

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode dan Desain Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *Pre-experimental*. Metode ini digunakan untuk menganalisis penerapan pembelajaran STEM-PjBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan lingkungan. Metode ini dipilih karena tidak ada kelas setara yang dapat dijadikan sebagai kelas pembanding. Hal ini disebabkan hanya terdapat satu kelas yang belum mempelajari materi perubahan lingkungan. Sehingga, penelitian ini hanya menggunakan satu kelas dalam pelaksanaannya.

Desain penelitian yang digunakan adalah *one group Pre-test Post-test design*. Desain tersebut menggunakan satu kelompok yang diukur atau diobservasi sebelum perlakuan (*Pre-test*) dan setelah perlakuan (*Post-test*). Pelaksanaan pembelajaran pada kelompok eksperimen diawali dengan *Pre-test* untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis awal peserta didik pada materi perubahan lingkungan. Kemudian, kelompok eksperimen diberikan perlakuan pembelajaran STEM-PjBL. Pada akhir pembelajaran, kelompok eksperimen diberikan *Post-test* guna mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah pembelajaran STEM-PjBL. Adapun metode penelitian *Pre-experimental* disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Metode Penelitian *Pre-experimental*

Kelompok	<i>Pre-test</i> (O1)	Perlakuan (X)	<i>Post-test</i> (O2)
Eksperimen [R]	O1	X1	O2

Keterangan:

- O1 *Pre-test* untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum pembelajaran STEM-PjBL pada materi perubahan lingkungan
- O2 *Post-test* untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah pembelajaran STEM-PjBL pada materi perubahan lingkungan
- X1 Perlakuan pembelajaran STEM-PjBL untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik SMA pada materi perubahan lingkungan

3.2 Populasi dan Subjek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik SMA kelas X di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung yang telah menerapkan Kurikulum Merdeka dalam pembelajarannya. Subjek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan satu kelas yang diambil dengan menggunakan teknik *convenience sampling*. Teknik *convenience sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang dipilih secara ‘tidak sengaja’ karena subjek penelitian kebetulan tersedia (Etikan, 2016). Teknik ini dipilih berdasarkan ketersediaan subjek penelitian di lapangan. Dalam penelitian ini, subjek penelitian yang digunakan adalah satu kelas peserta didik kelas X yang belum mempelajari materi perubahan lingkungan.

3.3 Definisi Operasional

Definisi Operasional yang mendukung penelitian ini, antara lain.

1. Pembelajaran STEM-PjBL dalam penelitian ini yaitu, kegiatan pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dalam merencanakan proyek secara berkelompok dengan mengintegrasikan *science, technology, engineering, dan mathematics* melalui proyek pembuatan sabun batang dari limbah minyak di sekitar lingkungan tempat tinggal peserta didik. Peserta didik diarahkan untuk membuat sabun dengan karakteristik sabun batang yang dibebaskan berdasarkan kreativitas setiap kelompok. Pembelajaran didukung oleh LKPD yang dapat mengarahkan peserta didik dalam pembuatan proyek dan berpikir kritis. Pembelajaran STEM-PjBL diukur melalui lembar observasi dan angket respon terhadap pembelajaran.
2. Keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini merupakan keterampilan siswa dalam melakukan analisis, evaluasi, simpulan, eksplanasi, dan regulasi diri sebagai upaya untuk menemukan solusi dari permasalahan lingkungan yang kontekstual. Keterampilan berpikir kritis diukur melalui tes menggunakan soal esai yang diberikan sebelum dan setelah pembelajaran pada materi perubahan lingkungan serta dilatih menggunakan pertanyaan pada LKPD pembelajaran STEM-PjBL. Soal esai tersebut disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Facione (2020).

3.4 Instrumen Penelitian

3.4.1 Jenis Instrumen

Data yang akan diperoleh pada penelitian ini menggunakan instrumen tes dan non tes. Instrumen tes yang digunakan adalah soal *Pre-test* dan *Post-test* untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik. Tes kemampuan berpikir kritis menggunakan 8 soal uraian, sedangkan instrumen non tes yang digunakan adalah lembar observasi untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran STEM-PjBL serta angket untuk mengetahui respon peserta didik terhadap pembelajaran STEM-PjBL. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Instrumen Penelitian

No	Jenis Data	Jenis Instrumen	Bentuk Instrumen	Teknis Pelaksanaan
1	Keterampilan Berpikir Kritis	Tes	8 Soal Uraian (<i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>)	Di awal dan akhir pembelajaran
			Soal Latihan Keterampilan Berpikir Kritis	Di dalam LKPD dan selama proses pembelajaran
2	Respon Peserta didik terhadap Pembelajaran STEM-PjBL	Non Tes	Angket	Di akhir pembelajaran
3	Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PjBL	Non Tes	Lembar Observasi	Selama proses pembelajaran

a. Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

Untuk mengukur pengaruh pembelajaran STEM-PjBL terhadap keterampilan berpikir kritis, diperlukan instrumen tes berupa 8 soal esai dengan kisi-kisi pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Kisi-kisi Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator KBK	Indikator Soal	No Soal
Interpretasi	Disajikan wacana dan grafik tentang emisi GRK (gas rumah kaca) Indonesia pada berbagai sektor, peserta didik dapat menginterpretasikan kecenderungan emisi GRK (gas rumah kaca) di Indonesia pada berbagai sektor kehidupan dengan tepat.	1
Analisis	Disajikan sebuah wacana terkait permasalahan penumpukan sampah organik limbah hasil penjualan jus buah, peserta didik dapat menganalisis inovasi produk untuk meminimalisir penumpukan sampah organik disertai alasan dengan tepat.	2
	Disajikan sebuah wacana terkait permasalahan penumpukan sampah	3

Indikator KBK	Indikator Soal	No Soal
	organik limbah hasil penjualan jus buah, peserta didik dapat menganalisis inovasi produk untuk meminimalisir penumpukan sampah organik disertai alasan dengan tepat.	
	Disajikan sebuah data kandungan bilangan peroksida pada tiga jenis minyak, peserta didik dapat menganalisis kelayakan jenis minyak untuk digunakan dalam proses memasak disertai alasan dengan tepat.	4
Evaluasi	Disajikan sebuah wacana terkait salah satu inovasi produk air mineral terbesar di Indonesia, peserta didik dapat mengevaluasi kebijakan inovasi produk Le Watere terhadap permasalahan limbah plastik di Indonesia disertai alasan dengan tepat.	5
Simpulan	Disajikan wacana dan hasil interpretasi nilai pH pada penelitian uji pembuatan sabun, peserta didik dapat membuat simpulan berdasarkan grafik dengan tepat.	6
Eksplanasi	Disajikan sebuah wacana terkait terobosan baru kemasan minuman pada salah satu kafe, peserta didik dapat membantu pemilik kafe untuk mempertimbangkan beberapa aspek untuk realisasi terobosan baru tersebut dengan tepat.	7
Regulasi Diri	Disajikan sebuah wacana terkait proses pemecahan masalah dalam pengelolaan limbah minyak melalui pembuatan sabun, peserta didik dapat meregulasi langkah yang paling sulit untuk dilakukan dalam pembuatan sabun disertai alasan dengan tepat.	8
Total		8

(Facione, 2020)

b. Angket Pembelajaran STEM-PjBL

Angket yang digunakan bertujuan untuk mengetahui respon peserta didik SMA terhadap pembelajaran STEM-PjBL yang memuat dua jenis pernyataan yang terdiri atas pernyataan positif dan negatif dengan kisi-kisi pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik Terhadap Pembelajaran STEM-PjBL

Indikator	Nomor Item		Jumlah Item
	Positif	Negatif	
Motivasi peserta didik dalam pembelajaran biologi	1,3,5,8,9	2,4,6,7	9
Pemahaman peserta didik terhadap materi pembelajaran	10,12,13,15	11,14	6
Keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui STEM - PjBL	16,17,18,20	19	5
Keterkaitan pembelajaran berbasis STEM PjBL dengan situasi masa kini	21,23	22,24,25	5
Total Pernyataan			25

Angket yang digunakan pada penelitian ini dibuat dalam bentuk skala likert yang terdiri dari 25 pernyataan. Setiap pernyataan terdiri dari empat pilihan jawaban, yaitu “*sangat setuju*”, “*setuju*”, “*tidak setuju*”, dan “*sangat tidak setuju*”. Pernyataan positif dan negatif dari empat indikator yang digunakan terdiri atas 15 pernyataan positif dan 10 pernyataan negatif. Adapun skor skala likert yang digunakan pada penelitian ini memiliki skala 1-4. Adapun skor skala likert tersebut disajikan pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Skor Skala Likert

Pernyataan Positif		Pernyataan Negatif	
Kategori	Skor	Pernyataan Negatif	Skor
Sangat Setuju	4	Sangat Setuju	1
Sangat Tidak Setuju	3	Sangat Tidak Setuju	2
Tidak Setuju	2	Tidak Setuju	3
Sangat Tidak Setuju	1	Sangat Tidak Setuju	4

c. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PjBL

Instrumen lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran pada penelitian ini dilakukan selama kegiatan pembelajaran STEM-PjBL berlangsung atau selama 3 pertemuan pembelajaran. Data keterlaksanaan pembelajaran ini diisi oleh 2 orang observer (mahasiswa yang mengamati pembelajaran STEM-PjBL dalam penelitian ini). Untuk mengukur data keterlaksanaan pembelajaran STEM-PjBL, tahapan pembelajaran yang digunakan berdasarkan tahapan model pembelajaran berbasis proyek menurut *George Lucas Educational Foundation* (2007) yang terdiri atas lima langkah dengan kisi-kisi pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Kisi-kisi Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PjBL

Langkah Pembelajaran <i>Project Based Learning</i>	Jumlah Pertanyaan
<i>Start with The Essential Questions</i>	4
<i>Design A Plan for The Project</i>	6
<i>Create A Schedule</i>	2
<i>Monitor The Students and The Progress of Project</i>	6
<i>Assess The Outcome</i>	5
<i>Evaluate The Experience</i>	2
Total	25

(George Lucas Educational Foundation, 2007)

3.4.2 Pengembangan Instrumen

Sebelum instrumen digunakan dalam penelitian, instrumen divalidasi terlebih dahulu melalui penilaian (*judgement*) oleh dosen ahli dan diuji coba kepada peserta didik. Kriteria peserta didik yang dipilih sebagai responden adalah peserta didik SMA kelas XI yang telah mempelajari materi perubahan lingkungan. Berdasarkan kriteria tersebut, didapatkan 4 kelas peserta didik kelas XI yang menjadi responden uji coba atau sebanyak 132 responden. Menurut (Purba *et al.*, 2021), tes yang memiliki kualitas baik dapat dianalisis berdasarkan empat kriteria antara lain, validitas, reliabilitas, tingkat daya pembeda, tingkat kesukaran. Empat kriteria tersebut pada penelitian ini akan dianalisis menggunakan *software* Anates V4. Adapun penjelasan mengenai setiap uji yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Uji Validitas

Uji validitas bertujuan untuk mengetahui keabsahan suatu instrumen dalam mengukur apa yang hendak diukur. Guna mengetahui validitas konten, soal divalidasi oleh ahli yang memiliki kompetensi di bidang biologi, sedangkan untuk validitas kriteria digunakan uji statistik. Hasil uji validitas diinterpretasikan berdasarkan kriteria pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Kriteria Validitas Instrumen

Kriteria	Interpretasi
0,80 - 1,00	Sangat Tinggi
0,60 - 0,79	Tinggi
0,40 - 0,59	Cukup
0,20 - 0,39	Rendah
0,00 - 0,19	Sangat Rendah

(Arikunto,2009)

2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui kekonsistenan atau kestabilan hasil pengukuran (Purba *et al.*, 2021). Kriteria indeks daya pembeda dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3.8 Kriteria Reliabilitas Instrumen

Kriteria	Interpretasi
0,80 - 1,00	Sangat Tinggi
0,60 - 0,79	Tinggi
0,40 - 0,59	Cukup
0,20 - 0,39	Rendah
0,00 - 0,19	Sangat Rendah

(Arikunto,2009)

3. Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran soal merupakan sebuah indeks untuk mengetahui sebuah soal itu tergolong mudah atau sukar. Kriteria indeks kesulitan soal dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3.9 Kriteria Indeks Kesukaran

Kriteria	Interpretasi
0,00 – 0,29	Sukar
0,30 – 0,69	Sedang
0,70 – 1,00	Mudah

(Arikunto,2009)

4. Daya Pembeda

Daya beda butir soal merupakan indeks yang menunjukkan tingkat kemampuan butir soal dalam membedakan kelompok dengan prestasi tinggi dan rendah (Purba *et al.*, 2021). Kriteria indeks daya pembeda dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut.

Tabel 3.10 Kriteria Indeks Daya Pembeda

Kriteria	Interpretasi
0,71 – 1,00	Sangat Baik
0,41 – 0,70	Baik
0,21 – 0,40	Cukup
0,00 – 0,20	Jelek

(Arikunto,2009)

Berdasarkan hasil analisis butir soal instrumen, maka dapat ditentukan kelayakan butir soal apakah dapat diterima, direvisi, atau ditolak. Kelayakan tersebut dapat ditentukan berdasarkan kriteria pada Tabel 3.11 berikut.

Tabel 3.11 Kriteria Kelayakan Butir Soal

Kategori	Kriteria
Diterima	<p>Apabila:</p> <ul style="list-style-type: none"> Validitas $\geq 0,40$ Tingkat kesukaran $0,25 \leq P \leq 0,80$ iii Daya pembeda $\geq 0,40$
Direvisi	<p>Apabila:</p> <ul style="list-style-type: none"> Daya pembeda $\geq 0,40$; Tingkat kesukaran $0,25 < P < 0,80$; dan Validitas $\geq 0,40$ Daya pembeda $< 0,40$; Tingkat kesukaran $0,25 \leq P \leq 0,80$; dan Validitas $\geq 0,40$ Daya pembeda $< 0,40$; Tingkat kesukaran $0,25 \leq P \leq 0,80$; dan Validitas antara 0,20 sampai 0,40
Ditolak	<p>Apabila:</p> <ul style="list-style-type: none"> Daya pembeda $< 0,40$; Tingkat kesukaran $0,25 < P$ atau $P > 0,80$; dan Validitas antara 0,20 sampai 0,40 Validitas $< 0,20$ <p>Daya pembeda $< 0,40$ dan Validitas $< 0,40$</p>

Adapun data hasil uji coba kelayakan butir soal instrumen tes keterampilan berpikir kritis materi perubahan lingkungan disajikan pada Tabel 3.12 berikut.

Tabel 3.12 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

No Soal	Reliabilitas		Validitas		Daya Pembeda		Tingkat Kesukaran		Kesimpulan
	R	Kategori	V	Kategori	DP	Kategori	TK	Kategori	
1			0,56	Cukup	0,22	Cukup	0,69	Sedang	Direvisi
2			0,62	Tinggi	0,42	Baik	0,74	Mudah	Diterima
3			0,41	Cukup	0,17	Jelek	0,69	Sedang	Direvisi
4			0,68	Tinggi	0,28	Cukup	0,66	Sedang	Direvisi
5			0,75	Tinggi	0,50	Baik	0,61	Sedang	Diterima
6			0,71	Tinggi	0,42	Baik	0,60	Sedang	Diterima
7			0,82	Sangat Tinggi	0,42	Baik	0,68	Sedang	Diterima
8	0,45 (Cukup)		0,59	Cukup	0,33	Baik	0,69	Sedang	Diterima
9			0,83	Sangat Tinggi	0,44	Baik	0,58	Sedang	Diterima
10			0,57	Cukup	0,47	Baik	0,76	Mudah	Diterima
11			0,58	Cukup	0,41	Baik	0,62	Sedang	Diterima
12			0,49	Cukup	0,22	Baik	0,83	Mudah	Direvisi
13			0,58	Cukup	0,22	Baik	0,86	Mudah	Direvisi
14			0,55	Cukup	0,30	Baik	0,56	Sedang	Direvisi

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Beberapa kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan yaitu:

- a. Studi literatur terkait pendekatan STEM, model pembelajaran *project based learning*, integrasi STEM-PjBL dalam pembelajaran IPA, keterampilan abad ke-21, kurikulum merdeka, keterampilan berpikir kritis, dan hal lainnya yang dapat mendukung penelitian ini.
- b. Merumuskan masalah dan tujuan penelitian berdasarkan judul penelitian yang telah ditetapkan.
- c. Menyusun proposal penelitian dan melakukan seminar proposal.
- d. Melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing perihal saran dan masukan dari dosen penguji ketika seminar proposal.
- e. Melakukan revisi proposal penelitian.
- f. Membuat instrumen soal keterampilan berpikir kritis, angket respon peserta

didik terhadap pembelajaran dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran yang akan digunakan dalam penelitian.

- g. Melakukan validasi instrumen kepada dosen ahli dan melakukan revisi instrumen sesuai saran dan masukan dari dosen ahli.
- h. Melakukan uji coba instrumen kepada peserta didik yang telah mempelajari materi perubahan lingkungan di SMA Negeri 15 Bandung dengan total responden sebanyak 132 orang.
- i. Menyusun perangkat pembelajaran yang diperlukan dalam penelitian, meliputi Modul pembelajaran STEM-PjBL, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), media pembelajaran, dan perangkat lainnya yang dibutuhkan dalam pembelajaran.
- j. Mengurus administrasi atau perizinan untuk melaksanakan penelitian dengan pihak SMA Negeri 15 Kota Bandung.
- k. Memilih kelas yang akan dijadikan sampel penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan diuraikan pada Tabel 3.13 berikut.

Tabel 3.13 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pertemuan	Langkah Pembelajaran STEM-PjBL	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta didik
1	<i>Pre-test</i>	Guru menugaskan peserta didik untuk mengerjakan <i>Pre-test</i> keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan lingkungan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum pembelajaran STEM-PjBL.	Peserta didik mengerjakan <i>Pre-test</i> keterampilan berpikir kritis pada materi perubahan lingkungan.
2	<i>Start with The Essential Questions</i>	Guru memberikan pertanyaan esensial kepada peserta didik “ <i>Makanan merupakan kebutuhan primer manusia. Sebagian besar makanan memerlukan minyak dalam proses pembuatannya. Namun, proses pembuatan makanan tersebut berbanding lurus dengan</i>	Masing-masing kelompok peserta didik berdiskusi untuk menjawab pertanyaan pengarah yang diberikan guru melalui proses analisis permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh limbah minyak serta solusi yang memungkinkan untuk mengatasi permasalahan

Pertemuan	Langkah Pembelajaran STEM-PjBL	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta didik
		<i>jumlah limbah yang dihasilkan. Bagaimana keadaan lingkungan apabila hal tersebut terus terjadi tanpa adanya pengelolaan limbah minyak yang tepat?"</i>	lingkungan melalui pemanfaatan limbah minyak. <i>(Pengerjaan LKPD Kegiatan 1 dan 2)</i>
		Guru meminta peserta didik untuk merencanakan proyek berupa pemanfaatan limbah minyak menjadi produk sabun berdasarkan hasil analisis solusi pada kegiatan sebelumnya.	Masing-masing kelompok peserta didik berdiskusi untuk mendesain proyek dalam bentuk sabun berdasarkan hasil analisis solusi pada kegiatan sebelumnya. Melalui proses analisis manfaat dan jenis bahan organik sabun, peserta didik dapat merencanakan karakteristik, fungsi, bahan tambahan organik, karakteristik kemasan, serta keunggulan dari sabun yang akan dibuat. <i>(Pengerjaan LKPD Kegiatan 3 dan 4)</i>
		Guru memonitor rancangan proyek setiap kelompok peserta didik untuk memastikan proyek sabun yang akan dibuat memungkinkan untuk diselesaikan oleh setiap kelompok.	Masing-masing kelompok peserta didik mendiskusikan rencana proyek sabun yang akan dibuat kepada guru.
		<i>Proyek sudah ditentukan, yakni pembuatan sabun dari pemanfaatan limbah minyak. Namun, karakteristik sabun yang dibuat dibebaskan kepada setiap kelompok.</i>	
<i>Diluar jam pembelajaran</i>	<i>Create A Schedule</i>	Setelah guru memonitor rancangan proyek peserta didik, guru meminta peserta didik untuk menuliskan tahapan yang akan dilakukan mulai dari perencanaan hingga komunikasi proyek pada <i>google sheet</i> yang tersedia di LKPD kegiatan 4.	Masing-masing kelompok peserta didik menuliskan tahapan pembuatan proyek sabun yang akan dilakukan mmulai dari tahap perencanaan hingga komunikasi proyek pada <i>google spreadsheet</i> . <i>(Pengerjaan LKPD Kegiatan 4)</i>
	<i>Monitor The Students and</i>	Guru memonitor jadwal penyelesaian proyek masing-	Peserta didik mengecek secara berkala <i>google sheet</i>

Pertemuan	Langkah Pembelajaran STEM-PjBL	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta didik
	<i>The Progress of Project</i>	<p>masing kelompok dengan memberikan <i>feedback</i> pada <i>google sheet</i> untuk memastikan setiap kelompok melalui tahapan penyelesaian proyek yang benar dan dapat selesai dalam kurun waktu satu minggu sesuai kesepakatan kelas. Selain itu, guru mengingatkan kepada setiap peserta didik dalam kelompok untuk turut bekerja-sama dalam penyelesaian proyek.</p> <p>Guru menanyakan kesulitan yang dihadapi peserta didik pada setiap tahapan proses penyelesaian proyek. Selain itu, guru meminta kepada setiap kelompok peserta didik untuk menanyakan kendala atau kesulitan dalam proses penyelesaian proyek.</p>	<p>yang telah diisi untuk mengontrol tahapan penyelesaian proyek sesuai dengan rencana yang telah didiskusikan dan waktu penyelesaian proyek yang telah disepakati.</p> <p>Peserta didik melakukan konsultasi kepada guru secara <i>online</i> di luar jam pembelajaran selama proses penyelesaian proyek berlangsung.</p>
3	<i>Monitor The Students and The Progress of Project</i>	Guru melakukan monitor proses penyelesaian proyek setiap kelompok sisa pada tahap pembuatan sabun di laboratorium.	Tiap kelompok peserta didik menyelesaikan proyek secara bersama-sama pada tahap pembuatan sabun di laboratorium.
4	<i>Assess The Outcome</i>	Guru meminta setiap kelompok secara bergiliran mengkomunikasikan hasil proyek sabun yang telah dibuat di depan kelas. Kemudian, menilai proyek sabun yang telah dibuat oleh masing-masing kelompok peserta didik.	Masing-masing kelompok peserta didik mengkomunikasikan hasil proyek sabun yang telah dibuat di depan kelas.
	<i>Evaluate The Experience</i>	Guru meminta setiap kelompok peserta didik untuk merefleksikan kegiatan pembelajaran dan hasil proyek yang telah dibuat.	<p>Setiap peserta didik merefleksikan kegiatan pembelajaran dan hasil proyek yang telah dibuat.</p> <p>(Pengerjaan LKPD Kegiatan 5)</p>
5	<i>Post-test</i>	Guru menugaskan peserta didik untuk mengerjakan <i>Post-test</i> keterampilan	Peserta didik mengerjakan <i>Post-test</i> keterampilan berpikir kritis pada materi

Pertemuan	Langkah Pembelajaran STEM-PjBL	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta didik
		berpikir kritis peserta didik pada materi perubahan lingkungan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum pembelajaran STEM-PjBL dan angket respon peserta didik terhadap pembelajaran STEM-PjBL.	perubahan lingkungan dan angket respon peserta didik terhadap pembelajaran STEM-PjBL.

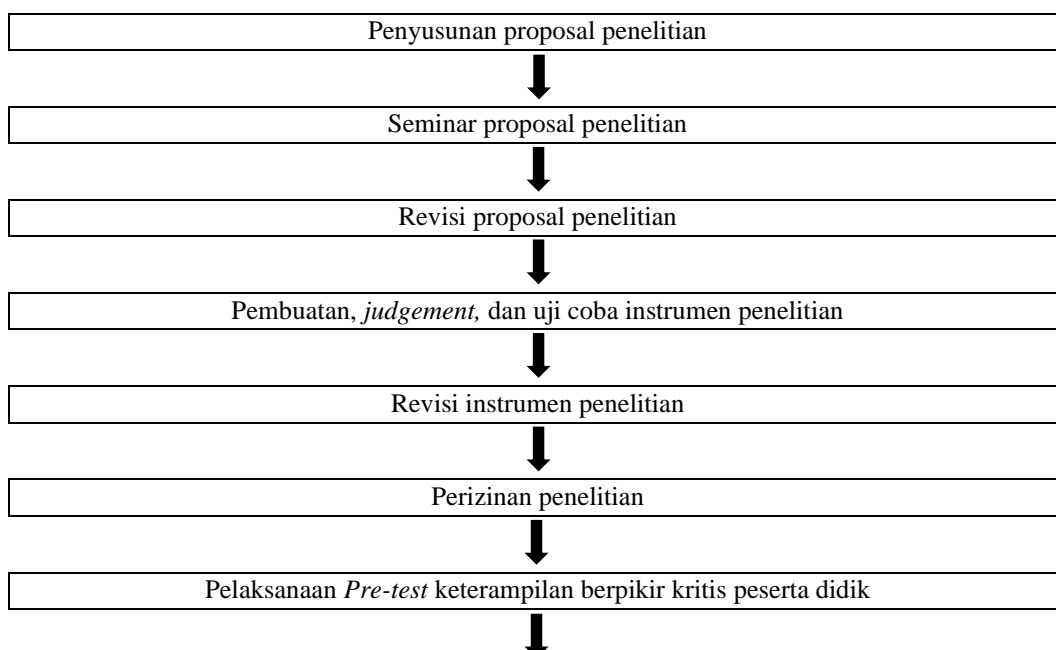
3. Tahap Pasca Pelaksanaan

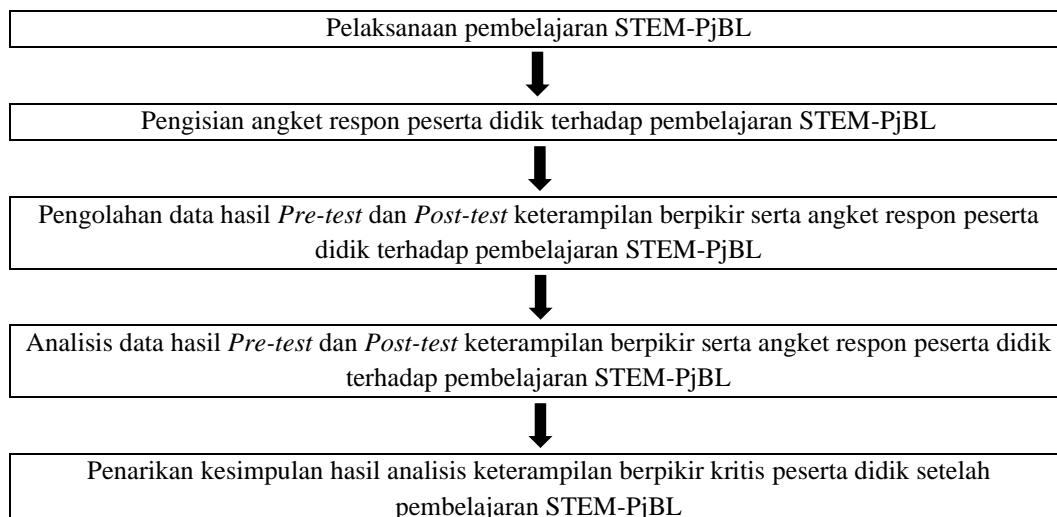
Beberapa kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan yaitu:

- Merekap data *Pre-test*, *Post-test* keterampilan berpikir kritis peserta didik, angket respon peserta didik terhadap pembelajaran STEM-PjBL, dan keterlaksanaan pembelajaran STEM-PjBL.
- Menganalisis, mengolah, dan menginterpretasi data penelitian.
- Membuat pembahasan terkait penerapan STEM-PjBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- Membuat simpulan hasil penelitian.

3.6 Alur Penelitian

Berdasarkan prosedur penelitian yang telah direncanakan, dapat diperoleh alur penelitian sebagai berikut.





Gambar 3.1 Gambar Alur Penelitian

3.7 Analisis Data

3.7.1. Analisis Data Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Adapun langkah-langkah dalam menganalisis data tes keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah penerapan pembelajaran STEM-PjBL pada materi perubahan lingkungan adalah sebagai berikut.

1. Data *Pre-test* dan *Post-test* dan keterampilan berpikir kritis peserta didik diperiksa dan diberi skor terlebih dahulu berdasarkan rubrik yang telah ditentukan. Untuk data keterampilan berpikir kritis, terdapat tingkatan skor yaitu skor 1-4 berdasarkan rubrik keterampilan berpikir kritis yang dibuat.
2. Skor keterampilan berpikir kritis yang telah dihitung berdasarkan rubrik, dikonversikan menjadi nilai dengan rumus sebagai berikut.

$$N = \frac{\text{Skor Yang Diperoleh}}{\text{Skor Total}} \times 100$$

4. Nilai *Pre-test* dan *Post-test* keterampilan berpikir kritis dihitung menggunakan analisis statistik sederhana sehingga diperoleh rata-rata nilai keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan setelah pembelajaran.
5. Berdasarkan nilai rata-rata *Pre-test* dan *Post-test* keterampilan berpikir kritis peserta didik, dilakukan uji *N-Gain* untuk mengetahui seberapa besar efektivitas penerapan pembelajaran STEM-PjBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Efektivitas tersebut diperoleh berdasarkan perhitungan dengan rumus berikut.

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

N-Gain yang telah dirata-rata dan dipresentasikan, dikelompokkan berdasarkan kategori pada Tabel 3.14 berikut.

Tabel 3.14 Kriteria *N-Gain*

<i>N-Gain</i>	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > 0,3$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Hake, 1999)

6. Nilai rata-rata *N-Gain* keterampilan berpikir kritis peserta didik secara keseluruhan serta setiap indikator dirata-ratakan, kemudian dikelompokkan berdasarkan kategori pada Tabel 3.15 berikut.

Tabel 3.15 Kategori Tingkatan Berpikir Kritis

Tingkatan kemampuan	Interval Nilai
<i>Advanced Thinker</i>	77,75 – 87,50
<i>Practicing Thinker</i>	60,25 – 77,50
<i>Beginning Thinker</i>	42,75 – 60,00
<i>Challenged Thinker</i>	25,25 – 42,00
<i>Unreflective Thinker</i>	0 – 25,00

(Paul & Elder, 1997)

3.7.2 Analisis Data Respon Peserta didik terhadap Pembelajaran STEM-PjBL

Data respon peserta didik terhadap pembelajaran STEM-PjBL yang diperoleh, dianalisis berdasarkan rumus berikut.

$$\%Respon = \frac{Skor\ Yang\ Diperoleh}{Skor\ Total} \times 100$$

Kemudian, hasil penilaian tersebut dikategorisasikan berdasarkan kriteria pada Tabel 3.16 berikut.

Tabel 3.16 Kriteria Respon Peserta didik

% (Persentase)	Kriteria
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup Baik
21% - 40%	Kurang Baik
0% - 20%	Sangat kurang Baik

(Sugiyono, 2019)

3.7.3 Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PjBL

Data keterlaksanaan pembelajaran STEM-PjBL dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif skor rata-rata dengan rumus sebagai berikut.

$$Persentase\ Keterlaksanaan = \frac{Kegiatan\ yang\ terlaksanaan}{Jumlah\ seluruh\ kkegiatan} \times 100\%$$

Kemudian, hasil penilaian tersebut dikategorisasikan berdasarkan kriteria pada Tabel 3.17 berikut.

Tabel 3.17 Kriteria Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran STEM-PjBL

% (Persentase)	Kriteria
100%	Seluruh kegiatan terlaksana
79% – 99%	Hampir seluruh kegiatan terlaksana
51% - 78%	Sebagian kegiatan terlaksana
50%	Setengah kegiatan terlaksana
26% - 49%	Hampir setengah kegiatan terlaksana
1% - 25%	Sebagian kecil kegiatan terlaksana
0%	Tidak ada kegiatan terlaksana

(Koentjaraningrat, 1997)

3.8. Integrasi STEM Pada Materi Perubahan Lingkungan dengan Proyek Sabun

Proyek ini dirancang untuk peserta didik kelas X SMA pada mata pelajaran biologi, materi perubahan lingkungan subbab upaya pengelolaan limbah. Peserta didik akan menggunakan pemahaman tentang faktor-faktor yang menyebabkan pencemaran serta jenis-jenis limbah yang dapat didaur ulang untuk menemukan solusi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah minyak. Peserta didik akan membuat proyek sabun dengan desain serta karakteristik disesuaikan berdasarkan kreativitas masing-masing. Adapun, integrasi STEM dalam proyek sabun dapat dilihat pada Tabel 3.18 berikut.

Tabel 3.18 Integrasi STEM Pada Proyek Sabun

Integrasi STEM	Materi Pembelajaran
<i>Science</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan lingkungan - Jenis-jenis limbah B3 - Bahan organik tambahan sabun
<i>Technology</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Penerapan teknologi untuk membuat desain sabun dan kemasan - Penerapan teknologi untuk melakukan riset dari internet terkait contoh pembuatan sabun dari limbah minyak - Penggunaan <i>google spreadsheet</i> untuk menuliskan jadwal perencanaan proyek
<i>Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Merancang pembuatan sabun dengan bahan-bahan sederhana yang mudah ditemukan dilingkungan sekitar - Teknik penjernihan minyak - Teknik pembuatan sabun dengan <i>cold process</i> - Uji coba pH sabun menggunakan pH universal
<i>Mathematics</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menghitung perbandingan NaOH dan Aquades yang digunakan dalam pembuatan sabun - Menghitung perbandingan limbah minyak dengan larutan NaOH - Menghitung harga jual produk sabun yang dibuat