

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode dan Desain Penelitian

Bagian ini menjelaskan tentang metode dan desain penelitian yang digunakan dalam penelitian mengenai pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* dengan alat reaktor pembuat bioplastik. Penjelasan tersebut mencakup metode dan jenis desain penelitian, populasi dan sampel, instrumen yang digunakan beserta hasil uji validitas dan reliabilitas. Selain itu, dijelaskan pula tahapan kegiatan pembelajaran proyek STEM-ESD dari awal hingga akhir, analisis data yang digunakan beserta hasilnya, serta alur pelaksanaan penelitian yang dilakukan.

3.1.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengevaluasi pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* dengan alat reaktor pembuat bioplastik terhadap keterampilan rekayasa dan aksi siswa. Jenis penelitian yang digunakan adalah pre-eksperimen, dengan pemilihan sampel yang tidak dilakukan secara acak (*non-random assignment*), karena menggunakan kelompok utuh yang ada di sekolah. Penelitian ini bersifat kuantitatif dan melibatkan kegiatan pembelajaran proyek berupa proses modifikasi alat reaktor pembuat bioplastik, serta pengisian kuesioner aksi yang dirancang untuk mengukur keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

3.1.2 Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan *One-Group Pretest-Posttest Design*, yaitu desain pra-eksperimen tanpa kelompok kontrol. Penelitian hanya melibatkan satu kelompok yang diberikan perlakuan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.1. Kelompok diberikan perlakuan berupa pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* dengan alat reaktor pembuat bioplastik. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan melalui *pretest* dan *posttest*. Untuk variabel keterampilan rekayasa, pengukuran dilakukan menggunakan

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Sedangkan untuk variabel aksi, data dikumpulkan melalui pengisian kuesioner pada saat *pretest* dan *posttest*.

Tabel 3.1 Desain Penelitian *One-Group Pretest-Posttest Design*

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

(Creswell & Creswell, 2023)

Keterangan:

O₁ : Pengambilan data awal sebelum pembelajaran (*Pretest* aksi)

X : Pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* dengan alat reaktor pembuat bioplastik dan pengambilan data keterampilan rekayasa

O₂ : Pengambilan data keterampilan rekayasa yang belum selesai dan pengambilan data akhir setelah pembelajaran (*Posttest* aksi)

3.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini terdiri dari siswa-siswi kelas X pada salah satu SMA Negeri di Kota Bandung. Total sampel yang terlibat berjumlah 73 siswa dari 350 siswa kelas X, yang mengikuti kegiatan pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* dengan alat reaktor pembuat bioplastik, karena terdiri dari satu kelompok eksperimen tanpa adanya kontrol. Karakteristik sampel yang dipilih adalah siswa-siswi kelas X yang belum menerima pembelajaran mengenai materi perubahan lingkungan, khususnya sub materi pencemaran lingkungan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *convenience sampling*, dengan pertimbangan bahwa proses pengumpulan data dapat dilakukan secara efisien tanpa perlu melakukan pemilihan acak.

Pertimbangan pemilihan lokasi penelitian di salah satu SMA Negeri Kota Bandung didasarkan pada konteks lokal yang relevan terhadap isu pencemaran lingkungan serta pertimbangan bahwa sekolah tersebut belum pernah dijadikan lokasi penelitian yang menerapkan pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* dengan alat reaktor pembuat bioplastik. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan dan temuan terhadap pengembangan pembelajaran kontekstual dan berkelanjutan.

3.3 Definisi Operasional

Definisi operasional disusun untuk menghindari perbedaan penafsiran, memperjelas variabel penelitian, jenis data yang dikumpulkan, dan instrumen yang digunakan. Adapun definisi operasional dalam penelitian ini mencakup pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* dengan alat reaktor pembuat bioplastik, keterampilan rekayasa, dan aksi siswa, sebagai berikut:

1. Pembelajaran Proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production*

Pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* adalah kegiatan pembelajaran proyek yang mengintegrasikan ilmu *Science, Technology, Engineering, dan Mathematic* (STEM) dengan prinsip *Education for Sustainable Development* (ESD), untuk menanamkan kesadaran akan pentingnya berkelanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam upaya mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin 12, yaitu *Responsible Consumption and Production*. Dalam pembelajaran ini, siswa dilibatkan secara aktif dalam mengidentifikasi permasalahan limbah organik, merancang solusi berkelanjutan, hingga membuat prototipe reaktor bioplastik. Seluruh proses dilakukan secara kolaboratif melalui enam tahap pembelajaran STEM yang di adaptasi dari (Widodo, 2021), yaitu perumusan masalah, pikir, desain, buat, uji, dan perbaikan desain.

2. Keterampilan Rekayasa

Keterampilan rekayasa dalam pembelajaran proyek STEM-ESD diartikan sebagai kemampuan siswa dalam merancang, mengembangkan, dan menghasilkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan limbah organik, dalam mencapai poin SDGs 12, yaitu *Responsible Consumption and Production*. Dalam proses ini, siswa menerapkan konsep *Reverse Engineering*, yaitu menyempurnakan alat yang telah ada sebelumnya. Penilaian keterampilan ini menggunakan rubrik yang diadaptasi dan dimodifikasi dari Jin *et al.* (2015) untuk mengevaluasi penerapan konsep rekayasa dalam solusi yang di kembangkan oleh siswa. Rubrik tersebut mencakup empat fase utama, tujuh kriteria kinerja, dan dua puluh dua indikator

penilaian. Evaluasi keterampilan rekayasa dilakukan melalui Lembar Kegiatan Siswa dan lembar observasi, menggunakan skala penilaian dari 1-4, berdasarkan aktivitas siswa dalam memodifikasi produk teknologi. Skor akhir diperoleh dari jumlah nilai yang dibagi dengan skor maksimal lalu dikalikan seratus, untuk mendapatkan persentase sesuai skala yang digunakan. Hasil penilaian kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik batang, dan dianalisis lebih lanjut.

3. Aksi siswa

Aksi siswa adalah serangkaian tindakan yang dilakukan oleh siswa dalam merancang dan menerapkan solusi berkelanjutan terhadap permasalahan limbah organik, untuk mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) 12 *Responsible Consumption and Production*. Aksi ini disesuaikan dengan ESD *Learning Objectives* yang telah ditetapkan oleh UNESCO (2017), dan pengukuran aksi siswa dilakukan menggunakan instrumen yang diadaptasi dan dimodifikasi dari Hadjichambis and Paraskeva-Hadjichambi (2020), mencakup empat indikator, yaitu masa lalu, masa sekarang, masa depan, dan capaian kompetensi, dalam merancang serta mengimplementasikan solusi berupa alat reaktor pembuat bioplastik. Data dikumpulkan melalui kuesioner skala Likert 4 poin yang diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest* pada awal dan akhir pembelajaran, serta dilengkapi dengan wawancara pada akhir pertemuan pembelajaran.

3.4 Instrumen Penelitian

Terdapat dua jenis instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu rubrik penilaian keterampilan rekayasa dan kuesioner mengenai aksi. Instrumen keterampilan rekayasa digunakan untuk menilai proses modifikasi alat reaktor pembuat bioplastik melalui Lembar Kegiatan Peserta Didik, sementara instrumen aksi berfungsi untuk mengukur tindakan yang diambil dalam mengatasi permasalahan terkait SDGs 12 *Responsible Consumption and Production*, baik sebelum maupun setelah proses pembelajaran. Setiap instrumen penelitian dijelaskan secara rinci pada bagian berikut.

3.4.1 Instrumen Keterampilan Rekayasa

Instrumen keterampilan rekayasa digunakan untuk menilai Lembar Kerja Peserta Didik dalam proses pembuatan alat reaktor pembuat bioplastik pada pembelajaran proyek STEM-ESD, yang disusun berdasarkan empat fase, yaitu masalah, solusi, implementasi dan manajemen proses. Setiap fase dijabarkan ke dalam tujuh kriteria kinerja, yakni pengenalan masalah, mendefinisikan masalah, menghasilkan ide, pemilihan solusi optimal, peningkatan solusi, presentasi dan pelaporan, serta desain manajemen proses. Selanjutnya, ketujuh kriteria kinerja tersebut dirinci menjadi dua puluh dua indikator penilaian yang mencerminkan aktivitas nyata siswa, antara lain: (1) Mengidentifikasi permasalahan limbah organik, (2) Menganalisis dampak negatif dari penumpukan limbah organik, (3) Merumuskan rencana penanggulangan limbah organik, (4) Menganalisis kekurangan alat reaktor pembuat bioplastik, (5) Mengembangkan ide solusi inovatif, (6) Menentukan ukuran setiap komponen, serta (7) Merancang bentuk komponen, (8) Menentukan bahan yang sesuai untuk setiap komponen, (9) Menyusun cara kerja dalam memproduksi bioplastik, (10) Menghitung estimasi biaya sesuai kebutuhan alat, (11) Memilih solusi yang optimal untuk mengatasi permasalahan limbah organik, (12) Memilih solusi yang menunjukkan kebaruan desain, (13) Membuat desain prototipe, (14) Mewujudkan ide menjadi produk nyata, (15) Melakukan uji coba prototipe, (16) Menentukan efektivitas sistem, (17) Menghitung perbandingan biaya dan menganalisis keuntungan ekonomi, (18) Menjelaskan kontribusinya terhadap lingkungan, (19) Mendemonstrasikan prototipe dan menjawab pertanyaan dari audiens dengan percaya diri, (20) Mengisi Lembar Kerja Peserta Didik dengan lengkap, (21) Melaksanakan seluruh tahapan tepat waktu, serta (22) Mengumpulkan Lembar Kerja Peserta Didik tepat waktu (Jin *et al.*, 2015).

3.4.2 Instrumen Aksi

Instrumen aksi dalam penelitian ini diadaptasi dan dikembangkan dari *Environmental Citizenship Questionnaire* (ECQ) yang disusun oleh Hadjichambis

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

& Paraskeva-Hadjichambi (2020), serta diselaraskan dengan *ESD Learning Objectives* untuk *Responsible Consumption and Production* yang diterbitkan oleh UNESCO (2017). Instrumen ini mencakup tiga aspek, yaitu kognitif, sosio-emosional, dan tingkah laku. Fokus topik dalam instrumen diarahkan pada *Responsible Consumption and Production*, yang mencakup gaya hidup, pola konsumsi dan produksi, serta konsumsi dan produksi yang berkelanjutan.

Kuesioner disusun berdasarkan empat indikator aksi, yaitu aksi masa lalu, aksi masa sekarang, aksi masa depan, dan capaian kompetensi yang diukur melalui pernyataan yang serupa namun disesuaikan dengan dimensi waktu yang berbeda, guna menilai konsistensi pemahaman dan kecenderungan perubahan sikap dari masa lalu hingga masa depan. Sebelum dilakukan uji validitas dan reliabilitas, instrumen ini terdiri dari 27 butir pernyataan untuk masing-masing kategori waktu, yaitu masa lalu, masa sekarang, dan masa depan, serta 27 butir pernyataan untuk capaian kompetensi, sehingga total terdapat 54 pernyataan yang mencakup pernyataan positif dan negatif.

Setiap pernyataan dalam kuesioner menggunakan skala Likert-4 poin, yang disesuaikan dengan masing-masing indikator aksi. Untuk aksi masa lalu dan masa sekarang, pilihan jawabannya adalah: (1) Tidak pernah, (2) Jarang, (3) Sering, dan (4) Selalu. Untuk aksi masa depan, pilihan yang tersedia meliputi: (1) Tidak akan melakukan, (2) Ragu akan melakukan, (3) Berusaha akan melakukan, dan (4) Yakin akan melakukan. Sedangkan untuk capaian kompetensi aksi, pilihan jawaban yang digunakan adalah: (1) Sangat tidak mampu, (2) Tidak mampu, (3) Mampu, dan (4) Sangat mampu. Skor tertinggi adalah 4 dan skor terendah adalah 1 untuk pernyataan positif. Sebaliknya, untuk pernyataan negatif, penempatan skor dibalik guna menjaga objektivitas penilaian dan mencegah bias respons. Kisi-kisi pernyataan kuesioner yang memuat indikator aksi siswa terkait *Responsible Consumption and Production*, disajikan pada Tabel 3.2 sebagai dasar sebelum dilakukan uji validitas dan reliabilitas.

Tabel 3.2 Kisi-Kisi Instrumen Aksi Siswa terkait *Responsible Consumption and Production* Sebelum Uji Validitas dan Reliabilitas

No.	Indikator Aksi	Deskripsi Indikator Aksi	Sub Topik SDGs 12	ESD Learning Objectives	Nomor Pernyataan	Jumlah		
1.	Tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan	Aksi siswa yang telah dilakukan di masa lalu, aksi siswa yang sedang di lakukan di masa sekarang, serta rencana aksi yang akan dilakukan di masa depan terkait dengan konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab	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 yang Berkelanjutan	Kognitif	19,20,21			
				Sosio-emosional	22,23,24			
				Tingkah laku	25,26,27			
2.	Capaian Kompetensi	Kemampuan siswa terkait pengetahuan, konsepsi, keterampilan, dan sikap yang berhubungan dengan aksi siswa dalam mengatasi masalah konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab	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 yang Berkelanjutan	Kognitif	19,20,21			
				Sosio-emosional	22,23,24			
				Tingkah laku	25,26,27			
Jumlah Pernyataan						54		

Butir pernyataan dalam kuesioner instrumen aksi disusun langsung oleh peneliti berdasarkan indikator yang telah ditetapkan. Sebelum dilakukan uji validitas dan reliabilitas, instrumen terlebih dahulu melalui proses validasi oleh dua dosen pembimbing, yang mencakup penelaahan terhadap kejelasan dan kesesuaian setiap pernyataan, serta revisi berdasarkan masukan yang diberikan. Setelah tahap tersebut, dilakukan dua kali pengujian validitas dan reliabilitas menggunakan IBM SPSS Statistics versi 27, terhadap instrumen dengan melibatkan 33 siswa kelas XI

pada salah satu SMA di kota Bandung sebagai sampel. Jumlah sampel ($n = 33$)
Alya Syahryanida, 2025
PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

menentukan bahwa nilai r tabel pada taraf signifikansi 0,05 adalah sebesar 0,344. Suatu pernyataan dinyatakan valid apabila nilai r hitung $> r$ tabel, dan reliabel apabila nilai Cronbach's Alpha $> 0,6$ (Sugiyono, 2023). Hasil dari pengujian pertama terhadap 54 butir pernyataan dalam instrumen aksi disajikan secara ringkas dalam Tabel 3.3 dan Tabel 3.4. Adapun data lengkap hasil analisis statistik uji validitas dan reliabilitas dapat dilihat pada Lampiran C.3.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Tahap Pertama Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Aksi Terkait *Responsible Consumption and Production* per Masa

No. Butir	Jenis Pernyataan	Validitas			Keterangan
		Masa Lalu	Masa Sekarang	Masa Depan	
1	Positif	0,562 Valid	0,783 Valid	0,372 Valid	Digunakan
2	Negatif	0,237 Tidak Valid	0,250 Tidak Valid	0,346 Valid	Tidak Digunakan
3	Positif	0,720 Valid	0,764 Valid	0,391 Valid	Digunakan
4	Negatif	0,562 Valid	0,823 Valid	0,347 Valid	Digunakan
5	Positif	0,424 Valid	0,730 Valid	0,385 Valid	Digunakan
6	Negatif	0,720 Valid	0,798 Valid	0,480 Valid	Digunakan
7	Positif	0,562 Valid	0,406 Valid	0,405 Valid	Digunakan
8	Negatif	-0,234 Tidak Valid	0,147 Tidak Valid	0,387 Valid	Tidak Digunakan
9	Positif	0,484 Valid	0,381 Valid	0,400 Valid	Digunakan
10	Negatif	0,562 Valid	0,786 Valid	0,479 Valid	Digunakan
11	Positif	0,607 Valid	0,575 Valid	0,438 Valid	Digunakan
12	Negatif	0,783 Valid	0,034 Tidak Valid	0,158 Tidak Valid	Tidak Digunakan
13	Positif	0,756 Valid	0,514 Valid	0,367 Valid	Digunakan
14	Negatif	0,796 Valid	0,573 Valid	0,589 Valid	Digunakan
15	Positif	0,455 Valid	0,543 Valid	0,353 Valid	Digunakan
16	Negatif	0,783 Valid	0,468 Valid	0,482 Valid	Digunakan
17	Positif	0,783 Valid	0,426 Valid	0,396 Valid	Digunakan
18	Negatif	0,442 Valid	0,397 Valid	0,466 Valid	Digunakan

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

No. Butir	Jenis Pernyataan	Validitas			Keterangan
		Masa Lalu	Masa Sekarang	Masa Depan	
19	Positif	0,519 Valid	0,241 Tidak Valid	0,294 Tidak Valid	Tidak Digunakan
20	Negatif	0,783 Valid	0,509 Valid	0,389 Valid	Digunakan
21	Positif	0,796 Valid	0,296 Tidak Valid	0,095 Tidak Valid	Tidak Digunakan
22	Negatif	0,374 Valid	0,141 Tidak Valid	0,030 Tidak Valid	Tidak Digunakan
23	Positif	0,456 Valid	0,516 Valid	0,350 Valid	Digunakan
24	Negatif	0,081 Tidak Valid	0,360 Valid	0,407 Valid	Tidak Digunakan
25	Positif	0,407 Valid	0,764 Valid	0,613 Valid	Digunakan
26	Negatif	0,374 Valid	0,596 Valid	0,528 Valid	Digunakan
27	Positif	0,374 Valid	0,730 Valid	0,396 Valid	Digunakan
Reliabilitas		0,884	0,878	0,761	Reliabel

Keterangan:

: Kognitif
 : Sosio-emosional
 : Tingkah Laku

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Tahap Pertama Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Aksi Terkait *Responsible Consumption and Production* Capaian Kompetensi

No. Butir	Jenis Pernyataan	Validitas		Reliabilitas		Keterangan
		R Hitung	Interpretasi	Alfa Cronbach	Interpretasi	
1	Negatif	0,266	Tidak Valid	0,916	Reliabel	*Tidak Digunakan
2	Positif	0,634	Valid			Digunakan
3	Negatif	0,161	Tidak Valid			*Tidak Digunakan
4	Positif	0,524	Valid			Digunakan
5	Negatif	0,363	Valid			Digunakan
6	Positif	0,495	Valid			Digunakan
7	Negatif	0,094	Tidak Valid			*Tidak Digunakan
8	Positif	0,494	Valid			Digunakan
9	Negatif	0,421	Valid			Digunakan
10	Positif	0,420	Valid			Digunakan
11	Negatif	0,648	Valid			Digunakan
12	Positif	0,527	Valid			Digunakan
13	Negatif	0,553	Valid			Digunakan
14	Positif	0,411	Valid			Digunakan
15	Negatif	0,650	Valid			Digunakan
16	Positif	0,591	Valid			Digunakan
17	Negatif	0,731	Valid			Digunakan

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

No. Butir	Jenis Pernyataan	Validitas		Reliabilitas		Keterangan
		R Hitung	Interpretasi	Alfa Cronbach	Interpretasi	
18	Positif	0,745	Valid			Digunakan
19	Negatif	0,709	Valid			Digunakan
20	Positif	0,693	Valid			Digunakan
21	Negatif	0,677	Valid			Digunakan
22	Positif	0,822	Valid			Digunakan
23	Negatif	0,651	Valid			Digunakan
24	Positif	0,640	Valid			Digunakan
25	Positif	0,624	Valid			Digunakan
26	Positif	0,761	Valid			Digunakan
27	Positif	0,588	Valid			Digunakan

Keterangan:

: Kognitif
 : Sosio-emosional
 : Tingkah Laku

Setelah dilakukan pengujian validitas dan reliabilitas tahap pertama, ditemukan bahwa sebanyak 7 butir pernyataan pada indikator per masa dan 3 butir pada indikator capaian kompetensi dinyatakan tidak valid. Sehingga butir pernyataan tersebut perlu direvisi dan diuji ulang berdasarkan masukan dari dosen pembimbing. Selain itu, ada beberapa pernyataan yang tidak digunakan agar rasio butir dalam instrumen tetap seimbang. Pada tahap pengujian ulang yang kedua, sebanyak 6 butir pernyataan diuji kepada 33 siswa, terdiri dari 4 butir terkait aksi per masa (masa lalu, masa sekarang, dan masa depan) serta 2 butir terkait capaian kompetensi. Hasil uji validitas dan reliabilitas tahap kedua untuk instrumen aksi *Responsible Consumption and Production* disajikan dalam Tabel 3.5 dan Tabel 3.6, sedangkan data statistik lengkap dapat dilihat pada Lampiran C.3.

Tabel 3.5 Hasil Pengujian Tahap Kedua Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Aksi Terkait *Responsible Consumption and Production* per Masa

No. Butir	Jenis Pernyataan	Validitas			Keterangan
		Masa Lalu	Masa Sekarang	Masa Depan	
19	Positif	0,408 Valid	0,440 Valid	0,477 Valid	Digunakan
21	Positif	0,406 Valid	0,445 Valid	0,493 Valid	Digunakan
22	Negatif	0,622 Valid	0,715 Valid	0,700 Valid	Digunakan
24	Negatif	0,413 Valid	0,389 Valid	0,503 Valid	Digunakan
Reliabilitas		0,737	0,764	0,680	Reliabel

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

Keterangan:

: Kognitif
 : Sosio-emosional

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Tahap Kedua Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Aksi Terkait *Responsible Consumption and Production* Capaian Kompetensi

No. Butir	Jenis Pernyataan	Validitas		Reliabilitas		Keterangan
		R Hitung	Interpretasi	Alfa Cronbach	Interpretasi	
1	Negatif	0,846	Valid	0,867	Reliabel	Digunakan
3	Negatif	0,809	Valid			Digunakan

Keterangan:

: Kognitif

Hasil pengujian tahap kedua terhadap validitas dan reliabilitas instrumen aksi untuk indikator aksi per masa yang ditampilkan pada Tabel 3.6, maupun capaian kompetensi yang ditampilkan pada Tabel 3.7, menunjukkan bahwa seluruh butir pernyataan memiliki nilai validitas di atas r tabel dan reliabilitas yang memenuhi standar (Cronbach's Alpha > 0,6), sehingga instrumen dinyatakan layak digunakan dalam penelitian. Untuk memberikan gambaran yang lebih rinci terkait proses seleksi butir pernyataan, disajikan rekapitulasi hasil akhir pengujian terhadap butir pernyataan aksi per masa pada Tabel 3.7, sementara rekapitulasi hasil akhir untuk capaian kompetensi ditampilkan pada Tabel 3.8. Kedua tabel tersebut menggambarkan perkembangan setiap item dari uji pertama hingga uji kedua, serta keputusan akhir mengenai penggunaannya dalam instrumen penelitian.

Tabel 3.7 Rekapitulasi Hasil Akhir Pengujian Instrumen per Masa

Nomor Pernyataan Aksi per Masa				Keterangan
Uji Ke-1		Uji Ke-2		
Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Sebelum Revisi	Setelah Revisi	
1	1	-	1	Digunakan
2	-	-	-	Tidak Digunakan
3	3	-	2	Digunakan
4	4	-	3	Digunakan
5	5	-	4	Digunakan
6	6	-	5	Digunakan
7	7	-	6	Digunakan
8	-	-	-	Tidak Digunakan
9	9	-	7	Digunakan
10	10	-	8	Digunakan
11	11	-	9	Digunakan

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

Nomor Pernyataan Aksi per Masa				Keterangan
Uji Ke-1		Uji Ke-2		
Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Sebelum Revisi	Setelah Revisi	
12	-	-	-	Tidak Digunakan
13	13	-	10	Digunakan
14	14	-	11	Digunakan
15	15	-	12	Digunakan
16	16	-	13	Digunakan
17	17	-	14	Digunakan
18	18	-	15	Digunakan
19	-	19	16	Digunakan
20	20	-	17	Digunakan
21	-	21	18	Digunakan
22	-	22	19	Digunakan
23	23	-	20	Digunakan
24	-	24	21	Digunakan
25	25	-	22	Digunakan
26	26	-	23	Digunakan
27	27	-	24	Digunakan

Tabel 3.8 Rekapitulasi Hasil Akhir Uji Coba Instrumen Capaian Kompetensi

Nomor Pernyataan Aksi Capaian Kompetensi				Keterangan
Uji Ke-1		Uji Ke-2		
Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Sebelum Revisi	Setelah Revisi	
1	-	1	1	Digunakan
2	2	-	2	Digunakan
3	-	3	3	Digunakan
4	4	-	4	Digunakan
5	5	-	5	Digunakan
6	6	-	6	Digunakan
7	-	-	-	Tidak Digunakan
8	8	-	7	Digunakan
9	9	-	8	Digunakan
10	10	-	9	Digunakan
11	11	-	10	Digunakan
12	12	-	11	Digunakan
13	13	-	12	Digunakan
14	14	-	13	Digunakan
15	15	-	14	Digunakan
16	16	-	15	Digunakan
17	17	-	16	Digunakan
18	18	-	17	Digunakan
19	19	-	18	Digunakan
20	20	-	19	Digunakan
21	21	-	20	Digunakan
22	22	-	21	Digunakan
23	23	-	22	Digunakan
24	24	-	23	Digunakan
25	25	-	24	Digunakan

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

Nomor Pernyataan Aksi Capaian Kompetensi				Keterangan
Uji Ke-1		Uji Ke-2		
Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Sebelum Revisi	Setelah Revisi	
26	26	-	25	Digunakan
27	27	-	26	Digunakan

Setelah melalui proses uji validitas dan reliabilitas, seluruh butir pernyataan yang dinyatakan layak digunakan kemudian diklasifikasikan ke dalam kisi-kisi akhir instrumen. Struktur dan cakupan kisi-kisi instrumen aksi siswa terkait *Responsible Consumption and Production* disusun berdasarkan indikator, subtopik SDGs 12, *ESD Learning Objectives*, serta nomor pernyataan yang digunakan, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.9. Penyusunan kisi-kisi ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh aspek aksi per masa dan capaian kompetensi siswa tergambar dalam instrumen yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 3.9 Kisi-Kisi Instrumen Aksi Terkait *Responsible Consumption and Production* Setelah Uji Validitas dan Reliabilitas

No.	Indikator Aksi	Deskripsi Indikator Aksi	Sub Topik SDGs 12	ESD Learning Objectives	Nomor Pernyataan	Jumlah
1.	Tindakan masa lalu, masa sekarang, dan masa depan	Aksi siswa yang telah dilakukan di masa lalu, aksi siswa yang sedang dilakukan di masa sekarang, serta rencana aksi yang akan dilakukan di masa depan terkait dengan konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab	Gaya Hidup	Kognitif	1,2	24
				Sosio-emosional	3,4,5	
				Tingkah laku	6,7	
			Pola Konsumsi dan Produksi	Kognitif	8,9	
				Sosio-emosional	10,11,12	
				Tingkah laku	13,14,15	
			Konsumsi dan Produksi yang Berkelanjutan	Kognitif	16,17,18	
				Sosio-emosional	19,20,21	
				Tingkah laku	22,23,24	
2.	Capaian Kompetensi	Kemampuan siswa terkait pengetahuan, konsepsi, keterampilan, dan sikap yang berhubungan dengan aksi	Gaya Hidup	Kognitif	1,2,3	26
				Sosio-emosional	4,5,6	
				Tingkah laku	7,8	
			Pola Konsumsi dan Produksi	Kognitif	9,10,11	
				Sosio-emosional	12,13,14	
				Tingkah laku	15,16,17	

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

No.	Indikator Aksi	Deskripsi Indikator Aksi	Sub Topik SDGs 12	ESD Learning Objectives	Nomor Pernyataan	Jumlah
		siswa dalam mengatasi masalah konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab	Konsumsi dan Produksi yang Berkelanjutan	Kognitif	18,19,20	
				Sosio-emosional	21,22,23	
				Tingkah laku	24,25,26	
Jumlah Pernyataan						50

Untuk memberikan gambaran mengenai implementasi kisi-kisi yang telah disusun, contoh butir pernyataan kuesioner yang digunakan dalam instrumen aksi siswa disajikan dalam Tabel 3.10. Penyajian ini bertujuan untuk menunjukkan kesesuaian antara pernyataan dalam kuesioner dengan indikator yang telah dirancang dalam instrumen.

Tabel 3.10 Contoh Butir Pernyataan Kuesioner Instrumen Aksi Siswa

Indikator	Topik ESD Learning Goals	Contoh Butir Pernyataan Kuesioner
Aksi Masa Lalu, Aksi Masa Sekarang, dan Aksi Masa Depan	Gaya Hidup	Saya menyadari bahwa limbah plastik biasa sulit terurai dan berbahaya bagi ekosistem
	Pola Konsumsi dan Produksi	Saya merasa khawatir dengan dampak yang ditimbulkan dari limbah organik terhadap lingkungan
	Konsumsi dan Produksi yang Berkelanjutan	Saya mendukung inovasi dan pengembangan alat reaktor bioplastik sebagai salah satu solusi dalam mengatasi permasalahan lingkungan
Capaian Kompetensi	Gaya Hidup	Saya lebih memilih untuk memperbaiki barang yang rusak daripada langsung membuangnya dan membeli yang baru
	Pola Konsumsi dan Produksi	Saya menolak penggunaan produk yang sulit terurai, seperti sedotan dan kantong plastik
	Konsumsi dan Produksi yang Berkelanjutan	Saya memahami bahwa sertifikasi lingkungan (seperti eco-label) dapat membantu konsumen dalam memilih produk yang ramah lingkungan.

3.4.3 Instrumen Tambahan

Dalam penelitian ini, instrumen tambahan yang digunakan untuk melengkapi pengumpulan data meliputi wawancara siswa, lembar keterlaksanaan pembelajaran untuk guru dan siswa. Wawancara digunakan untuk memperkuat data kualitatif

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

serta mendukung interpretasi hasil penelitian. Proses wawancara dilakukan terhadap perwakilan kelompok siswa yang telah mengikuti pembelajaran. Selain itu, untuk memantau pelaksanaan kegiatan belajar mengajar, digunakan lembar keterlaksanaan yang bertujuan menilai sejauh mana pembelajaran berlangsung sesuai dengan rencana. Kisi-kisi pertanyaan wawancara disajikan pada Tabel 3.11, sementara daftar lengkap pertanyaan wawancara dapat dilihat pada Lampiran B.3. Adapun lembar keterlaksanaan pembelajaran guru dan aktivitas siswa secara lengkap tercantum pada Lampiran B.1 dan Lampiran B.2. Instrumen tambahan lainnya adalah catatan lapangan, yang berfungsi mencatat temuan berdasarkan fenomena yang muncul selama proses pembelajaran berlangsung dan dapat ditinjau secara lengkap pada Lampiran B.4.

Tabel 3.11 Kisi-Kisi Pertanyaan Wawancara

No.	Indikator	Deskripsi Indikator	Butir Soal	Jumlah
1.	Pembelajaran Proyek STEM-ESD	Tanggapan siswa terhadap proses pembelajaran yang telah dilaksanakan	1,2,3	3
2.	Keterampilan Rekayasa	Tanggapan siswa terhadap keterampilan dalam merancang dan membuat produk	4,5,6	3
3.	Aksi terkait <i>Responsible Consumption and Production</i>	Tanggapan siswa terhadap aksi terkait <i>Responsible Consumption and Production</i> yang dilakukan	7,8,9	3
Jumlah Butir				9

3.5 Prosedur Penelitian

Bagian ini menguraikan rangkaian tahapan yang telah dilalui dalam pelaksanaan penelitian, mulai dari tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, hingga interpretasi hasil, pembahasan, serta penarikan kesimpulan. Setiap tahapan dijelaskan secara rinci, sebagai berikut:

3.5.1 Persiapan

Tahap persiapan dalam penelitian ini mencakup serangkaian kegiatan yang dilakukan sebelum pelaksanaan di lapangan atau fase pra-pengumpulan data. Kegiatan awal yang dilakukan peneliti meliputi studi literatur untuk memperdalam

pemahaman mengenai isu *Responsible Consumption and Production* khususnya akumulasi limbah organik, pembelajaran proyek STEM-ESD, serta penguatan teori terkait keterampilan rekayasa dan aksi siswa, serta peneliti juga menelusuri referensi mengenai alat reaktor pembuat bioplastik. Berdasarkan kajian tersebut, peneliti mulai menyusun instrumen penelitian, yaitu rubrik penilaian keterampilan rekayasa untuk menilai proses pembuatan produk dan kuesioner untuk mengukur aksi siswa. Instrumen yang disusun melalui beberapa tahap perbaikan, termasuk validasi isi dan revisi berdasarkan masukan dari dosen pembimbing serta rekan sejawat. Setelah itu, dilakukan penentuan lokasi untuk uji coba instrumen, yang dilaksanakan di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung. Setelah memperoleh izin dari pihak sekolah, peneliti melaksanakan uji validitas dan reliabilitas terhadap instrumen aksi, dilanjutkan dengan pengolahan data hasil uji coba tersebut.

Langkah selanjutnya adalah menyusun perangkat pembelajaran yang akan digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Perangkat tersebut meliputi modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), bahan ajar dalam bentuk *power point*, alat reaktor pembuat bioplastik, dan media pembelajaran lainnya yang dirancang sesuai dengan topik *Responsible Consumption and Production*. Seluruh perangkat pembelajaran kemudian dikonsultasikan dengan dosen pembimbing untuk memperoleh saran serta revisi sebelum digunakan. Modul ajar dapat dilihat pada Lampiran A.1, sedangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) tercantum pada Lampiran A.2. Setelah seluruh perangkat selesai, peneliti menetapkan salah satu SMA Negeri di Kota Bandung sebagai lokasi penelitian, kemudian melakukan kunjungan ke sekolah untuk observasi dan mengurus perizinan secara resmi dengan kepala sekolah dan guru Biologi. Dalam kunjungan ini, dilakukan diskusi untuk menyelaraskan materi ajar, jadwal pelaksanaan penelitian, serta penentuan sampel penelitian. Setelah seluruh tahapan persiapan rampung, maka penelitian dilanjutkan ke tahap pengumpulan data.

3.5.2 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan selama pelaksanaan penelitian ini berlangsung. Kegiatan penelitian dilaksanakan dalam rentang waktu dari 21 April-

27 Mei 2025. Selama rentang waktu tersebut, proses pembelajaran dilakukan sebanyak tiga kali pertemuan secara tatap muka dan satu kali pertemuan secara asynchronous melalui *Google Classroom* dan *WhatsApp*, karena adanya hari libur yang memengaruhi jadwal pembelajaran. Sebelum kegiatan pembelajaran dimulai, siswa diminta untuk mengisi kuesioner aksi sebagai *pretest*. Pengisian dilakukan secara manual menggunakan lembar kertas yang telah dibagikan oleh peneliti. Selanjutnya, pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* diterapkan di kelas menggunakan modul ajar fase E Kurikulum Merdeka. Pembelajaran ini difokuskan pada Bab Perubahan Lingkungan dengan sub topik Pencemaran Lingkungan. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, siswa kembali mengisi kuesioner aksi sebagai *posttest*. Rincian pelaksanaan kegiatan pengumpulan data disajikan dalam Tabel 3.12, dan prosedur pembelajaran secara lebih rinci dapat ditinjau pada modul ajar yang tercantum di Lampiran A.1.

Tabel 3.12 Rincian Pelaksanaan Kegiatan Pembelajaran Proyek STEM dan *Reverse Engineering*

Pertemuan Ke-	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	Tahapan STEM
1	1. Guru membagikan <i>pretest</i> berupa kuesioner aksi untuk mengukur pemahaman awal siswa terkait perilaku konsumsi dan produksi. 2. Guru membagi siswa ke dalam 6 kelompok dan membagikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) bertema “Cermat Mengonsumsi, Bijak Mengelola.”	1. Siswa mengerjakan <i>pretest</i> berupa kuesioner aksi untuk mengukur pemahaman awal terkait perilaku konsumsi dan produksi. 2. Siswa dibagi menjadi 6 kelompok, kemudian masing-masing kelompok menerima Lembar Kerja Peserta Didik tentang cermat mengonsumsi, bijak mengelola.	-
	3. Guru mengarahkan siswa untuk mengisi bagian “Perumusan Masalah” dalam LKPD. 4. Guru membimbing siswa saat mengisi LKPD berdasarkan hasil diskusi dan pemahaman terhadap wacana. 5. Guru membantu mengaitkan permasalahan yang dianalisis dengan dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan.	3. Siswa mengisi bagian “Perumusan Masalah” dalam LKPD. 4. Siswa mengisi LKPD berdasarkan hasil diskusi dan pemahaman terhadap wacana. 5. Siswa menganalisis permasalahan yang ditemukan dalam wacana LKPD dan mengaitkannya dengan dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan.	Perumusan Masalah

Pertemuan Ke-	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	Tahapan STEM
Diluar JP	6. Guru memberikan instruksi observasi lapangan di sekitar rumah atau sekolah untuk mengidentifikasi limbah organik secara nyata. 7. Guru mengingatkan siswa agar mendokumentasikan hasil observasi dengan baik, dalam bentuk catatan dan foto. 8. Guru memfasilitasi siswa untuk menyusun dan mengirimkan laporan data observasi sebagai bagian dari bahan diskusi dan analisis kelompok. 9. Guru memandu siswa dalam menyusun kesimpulan berdasarkan analisis temuan dari lapangan dan hasil diskusi.	6. Siswa melakukan observasi langsung di lokasi pembuangan limbah organik (seperti depan minimarket sekitar sekolah atau di dapur rumah masing-masing), misalnya temuan kulit buah atau sayur yang terbuang begitu saja. 7. Siswa mengamati dan menginterpretasi hasil observasi. 8. Siswa menyajikan data berdasarkan hasil temuan di lapangan dalam bentuk catatan dan dokumentasi. 9. Siswa menarik kesimpulan dari hasil analisis permasalahan yang telah dirumuskan.	Perumusan Masalah
2 (Asyn-chronous)	1. Guru memberikan materi tentang pencemaran lingkungan yang dihubungkan dengan limbah organik dan SDGs 12 <i>Responsible Consumption and Production</i> melalui <i>Power Point</i> . 2. Guru memberi instruksi agar siswa mendiskusikan ide individu dalam grup <i>WhatsApp</i> dan memilih satu ide terbaik sebagai rancangan bersama.	1. Siswa mempelajari materi tentang pencemaran lingkungan dan mengaitkannya dengan limbah organik serta tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) 12 <i>Responsible Consumption and Production</i> , yang terdapat dalam <i>Power Point</i> . 2. Siswa mendiskusikan ide-ide yang telah diajukan secara individu dalam grup <i>WhatsApp</i> . Setelah itu, kelompok memilih satu ide terbaik untuk dikembangkan menjadi rancangan solusi bersama.	Pikir
	3. Guru mengunggah LKPD berisi contoh alat reaktor pembuat bioplastik di <i>Google Classroom</i> dan memberikan arahan analisis. 4. Guru memandu siswa menyusun daftar alat dan bahan tambahan untuk modifikasi. 5. Guru memantau pengumpulan desain rancangan modifikasi alat dari siswa melalui gambar yang dikirim via <i>WhatsApp</i> .	3. Siswa mempelajari contoh alat reaktor pembuat bioplastik dari LKPD yang dibagikan di <i>Google Classroom</i> , kemudian menganalisis kekurangannya secara teknis dan fungsional. 4. Siswa membuat daftar alat dan bahan tambahan untuk keperluan modifikasi alat reaktor pembuat bioplastik dan menyusun perkiraan biaya.	Desain

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

Pertemuan Ke-	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	Tahapan STEM
	6. Guru meminta setiap kelompok menjelaskan prinsip kerja dan langkah-langkah perbaikan alat melalui <i>WhatsApp</i>. 7. Guru memberikan umpan balik terhadap rancangan modifikasi alat melalui <i>WhatsApp</i>, memastikan kesesuaiannya dengan tujuan proyek.	5. Siswa membuat desain rancangan modifikasi alat reaktor pembuat bioplastik yang lebih efisien. Desain di unggah dalam format gambar via <i>WhatsApp</i>. 6. Siswa menjelaskan prinsip kerja alat dan langkah-langkah perbaikannya sesuai hasil diskusi dan rancangan kelompok melalui <i>WhatsApp</i>. 7. Siswa mengonsultasikan hasil modifikasi desain kepada guru melalui <i>WhatsApp</i> untuk mendapatkan masukan dan memastikan kesesuaian dengan tujuan proyek.	
Diluar JP	8. Guru menyarankan sumber referensi dan literatur tambahan untuk mendukung proses pengembangan alat. 9. Guru mengoordinasikan ketersediaan alat dan bahan tambahan.	8. Siswa menggali informasi lebih lanjut terkait alat reaktor pembuat bioplastik yang akan diperbaiki, dengan mencari referensi dari internet dan sumber pustaka lainnya untuk mendukung proses modifikasi. 9. Siswa menyiapkan alat serta bahan tambahan yang dibutuhkan untuk proses perbaikan atau penyempurnaan alat, dengan berkoordinasi bersama teman kelompok dan guru.	Pikir & Desain
3	1. Guru mengawasi dan membimbing proses perbaikan atau modifikasi alat reaktor sesuai dengan desain yang telah dirancang. 2. Guru mengecek kelengkapan logbook yang diisi siswa selama proses modifikasi dan memberikan koreksi jika perlu. 3. Guru mengarahkan siswa dalam pelaksanaan uji coba untuk menilai efektivitas alat yang telah dimodifikasi.	1. Siswa melakukan proses perbaikan atau modifikasi alat reaktor pembuat bioplastik sesuai dengan rancangan desain yang telah dibuat sebelumnya. 2. Siswa mendokumentasikan proses perbaikan dengan mengisi logbook kegiatan di LKPD. 3. Setelah proses modifikasi selesai, siswa melanjutkan dengan melakukan uji coba terhadap alat reaktor pembuat bioplastik untuk mengetahui efektivitas dan hasil perbaikannya.	Buat & Uji Coba
Diluar JP	1. Guru memberikan pendampingan selama proses lanjutan penyempurnaan dan	4. Siswa melanjutkan proses perbaikan dan penyempurnaan alat reaktor pembuat	Buat & Uji Coba

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

Pertemuan Ke-	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	Tahapan STEM
	pencatatan hasil uji coba oleh siswa. 2. Guru memfasilitasi diskusi evaluasi terhadap fungsi alat dan membantu siswa mengidentifikasi kelebihan serta kekurangan dari alat hasil modifikasi.	bioplastik, kemudian melakukan uji coba terhadap hasil perbaikannya sambil mengisi logbook kegiatan pengujian produk di LKPD. 5. Siswa mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan alat setelah dilakukan perbaikan, serta mengevaluasi fungsinya berdasarkan hasil pengujian.	
4	1. Guru membimbing siswa dalam memperbaiki desain alat berdasarkan hasil evaluasi sebelumnya agar alat berfungsi lebih optimal. 2. Guru meminta siswa untuk mendokumentasikan ulang hasil revisi desain alat dalam bentuk desain. 3. Guru memberikan arahan dan ruang presentasi bagi setiap kelompok untuk memaparkan hasil modifikasi serta keunggulan alat mereka. 4. Guru mengajak siswa merefleksikan seluruh proses pembelajaran, mulai dari identifikasi masalah, pengembangan ide, hingga evaluasi dan penyempurnaan solusi.	1. Siswa melakukan perbaikan desain alat reaktor pembuat bioplastik berdasarkan hasil evaluasi agar kinerjanya lebih optimal. 2. Siswa menggambar rancangan desain yang telah diperbaiki sebagai bentuk dokumentasi pengembangan alat. 3. Siswa mempresentasikan hasil modifikasi alat reaktor pembuat bioplastik di depan kelas, termasuk penjelasan fungsi dan keunggulannya. 4. Siswa menyimpulkan proses pembelajaran yang telah dilalui, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi dan penyempurnaan alat.	Perbaikan Desain

3.5.3 Pengolahan dan Analisis Data

Setelah seluruh data berhasil dikumpulkan dari lapangan, tahap berikutnya adalah pengolahan dan analisis data. Pada tahap ini, dilakukan analisis statistik deskriptif yang mencakup nilai tertinggi, nilai terendah, nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, serta perhitungan nilai N-Gain. Penjelasan lebih rinci mengenai prosedur analisis disajikan pada sub judul Analisis Data.

3.5.4 Penginterpretasian, Pembahasan, dan Penarikan Kesimpulan

Setelah proses pengolahan dan analisis data selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah menginterpretasikan hasil temuan yang diperoleh selama penelitian. Tahap ini bertujuan untuk menjelaskan makna dari data yang telah dianalisis, dengan mengaitkannya pada konteks penelitian. Selanjutnya, temuan

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

tersebut dibahas secara mendalam dengan membandingkannya terhadap hasil-hasil penelitian sebelumnya serta memperkuatnya melalui landasan teori yang relevan. Setelah proses interpretasi dan pembahasan dilakukan secara menyeluruh, tahap terakhir adalah menyusun kesimpulan yang merangkum hasil penelitian dalam rangka menjawab rumusan masalah. Selain itu, pada bagian akhir disampaikan implikasi dari penelitian serta rekomendasi yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian di masa mendatang.

3.6 Analisis Data

Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan bersifat kuantitatif dan diperoleh melalui hasil *pretest* dan *posttest* aksi. Selain itu, dilakukan pula penilaian terhadap proses pembuatan alat reaktor bioplastik oleh siswa yang mengikuti pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production*. Penilaian proses ini dilakukan berdasarkan rubrik keterampilan rekayasa yang telah disusun sebelumnya. Seluruh data dikumpulkan dan disusun menggunakan perangkat lunak Microsoft Office Excel 2019 untuk memudahkan pengelolaan data. Selanjutnya, analisis data aksi dilakukan secara statistik deskriptif yang mencakup nilai tertinggi, nilai terendah, rata-rata nilai (*mean*), dan standar deviasi, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan nilai N-Gain dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 27. Penjelasan selengkapnya mengenai analisis data untuk tiap variabel terikat dalam penelitian ini disampaikan pada bagian berikut.

3.6.1 Analisis Data Keterampilan Rekayasa Siswa

Data keterampilan rekayasa dianalisis berdasarkan hasil observasi terhadap proses pembuatan alat reaktor bioplastik yang dilakukan oleh siswa selama kegiatan pembelajaran. Penilaian dilakukan menggunakan rubrik keterampilan rekayasa dengan skala penilaian 1-4 yang diadaptasi dari Crismond & Adams (2012), yang kemudian dikonversi ke dalam skala 0-100 berdasarkan empat fase, serta dijabarkan melalui dua puluh dua indikator. Penilaian keterampilan rekayasa setiap kelompok dihitung menggunakan rumus, sebagai berikut:

Alya Syahryanida, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK STEM-ESD TERKAIT RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION DENGAN ALAT REAKTOR PEMBUAT BIOPLASTIK TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total skor jawaban}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100\%$$

Nilai akhir yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori penilaian yang di modifikasi dari Jin *et al.* (2015), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Kategori Penilaian Keterampilan Rekayasa

Nilai	Kategori
0-25	Kurang
26-50	Cukup
51-75	Baik
76-100	Sangat Baik

Dimodifikasi dari Jin *et al.* (2015)

Selain itu, nilai keterampilan rekayasa, baik secara keseluruhan maupun pada setiap fasenya, dianalisis dan diklasifikasikan ke dalam level tertentu sesuai dengan tingkat keterampilan rekayasa. Level tersebut diadaptasi dan dimodifikasi dari model tingkat keterampilan rekayasa yang dikembangkan oleh Crismond & Adams (2012), sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.14 berikut.

Tabel 3.14 Kategori Penilaian Keterampilan Rekayasa Berdasarkan Level

Nilai	Level
0-25	Pemula (<i>Beginning designer</i>)
26-50	Tumbuh (<i>Emerged designer</i>)
51-75	Berkembang (<i>Developing designer</i>)
76-100	Tingkat Lanjut (<i>Advanced designer</i>)

Diadaptasi dan dimodifikasi dari Crismond & Adams (2012)

Data kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik batang, dianalisis secara deskriptif, dan diperkuat dengan pembahasan berdasarkan temuan di lapangan serta didukung oleh referensi dari penelitian atau literatur sebelumnya.

3.6.2 Analisis Data Aksi Siswa

Data mengenai aksi siswa diperoleh melalui pelaksanaan *pretest* dan *posttest* yang menggunakan instrumen berupa kuesioner dengan skala Likert 4 poin. Pada skala ini, skor untuk pernyataan positif berkisar dari satu (sangat rendah) hingga empat (sangat tinggi), sedangkan untuk pernyataan negatif, skor dilakukan secara terbalik. Instrumen kuesioner terdiri dari 24 butir pernyataan yang sama untuk

mengukur aksi masa lalu, masa sekarang, dan masa depan, serta 26 butir pernyataan tambahan untuk menilai capaian kompetensi, sehingga total keseluruhan berjumlah 50 butir pernyataan. Skor akhir yang diperoleh siswa kemudian dihitung menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total Skor Jawaban}}{\text{Total Skor Maksimum}} \times 100$$

Seluruh hasil rekapitulasi *pretest* dan *posttest* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran C.4. Setelah proses pengolahan data selesai, dilakukan analisis statistik deskriptif yang mencakup nilai tertinggi, nilai terendah, nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, serta perhitungan N-Gain.

1. Menghitung N-Gain (*Normalized Gain*)

Untuk mengukur peningkatan aksi siswa setelah mengikuti pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Responsible Consumption and Production* dengan alat reaktor pembuat bioplastik, dilakukan perhitungan N-Gain. N-Gain digunakan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan nilai *pretest* ke *posttest* yang diperoleh siswa. Perhitungan N-Gain dalam penelitian ini mengacu pada rumus yang dikembangkan oleh (Hake, 1998) dengan rumus sebagai berikut:

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

Setelah nilai N-Gain diperoleh, hasilnya diinterpretasikan berdasarkan kategori indeks N-Gain seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.15 dan untuk rekapitulasi nilai N-Gain dapat dilihat pada Lampiran C.6.

Tabel 3.15 Pembagian Kategori Indeks N-Gain

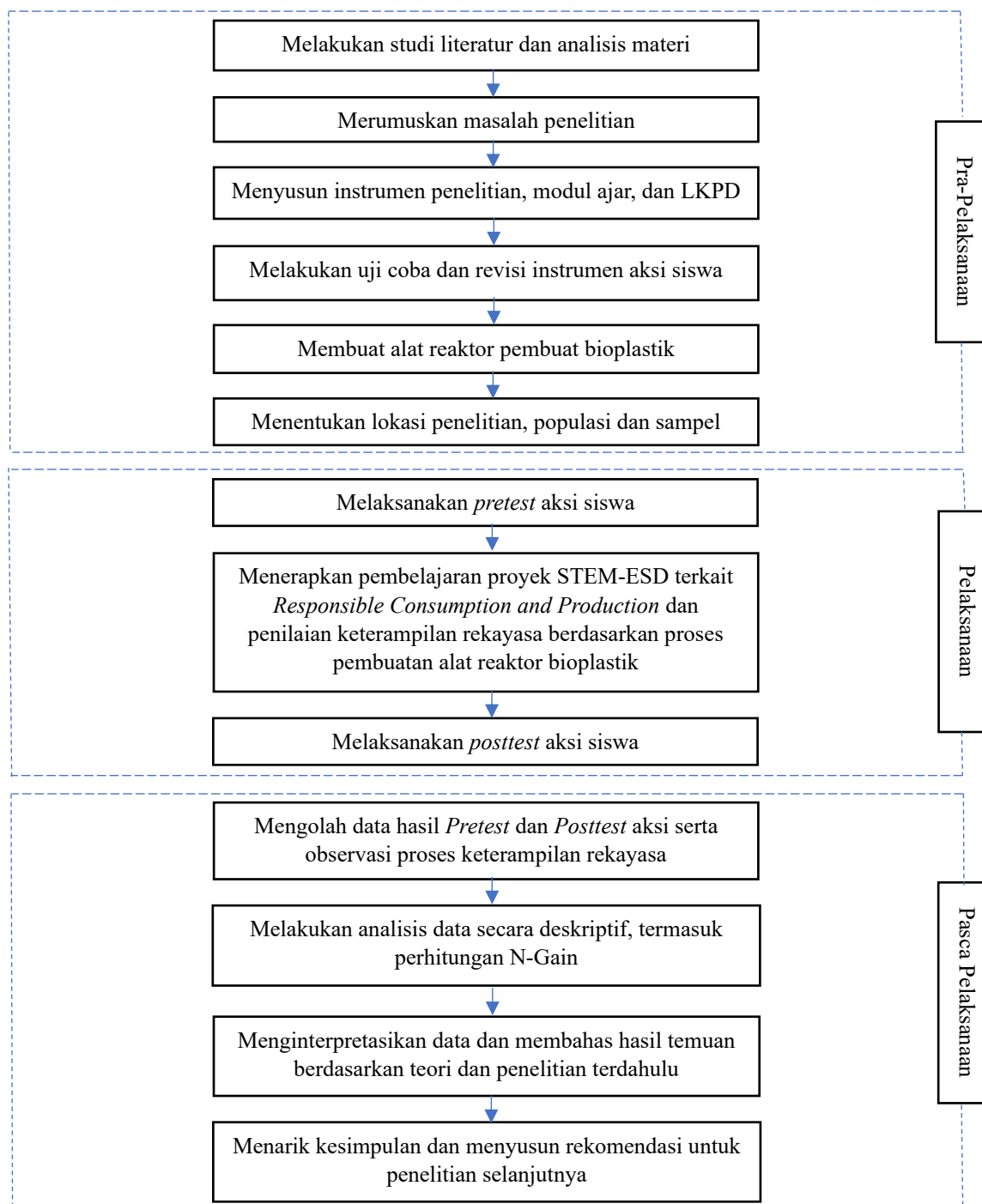
Nilai N-Gain	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Diadaptasi dari (Hake, 1998)

2. Lembar Keterlaksanaan Pembelajaran

Lembar keterlaksanaan pembelajaran digunakan sebagai instrumen untuk menilai sejauh mana kegiatan pembelajaran di kelas terlaksana sesuai dengan rencana yang telah disusun dalam modul ajar. Instrumen ini mencakup aspek-aspek penting dalam pelaksanaan pembelajaran, seperti keaktifan guru dan siswa, keterpenuhan langkah-langkah pembelajaran, penggunaan media dan sumber belajar, serta kesesuaian dengan pembelajaran STEM-ESD. Lembar ini diisi oleh observer selama proses pembelajaran berlangsung, untuk memastikan implementasi yang konsisten dan mendukung validitas data penelitian. Format lengkap lembar keterlaksanaan pembelajaran guru disajikan pada Lampiran B.1, sedangkan untuk siswa pada Lampiran B.2.

3.7 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian