0,000	Valid			*Tidak Digunakan
26	Negatif	0,000	Valid			*Tidak Digunakan
27	Positif	0,000	Valid			Digunakan
28	Positif	0,013	Valid			Digunakan
29	Positif	0,391	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
30	Negatif	0,856	Tidak valid			Revisi dan Uji Ulang
31	Positif	0,002	Valid			Digunakan

*Tidak digunakan = dibuang agar rasio jumlah butir pernyataan seimbang

Berdasarkan hasil uji coba instrumen pertama, 31 butir pernyataan tindakan tiap masa dari 55 pernyataan masih tidak valid. Kemudian untuk capaian kompetensi masih terdapat 18 dari 31 pernyataan yang tidak valid. Oleh karena persebaran pernyataan kuisioner pada setiap domain *learning goals* ESD belum seimbang, pernyataan yang tidak valid direvisi kemudian diuji coba kembali. Akan tetapi ada beberapa pernyataan yang valid tetapi tidak digunakan agar rasio jumlah pernyataan seimbang. Setelah direvisi, pernyataan kuisioner diuji kembali kepada

35 orang siswa kelas XI salah satu SMA Kota Bandung. Dalam uji coba instrumen kedua ini terdapat butir pernyataan baru yang disajikan kepada siswa sebagai cadangan dengan rincian satu soal untuk tindakan per masa dan enam soal untuk capaian kompetensi. Berikut ini disajikan hasil uji coba instrumen kedua dan uji statistik secara rinci disajikan pada Lampiran 3. Tabel 3.7 dan Tabel 3.8 menunjukkan hasil interpretasi dari uji coba instrumen aksi yang kedua untuk indikator tindakan per masa dan capaian kompetensi.

Tabel 3.7 Hasil Uji Coba Instrumen Kedua Aksi Per Masa

No Soal	Jenis Pernyataan	Validitas (Sig. (2-tailed))			Reliabilitas (Alfa Cronbach)			Keterangan
		ML	MS	MD	ML	MS	MD	
1	Negatif	0.792 Tidak	0.000 Valid	0.006 Valid	0,716	0,758	0,878	Tidak Digunakan
2	Positif	0.663 Tidak	0.071 Tidak	0.190 Tidak	Reliabel			Tidak Digunakan
3	Negatif	0.161 Tidak	0.401 Tidak	0.085 Tidak				Tidak Digunakan
4	Positif	0.190 Tidak	0.601 Tidak	0.002 Valid				Tidak Digunakan
5	Negatif	0.215 Tidak	0.005 Valid	0.001 Valid				Tidak Digunakan
6	Positif	0.012 Valid	0.187 Tidak	0.001 Valid				Tidak Digunakan
7	Positif	0.283 Tidak	0.551 Tidak	0.397 Tidak				Tidak Digunakan
8	Negatif	0.011 Valid	0.000 Valid	0.000 Valid				Digunakan
9	Negatif	0.936 Tidak	0.055 Tidak	0.007 Valid				Tidak Digunakan
10	Negatif	0.509 Tidak	0.004 Valid	0.000 Valid				Tidak Digunakan
11	Positif	0.421 Tidak	0.114 Tidak	0.025 Valid				Tidak Digunakan
12	Negatif	0.055 Tidak	0.000 Valid	0.003 Valid				Tidak Digunakan
13	Negatif	0.660 Tidak	0.316 Tidak	0.004 Valid				Tidak Digunakan
14	Negatif	0.095 Tidak	0.002 Valid	0.008 Valid				Tidak Digunakan
15	Positif	0.054 Tidak	0.095 Tidak	0.015 Valid				Tidak Digunakan
16	Positif	0.008 Valid	0.048 Valid	0.020 Valid				*Tidak Digunakan
17	Negatif	0.010 Valid	0.002 Valid	0.000 Valid				Digunakan
18	Negatif	0.358 Tidak	0.010 Valid	0.002 Valid				Tidak Digunakan

No Soal	Jenis Pernyataan	Validitas (Sig. (2-tailed))			Reliabilitas (Alfa Cronbach)			Keterangan
		ML	MS	MD	ML	MS	MD	
19	Positif	0.010 Valid	0.246 Tidak	0.135 Tidak				Tidak Digunakan
20	Negatif	0.000 Valid	0.000 Valid	0.00 Valid				Digunakan
21	Negatif	0.107 Tidak	0.051 Tidak	0.001 Valid				Tidak Digunakan
22	Negatif	0.001 Valid	0.024 Valid	0.145 Tidak				Tidak Digunakan
23	Negatif	0.110 Tidak	0.756 Tidak	0.049 Valid				Tidak Digunakan
24	Positif	0.139 Tidak	0.873 Tidak	0.075 Tidak				Tidak Digunakan
25	Negatif	0.026 Valid	0.164 Tidak	0.001 Valid				Tidak Digunakan
26	Positif	0.059 Tidak	0.161 Tidak	0.000 Valid				Tidak Digunakan
27	Negatif	0.000 Valid	0.026 Valid	0.008 Valid				Digunakan
28	Negatif	0.000 Valid	0.001 Valid	0.000 Valid				*Tidak Digunakan
29	Positif	0.347 Tidak	0.559 Tidak	0.015 Valid				Tidak Digunakan
30	Negatif	0.001 Valid	0.000 Valid	0.000 Valid				*Tidak Digunakan
31	Positif	0.231 Tidak	0.256 Tidak	0.000 Valid				Tidak Digunakan
32	Negatif	0.000 Valid	0.000 Valid	0.000 Valid				Digunakan

Keterangan: *Tidak digunakan = dibuang agar rasio jumlah butir pernyataan seimbang; ML = Masa Lalu; MS = Masa Sekarang; MD = Masa Depan.

Tabel 3.8 Hasil Uji Coba Instrumen Kedua Capaian Kompetensi

No Soal	Jenis Pernyataan	Validitas		Reliabilitas		Keterangan
		Sig. (2-tailed)	Keterangan	Alfa Cronbach	Interpretasi	
1	Positif	0,000	Valid	0,810	Reliabel	Digunakan
2	Positif	0,004	Valid			Digunakan
3	Positif	0,000	Valid			*Tidak Digunakan
4	Positif	0,001	Valid			Digunakan
5	Negatif	0,005	Valid			Digunakan
6	Positif	0,003	Valid			Digunakan
7	Positif	0,000	Valid			Digunakan
8	Positif	0,005	Valid			Digunakan
9	Positif	0,004	Valid			Digunakan
10	Positif	0,365	Tidak valid			Tidak Digunakan
11	Positif	0,145	Tidak valid			Tidak Digunakan

No Soal	Jenis Pernyataan	Validitas		Reliabilitas		Keterangan
		Sig. (2-tailed)	Keterangan	Alfa Cronbach	Interpretasi	
12	Positif	0,004	Valid			Digunakan
13	Positif	0,000	Valid			Digunakan
14	Positif	0,000	Valid			Digunakan
15	Positif	0,000	Valid			*Tidak Digunakan
16	Positif	0,000	Valid			Digunakan
17	Positif	0,009	Valid			*Tidak Digunakan
18	Positif	0,229	Tidak valid			Tidak Digunakan
19	Positif	0,052	Tidak valid			Tidak Digunakan

*Tidak digunakan = dibuang agar rasio jumlah butir pernyataan seimbang

Setelah dilakukan uji coba instrumen kedua didapatkan 5 pernyataan yang valid untuk tindakan per masa dan 15 pernyataan valid untuk capaian kompetensi. Beberapa pernyataan ada yang tidak digunakan karena dianggap sudah memenuhi kebutuhan sehingga persebaran butir pernyataan dan rasio jumlah pernyataan seimbang pada setiap domain. Penyeimbangan setiap domain juga disesuaikan dengan bentuk pernyataan (positif dan negatif). Dengan ini disimpulkan, jumlah pernyataan untuk tindakan per masa dan capaian kompetensi yang digunakan masing-masing adalah 25 butir. Berikut ini pada Tabel 3.9 merupakan pemetaan butir pernyataan yang digunakan sebagai instrumen aksi siswa. Untuk pembagian dan bentuk pernyataan secara lengkap disajikan pada Lampiran 4.

Tabel 3.9 Kisi-Kisi Instrumen Aksi Siswa dalam Mendukung Zero Hunger Setelah Uji Validitas dan Reliabilitas

No.	Indikator	Deskripsi Indikator	Subtopik SDGs Zero Hunger	ESD Learning Goals	Nomor Soal	Jumlah
1.	Tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan	Tindakan masa lalu, masa sekarang dan masa depan siswa dalam	Kelaparan	Kognitif	1, 2, 3	3
				Sosio-emosional	4, 5, 6	3
				<i>Behavior</i>	7, 8	2
			Malnutrisi	Kognitif	9, 10, 11	3

No.	Indikator	Deskripsi Indikator	Subtopik SDGs <i>Zero Hunger</i>	ESD Learning Goals	Nomor Soal	Jumlah
		mengatasi permasalahan <i>zero hunger</i>		Sosio-emosional	12, 13, 14	3
				<i>Behavior</i>	15, 16, 17	3
			Pertanian berkelanjutan	Kognitif	18, 19, 20	3
				Sosio-emosional	21, 22	2
				<i>Behavior</i>	23, 24, 25	3
2.	Capaian Kompetensi	Pengetahuan, konsepsi, kemampuan, sikap, dan nilai terkait aksi siswa dalam mengatasi permasalahan <i>zero hunger</i>	Kelaparan	Kognitif	1, 2, 3	3
				Sosio-emosional	4, 5	2
				<i>Behavior</i>	6, 7, 8	3
			Malnutrisi	Kognitif	9, 10, 11	3
				Sosio-emosional	12, 13, 14	3
				<i>Behavior</i>	15, 16, 17	3
			Pertanian berkelanjutan	Kognitif	18, 19, 20	3
				Sosio-emosional	21, 22	2
				<i>Behavior</i>	23, 24, 25	2
Jumlah Total						50

Pada setiap indikator aksi dalam instrumen ini memiliki pilihan opsi yang berbeda-beda sesuai dengan bentuk tindakan. Untuk tindakan masa lalu dan masa sekarang pilihan opsi yang tersedia adalah Tidak Pernah (TP), Jarang (J), Sering (Sr), dan Selalu (Sl). Kemudian untuk masa depan, pilih opsi yang diterapkan adalah Tidak Akan Melakukan (TAM), Ragu Akan Melakukan (RAM), Berusaha

Akan Melakukan (BAM), dan Yakin Akan Melakukan (YAM). Penggunaan opsi pilihan yang berbeda pada tindakan masa lalu dan masa sekarang dengan tindakan masa depan menunjukkan bentuk kalimat perilaku yang dilakukan oleh siswa berdasarkan rentang waktu pelaksanaan aksi. Pada masa depan digunakan kata “akan” karena pada tindakan masa depan bentuk perilaku diinterpretasikan sebagai rencana tindakan karena masa depan masih belum diketahui akan terjadi atau tidak. Selanjutnya untuk indikator capaian kompetensi, pilihan opsi yang tersedia adalah Sangat Mampu (SM), Mampu (M), Tidak Mampu (TM), dan Sangat Tidak Mampu (STM). Pilihan kata tersebut merujuk pada definisi capaian kompetensi yaitu untuk mengukur tindakan yang berhubungan dengan pengetahuan, nilai, dan sikap siswa. Setiap opsi memiliki skala 1 sampai 4 dengan penyesuaian terhadap pernyataan positif maupun negatif. Berikut ini merupakan contoh pernyataan kuisioner terkait aksi-aksi berkelanjutan *zero hunger* yaang ditampilkan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Contoh Butir Pernyataan Kuisioner Aksi Berkelanjutan Zero Hunger

Indikator	Contoh Pernyataan
Tindakan masa lalu dan masa sekarang	Saya membuat teknologi sederhana menggunakan LED untuk mengawetkan makanan.
Tindakan masa depan	Saya “akan” membuat teknologi sederhana menggunakan LED untuk mengawetkan makanan.
Capaian kompetensi	Saya tahu bahwa kelaparan terjadi ketika seseorang tidak mendapatkan asupan makanan yang cukup ke dalam tubuhnya.

3. Instrumen Tambahan

Instrumen tambahan yang digunakan sebagai pendukung data penelitian ini adalah wawancara. Wawancara digunakan untuk mendukung perolehan hasil *pretest* dan *posttest* pada kelompok rendah, sedang, dan tinggi untuk variabel aksi. Wawancara juga digunakan untuk memperkuat data dan analisis pembahasan untuk variabel keterampilan rekayasa siswa. Berikut ini pada Tabel 3.11 disajikan kisi-kisi wawancara yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3.11 Kisi-Kisi Pertanyaan Wawancara

No.	Pertanyaan
1.	Apakah terdapat kendala selama proses pembuatan prototipe?
2.	Apakah sebelum pembelajaran proyek STEM-ESD Kamu sudah mengetahui tentang <i>Zero Hunger</i> ?
3.	Apakah alasan Kamu memilih untuk tidak melakukan tindakan yang dapat mendukung <i>zero hunger</i> ?
4.	Menurut Kamu, apakah pembelajaran proyek STEM-ESD <i>Zero Hunger</i> membuat Kamu lebih sadar untuk melakukan aksi-aksi berkelanjutan?
5.	Setelah pembelajaran proyek kemarin, apakah Kamu merasa lebih bertanggung jawab untuk melakukan tindakan yang dapat mendukung <i>zero hunger</i> ?
6.	Apakah kegiatan pembelajaran yang dilakukan kemarin dapat mendorong Kamu untuk melakukan aksi nyata yang mendukung <i>zero hunger</i> ?

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap yaitu pra-pelaksanaan yang merupakan kegiatan persiapan, pelaksanaan di mana kegiatan pengumpulan data, dan pasca pelaksanaan yang merupakan kegiatan mengolah data lalu dianalisis dan diinterpretasi. Berikut ini rincian untuk setiap tahapan prosedur penelitian:

1. Pra Pelaksanaan

Tahap ini merupakan tahap persiapan yang dilakukan sebelum melakukan pengumpulan data di lapangan. Kegiatan pertama dalam proses persiapan ini adalah studi literatur tentang permasalahan *food loss*, SDGs *Zero Hunger*, pembelajaran proyek STEM-ESD, keterampilan rekayasa, prinsip *reverse engineering*, dan aksi siswa untuk mendukung *zero hunger*. Kemudian dilakukan penyusunan instrumen untuk mengukur keterampilan rekayasa dan aksi siswa berupa rubrik penilaian kinerja dan kuisioner. Dalam proses persiapan bagian ini, instrumen dicek keterbacaan oleh teman, siswa, dan dosen. Untuk rubrik penilaian kinerja keterampilan rekayasa divalidasi oleh dosen sedangkan untuk angket kuisioner aksi dilakukan uji coba ke siswa. Hasil uji coba instrumen aksi ini kemudian dilakukan uji coba validitas dan reliabilitas kemudian dapat diambil pernyataan yang valid dan reliabel untuk digunakan saat penelitian. Kegiatan selanjutnya adalah perancangan perangkat pembelajaran berupa modul ajar, LKPD, serta media

pembelajaran berupa alat pengawetan menggunakan *visible light* sebagai contoh alat yang sudah ada dan akan siswa identifikasi kekurangannya. Selanjutnya modul ajar dan LKPD mengalami beberapa revisi karena mendapatkan masukan dari dosen. LKPD dan modul ajar secara lengkap disajikan pada Lampiran 5 dan 6. Kegiatan berikutnya meliputi penentuan sekolah tempat penelitian kemudian perizinan untuk pelaksanaan penelitian dan konsultasi dengan guru Biologi terkait ketentuan kegiatan pembelajaran selama penelitian. Ketika instrumen penelitian, perangkat pembelajaran, dan perizinan ke sekolah selesai maka tahapan selanjutnya adalah tahap pelaksanaan.

2. Pelaksanaan

Pada tahap ini, kegiatan pertama adalah pengumpulan data yang dilakukan selama 3 minggu mulai dari tanggal 23 April s.d. 20 Mei 2025. Pada minggu pertama dalam kegiatan pembelajaran adalah siswa mengisi *pretest* atau angket kuisioner aksi sebelum kegiatan pembelajaran. Kemudian *posttest* dilaksanakan pada minggu terakhir kegiatan pembelajaran. Pembelajaran proyek STEM-ESD diajarkan pada kelas X fase E materi Perubahan Lingkungan. Berikut ini pada Tabel 3.12 merupakan uraian kegiatan pembelajaran selama 3 minggu pertemuan dan secara lebih lengkap baik LKPD maupun modul ajar disajikan pada Lampiran 5 dan 6.

Tabel 3.12 Tahapan Pembelajaran

Pertemuan	Tahapan STEM	Aktivitas <i>Engineering Design</i>	Pembekalan <i>Sustainability Knowledge</i>	Kegiatan
1	Perumusan masalah	Pengenalan masalah dan pendefinisian masalah	Guru mengarahkan siswa untuk mengaitkan hubungan antara masalah dengan dampak terhadap kehidupan berkelanjutan.	1. Guru membuka pembelajaran. 2. Siswa mengerjakan <i>pretest</i> yang diberikan oleh guru. 3. Guru memberikan motivasi, menarik perhatian siswa, dan mengaitkan

Pertemuan	Tahapan STEM	Aktivitas <i>Engineering Design</i>	Pembekalan <i>Sustainability Knowledge</i>	Kegiatan
				pengetahuan awal siswa dengan memberikan pertanyaan pemantik terkait dengan permasalahan <i>zero hunger</i> yang dikaitkan dengan materi perubahan lingkungan. 4. Siswa menjawab pertanyaan guru 5. Siswa diberikan stimulus berupa fenomena masalah terkait ketahanan pangan dan <i>zero hunger</i> yang berkaitan dengan perubahan lingkungan. 6. Siswa menyimak penjelasan guru terkait contoh ketahanan pangan dan <i>zero hunger</i> yang berkaitan dengan perubahan lingkungan serta alternatif solusi berupa produk teknologi. 7. Siswa mengidentifikasi permasalahan <i>zero hunger</i> yang dapat diselesaikan dengan pengembangan teknologi yang

Pertemuan	Tahapan STEM	Aktivitas <i>Engineering Design</i>	Pembekalan <i>Sustainability Knowledge</i>	Kegiatan
				berkaitan dengan perubahan lingkungan.
	Pikir	Perumusan ide dan penentuan solusi yang optimal	Guru mengarahkan siswa untuk merancang <i>prototype</i> yang menerapkan prinsip-prinsip berkelanjutan.	1. Siswa duduk secara berkelompok berdasarkan pengarahan dari guru. 2. Siswa memikirkan <i>prototype</i> yang dapat dikembangkan untuk mengatasi permasalahan <i>zero hunger</i>. 3. Siswa mengerjakan LKPD yang diberikan oleh guru sebagai acuan untuk merumuskan <i>prototype</i> yang dapat dikembangkan untuk mengatasi permasalahan <i>zero hunger</i>. 4. Siswa diarahkan untuk menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan. 5. Siswa menyimak <i>feedback</i> yang diberikan oleh guru. 6. Guru menutup pembelajaran.
	Desain	Perumusan ide dan penentuan	Guru mengarahkan siswa untuk merancang	1. Guru membuka pembelajaran.

Pertemuan	Tahapan STEM	Aktivitas <i>Engineering Design</i>	Pembekalan <i>Sustainability Knowledge</i>	Kegiatan
		solusi yang optimal	<i>prototype</i> yang menerapkan prinsip-prinsip berkelanjutan.	2. Siswa diarahkan untuk mengerjakan LKPD bagian desain produk teknologi yang dapat dikembangkan untuk mengatasi permasalahan <i>zero hunger</i> secara berkelompok. 3. Siswa diarahkan untuk berkonsultasi terkait rancangan desain produk teknologi yang sudah dibuat. 4. Guru memberikan tugas kepada siswa untuk menyusun <i>prototype</i> berdasarkan desain yang telah dibuat pada LKPD. 5. Siswa diarahkan untuk menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan. 6. Siswa menyimak <i>feedback</i> yang diberikan oleh guru. 7. Guru menutup pembelajaran.
2	Buat	Perumusan ide dan penentuan solusi yang optimal	Guru mengarahkan siswa untuk membuat <i>prototype</i> yang menerapkan prinsip-prinsip berkelanjutan mulai	1. Guru membuka pembelajaran. 2. Siswa menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat <i>prototype</i>

Pertemuan	Tahapan STEM	Aktivitas <i>Engineering Design</i>	Pembekalan <i>Sustainability Knowledge</i>	Kegiatan
			dari bahan yang digunakan hingga durasi penggunaan <i>prototype</i> .	3. Siswa membuat <i>prototype</i> sebagai upaya mengatasi permasalahan <i>zero hunger</i> didampingi oleh guru sebagai fasilitator. 4. Siswa menyimak kesimpulan pembelajaran yang disampaikan oleh guru. 5. Guru menutup pembelajaran.
	Uji	Perbaikan solusi	Guru menekankan tentang solusi atas permasalahan lingkungan yang harus mempertimbangkan prinsip-prinsip berkelanjutan	1. Guru membuka pembelajaran. 2. Siswa menguji <i>prototype</i> yang telah dibuat sesuai dengan kegunaannya 3. Siswa mempresentasikan kekurangan dan kelebihan <i>prototype</i> yang telah dibuat. 4. Siswa menyimak saran yang diberikan oleh guru terkait <i>prototype</i> yang telah dibuat oleh siswa. 5. Siswa menyimak kesimpulan pembelajaran yang disampaikan oleh guru.

Pertemuan	Tahapan STEM	Aktivitas <i>Engineering Design</i>	Pembekalan <i>Sustainability Knowledge</i>	Kegiatan
				6. Guru menutup pembelajaran.
3	Perbaikan desain	Perbaikan solusi		1. Guru membuka pembelajaran. 2. Siswa memperbaiki desain <i>prototype</i> pada LKPD yang disediakan oleh guru. 3. Siswa berdiskusi secara berkelompok terkait perbaikan desain <i>prototype</i> . 4. Guru memberikan tugas kepada siswa untuk membuat ulang <i>prototype</i> berdasarkan hasil perbaikan di rumah. 5. Siswa menyimak kesimpulan pembelajaran yang disampaikan oleh guru. 6. Guru menutup pembelajaran.

3. Pasca Pelaksanaan

Pada tahap ini, kegiatan selanjutnya adalah pengolahan dan analisis data. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS. Secara lebih lengkap, hasil uji statistik SPSS disajikan pada Lampiran 11. Selanjutnya, hasil analisis data diinterpretasi. Kemudian hasil penelitian ini dimaknai secara lebih lanjut melalui elaborasi dengan penelitian terdahulu yang relevan. Kemudian ditarik kesimpulan dari hasil pembahasan dan diuraikan sesuai dengan pertanyaan

penelitian yang telah diajukan sebelumnya. Selain kesimpulan, pada tahapan ini juga dijabarkan terkait saran, rekomendasi, dan implikasi untuk penelitian selanjutnya.

3.6 Analisis Data

Data yang telah diperoleh selama penelitian merupakan data kuantitatif. Data kuantitatif aksi diperoleh dari hasil skor *pretest* dan *posttest* sedangkan data kuantitatif keterampilan rekayasa diperoleh dari hasil skor kinerja siswa berdasarkan rubrik penilaian kinerja keterampilan rekayasa. Berikut ini merupakan penjabaran lebih lengkap terkait analisis data pada setiap variabel terikat dalam penelitian ini.

1. Analisis Data Keterampilan Rekayasa

Data keterampilan rekayasa diperoleh dari hasil observasi selama proses pembelajaran proyek STEM-ESD. Analisis data untuk variabel terikat ini didasarkan pada skor kinerja siswa selama melalui *engineering design process* (EDP) yang terdiri dari empat fase dengan total tujuh kriteria kinerja yang di dalamnya terdapat 22 indikator. Rubrik dan penskoran nilai keterampilan rekayasa diadaptasi dari rubrik yang dikembangkan oleh Jin (2015) tentang *Performance Based Evaluation Rubric* (PBER) untuk mengukur kemampuan desain rekayasa. Skor penilaian yang digunakan dalam penelitian ini adalah skala 1-4. Skor maksimum keterampilan rekayasa dalam penelitian ini adalah 88 poin sedangkan nilai akhir adalah 100. Untuk pengolahan data seperti menghitung jumlah dan rata-rata nilai keterampilan rekayasa siswa digunakan perangkat lunak *Microsoft Excel 2021*. Berikut ini merupakan rumus perhitungan untuk mengkonversi nilai keterampilan rekayasa siswa agar menjadi skala 100.

$$\text{Nilai (\%)} = \frac{\text{Total skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maximum}} \times 100$$

Penyajian data untuk variabel keterampilan rekayasa dimuat dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis untuk temuan keterampilan rekayasa dipaparkan secara deskriptif dengan didukung oleh temuan terdahulu yang relevan. Pembahasan

keterampilan rekayasa siswa dianalisis dalam unit kelompok karena kegiatan pembelajaran yang dilakukan dalam tim. Untuk menginterpretasi perolehan rata-rata nilai keterampilan rekayasa siswa digunakan kategori peningkatan hasil belajar yang dimodifikasi dari Purwanto (2019) yang dikemukakan pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Kategori Hasil Belajar Siswa

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

2. Analisis Data Aksi

Data aksi diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* terkait tindakan-tindakan yang mendukung *zero hunger*. *Pretest* dan *posttest* disajikan dalam bentuk angket kuisioner dengan skala Likert 4 poin. Dalam kuisioner ini terdapat dua bentuk pernyataan yaitu positif dan negatif. Pernyataan positif memiliki skor terendah bernilai satu dan skor tertinggi bernilai empat. Hal ini berlaku sebaliknya pada pernyataan negatif. Pada setiap dimensi indikator kuisioner yaitu tindakan per masa dan capaian kompetensi masing-masing terdiri dari 25 pernyataan. Oleh karena itu, skor maksimal untuk aksi siswa adalah 400 poin dan nilai akhir yang dikonversi menjadi skala 0-100. Tabulasi skor *pretest* dan *posttest* secara lebih jelas dimuat pada Lampiran 10. Setelah tabulasi skor *pretest* dan *posttest*, dilakukan perhitungan skor N-Gain menggunakan perangkat lunak IBM SPSS 27 untuk melihat peningkatan aksi siswa setelah pembelajara proyek STEM-ESD *Zero Hunger* serta uji statistik deskriptif pada nilai *pretest*, *posttest*, dan skor N-Gain. Penyajian data untuk variabel aksi ditampilkan dalam bentuk tabel dan diagram. Berikut ini merupakan rumus perhitungan N-Gain berdasarkan Hake (1998).

$$N - Gain = \frac{\text{Nilai Posttest} - \text{Nilai Pretest}}{100 - \text{Nilai Pretest}}$$

Penyajian rata-rata nilai per masa dan capaian kompetensi dimuat dalam bentuk grafik dengan skala nilai 1-4. Nilai 1 menunjukkan “tidak pernah”, nilai 2 “jarang”, nilai 3 “sering”, dan nilai 4 “selalu”. Penyajian seperti itu diarahkan untuk membahas interpretasi frekuensi tindakan siswa setelah proses pembelajaran proyek STEM-ESD. Pembahasan variabel aksi dianalisis dalam unit individu. Untuk menginterpretasi variabel aksi digunakan kategori peningkatan hasil belajar dengan melihat N-Gain oleh Hake (1998) yang ditunjukkan pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Kategori Skor N-Gain

$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

3.7 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian