

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan terhadap variabel-variabel mandiri, tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain (Abdullah, 2018). Penelitian deskriptif digunakan untuk memperoleh informasi mengenai status terkini dari fenomena serta menggambarkan kondisi berkenaan dengan variabel atau kondisi dalam suatu situasi. Penelitian deskriptif memiliki peran penting dalam penelitian pendidikan karena telah sangat meningkatkan pengetahuan kita tentang apa yang terjadi di sekolah (Mutakinati *et al.*, 2018).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi perkembangan atau *development studies*, yaitu mengkaji perubahan (keadaan dan tahapannya) kemajuan yang dicapai oleh seseorang, suatu organisasi, lembaga, atau kelompok masyarakat tertentu (Abdullah, 2018). Pada penelitian ini mengkaji perubahan berpikir kritis siswa sebelum, selama, dan sesudah melaksanakan pembelajaran.

3.2. Partisipan

Adapun partisipan pada penelitian ini adalah 34 siswa SMA kelas XII dari satu kelas yang dibagi menjadi 6 kelompok untuk melaksanakan proyek akuaponik. Partisipan yang terlibat dipastikan belum pernah mendapatkan materi pertumbuhan dan perkembangan. Hal ini berkaitan dengan tujuan penelitian supaya dapat melihat perubahan pada tingkat keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran Biologi pada materi pertumbuhan dan perkembangan.

3.3. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah keterampilan berpikir kritis siswa SMA. Sampel yang dipilih yaitu keterampilan berpikir kritis siswa kelas XII berkaitan dengan materi pertumbuhan dan perkembangan yang akan dibelajarkan ada di kelas XII. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *cluster random sampling* disesuaikan dengan kelas yang diberi izin untuk dilakukan penelitian oleh sekolah.

3.4. Instrumen Penelitian

Instrumen pada penelitian ini disusun berdasarkan tujuan khusus penelitian yaitu untuk mendapatkan gambaran keterlaksanaan pembelajaran STEM PjBL yang melatih siswa dalam berpikir kritis, menganalisis tingkat keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran STEM PjBL, dan mengetahui respons siswa terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan. Instrumen yang digunakan secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3. 1
Instrumen Penelitian

No.	Instrumen	Jenis Instrumen	Jenis Data	Keterangan
1.	Lembar observasi keterlaksanaan STEM PjBL	Non tes	Keterlaksanaan STEM PjBL	Observasi, jawaban siswa pada LKPD, <i>slide</i> presentasi dan video laporan siswa, serta dokumentasi selama proses pembelajaran
	Dokumen hasil kerja siswa*	Non tes		
2.	Soal tes keterampilan berpikir kritis	Tes	Keterampilan berpikir kritis	Diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran
	Soal latihan keterampilan berpikir kritis*	Tes	Keterampilan berpikir kritis dan persentase keterlaksanaan kegiatan latihan berpikir kritis selama pembelajaran	Disisipkan pada LKPD yang digunakan selama pembelajaran
3.	Angket respons siswa terhadap pelaksanaan STEM PjBL	Non tes	Tanggapan siswa terhadap STEM PjBL	Diberikan di akhir kegiatan pembelajaran

Keterangan: *menunjukkan instrumen tambahan

3.4.1. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Instrumen lembar observasi ini disusun berdasarkan kegiatan yang dilakukan di kelas selama pembelajarann STEM PjBL berlangsung. Berdasarkan tahapan pembelajaran dan langkah-langkah proses desain *engineering* pada STEM PjBL yang telah dikemukakan sebelumnya di Bab II, ditemukan garis besar kegiatan yang serupa.

Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini 5 tahapan STEM PjBL menurut Laboy-Rush (2011) dengan 7 langkah proses desain dari Capraro *et al.* (2013) digabungkan untuk digunakan secara bersamaan. Kegiatan pembelajaran dinilai keterlaksanaanya dengan menggunakan instrumen lembar observasi yang terdiri dari 20 pernyataan dengan kisi-kisi seperti pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2
Kisi-kisi Instrumen Lembar Observasi Keterlaksanaan STEM PjBL

Sintaks STEM PjBL (Laboy-Rush, 2011)	Langkah-langkan proses desain (Capraro <i>et al.</i> , 2013)	Jumlah pernyataan
1. <i>Reflection</i>	1. Identifikasi masalah dan kendala (<i>Identify Problem and Constraints</i>)	5
2. <i>Research</i>	2. Riset (<i>Research</i>)	3
3. <i>Discovery</i>	3. Ide (<i>Ideate</i>) 4. Analisis Ide (<i>Analyze Ideas</i>)	5
4. <i>Application</i>	5. Membuat produk (<i>Build</i>) 6. Uji dan perbaiki (<i>Test and Refine</i>)	4
5. <i>Communication</i>	7. Berkomunikasi dan refleksi (<i>Communicate and Reflect</i>)	3
Total		20

Adapun lembar observasi ini dibagi menjadi 3 lembar sesuai dengan jumlah pertemuan yang diobservasi. Selain itu disusun LKPD sebagai instrumen tambahan keterlaksanaan pembelajaran terutama untuk mengetahui proses siswa berlatih dalam berpikir kritis. LKPD tersebut dikumpulkan bersama dokumen hasil kerja siswa lain yang berupa *slide* presentasi dan video laporan siswa. Di samping itu dikumpulkan juga dokumentasi selama pembelajaran berlangsung berupa pengambilan foto dan video, serta rekaman suara diskusi kelompok selama pembelajaran sebagai data tambahan untuk melihat keterlaksanaan STEM PjBL.

3.4.2. Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Instrumen utama tes keterampilan berpikir kritis yang diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran pada penelitian ini disusun berdasarkan indikator dan sub indikator berpikir kritis menurut Ennis (1985). Pada penelitian ini dari 12 sub indikator yang dikemukakan, dipilih 7 sub indikator untuk digunakan pada instrumen yang disesuaikan dengan karakteristik materi pembelajaran dan berbagai pertimbangan lainnya.

Instrumen yang disusun bertujuan untuk mendiagnosis tingkat berpikir kritis siswa dengan menggunakan jenis tes esai struktur minimal yaitu terbatas pada suatu pertanyaan untuk dijawab atau suatu masalah yang harus ditangani dengan tujuan untuk mendiagnosis tingkat berpikir kritis siswa (Ennis, 1993). Instrumen ini terdiri dari 7 soal dengan kisi-kisi yang termuat pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3. 3
Kisi-kisi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis berdasarkan Ennis (1985)

Indikator KBK	Sub Indikator	Indikator Soal	No Soal	Jumlah Soal
Memberikan penjelasan sederhana (<i>Elementary clarification</i>)	Berfokus pada sebuah pertanyaan	Disajikan sebuah wacana berita tentang kemandirian pangan selama pandemi, siswa diminta untuk membuat 3 pertanyaan berdasarkan wacana tersebut	6	
	Bertanya dan menjawab suatu pertanyaan menantang	Disajikan suatu wacana tentang ketertarikan seseorang untuk mengamati pertumbuhan dalam kondisi pH lingkungan yang berbeda, siswa diminta untuk menuliskan pertanyaan yang dapat dijawab dengan melakukan percobaan serta kemungkinan jawabannya	2	2
Membangun keterampilan dasar (<i>Based support</i>)	Mengobservasi dan menilai hasil observasi	Disajikan hasil observasi dari penelitian seseorang yaitu berupa grafik pertumbuhan tanaman pada tiga model akuaponik yang berbeda siswa diminta untuk menilai kesimpulan yang dibuat peneliti disertai dengan alasannya	4	1
Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	Membuat induksi dan menilai hasil induksi	Disajikan grafik hasil percobaan seseorang tentang pertumbuhan kecambah kangkung dengan intensitas cahaya yang berbeda, siswa diminta untuk membuat kesimpulan berdasarkan grafik tersebut	5	1
Memberikan penjelasan lanjut (<i>Advance clarification</i>)	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi berdasarkan dimensi konten	Disajikan wacana tentang siswa yang mengamati fenomena perkecambahan biji kacang hijau yang termasuk bagian dari proses pertumbuhan dan perkembangan, siswa diminta untuk menentukan definisi dari istilah <i>irreversible</i> berdasarkan wacana tersebut	1	
	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi berdasarkan dimensi bentuk contoh dan bukan contoh	Disajikan 5 pernyataan peristiwa yang menunjukkan faktor-faktor pertumbuhan dan perkembangan tanaman, siswa diminta untuk menentukan pernyataan yang merupakan contoh dan bukan contoh dari faktor eksternal pada pertumbuhan dan perkembangan	3	2
Mengatur strategi dan taktik (<i>Strategy and Tactics</i>)	Menentukan suatu tindakan	Disajikan sebuah wacana berita tentang kemandirian pangan selama pandemi, siswa diminta untuk menentukan 2 tindakan solusi dalam mengatasi masalah pada wacana disertai dengan alasannya	7	1
Total jumlah soal				7

Sebelum digunakan dilakukan pengujian terlebih dahulu pada instrumen tes keterampilan berpikir kritis ini. Adapun pengujian instrumen dilakukan melalui dua tahap yaitu pengujian secara kualitatif dan secara kuantitatif. Pengujian kualitatif dilakukan untuk menguji validitas isi instrumen dengan menggunakan metode *expert judgment* (penilaian ahli) untuk mendapatkan koefisien validitas isi Aiken's V. Uji validitas ini bertujuan untuk menghitung *content-validity coefficient* yang didasarkan pada hasil penilaian dari sejumlah ahli terhadap suatu soal dari segi sejauh mana soal tersebut mewakili konstruk yang diukur. Nilai koefisien Aiken's V berkisar antara 0 – 1. Koefisien sebesar 0.857 sudah dapat dianggap memiliki validitas isi yang memadai (Hendryadi, 2017).

Telah dilakukan uji validitas isi instrumen kepada 2 ahli yaitu dosen Departemen Pendidikan Biologi UPI sebagai ahli evaluasi dan ahli materi secara daring melalui *google form* dan *zoom meeting*. Setelah para ahli menilai instrumen yang dibuat, didapatkan banyak masukan dan saran untuk memperbaiki instrumen. Selanjutnya instrumen diperbaiki dan kedua ahli yang bersangkutan menilai kembali instrumen hingga didapatkan hasil akhir sebagai berikut.

Tabel 3. 4
Hasil Uji Validitas Isi Instrumen Keterampilan Berpikir Kritis

Nomor Soal	Koefisien Validitas Aiken's V	Kriteria	Pendapat Ahli
1	1,00	Sangat valid	
2	0,88	Sangat valid	Secara keseluruhan instrumen sudah cukup memadai dengan sedikit perbaikan pada rubrik skoring agar lebih tegas sehingga lebih memudahkan pemeriksaan jawaban siswa. Instrumen bisa diujicobakan ke siswa
3	0,88	Sangat valid	
4	1,00	Sangat valid	
5	1,00	Sangat valid	
6	1,00	Sangat valid	
7	1,00	Sangat valid	

Berdasarkan Tabel 3.4 tentang hasil pengujian yang didapat, dilakukan perbaikan pada rubrik skoring, setelah itu dilanjutkan dengan pengujian instrumen secara kuantitatif yaitu melakukan analisis butir soal. Instrumen diujicobakan kepada siswa secara daring melalui *google form*. Uji coba ini bertujuan supaya kelayakan dari instrumen yang sudah dibuat dapat diketahui dengan melihat reabilitas, daya pembeda, tingkat kesukaran, serta validitas soal.

Kriteria siswa yang dipilih sebagai responden uji coba soal adalah siswa dengan tingkatan lebih tinggi dari sampel yang akan diteliti serta sebelumnya

sudah mendapatkan materi pertumbuhan dan perkembangan. Berdasarkan kriteria tersebut ada 30 responden yang mengisi *google form* dan memenuhi kriteria. Selanjutnya data hasil uji coba instrumen diolah menggunakan aplikasi *Anates Ver 4.0.5* dengan fitur analisis butir soal uraian.

Adapun hasil uji coba instrumen tes keterampilan berpikir kritis disajikan pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3. 5
Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen kepada Siswa

Nomor Soal	Reabilitas soal	Hasil Analisis Soal Uraian					
		Daya Pembeda		Tingkat Kesukaran		Validitas	
		DP	Kriteria	TK (%)	Kriteria	Korelasi	Sign. Korelasi
1	0,89 (sangat tinggi)	0,28	Cukup	73	Mudah	0,68	Signifikan
2		0,53	Baik	64	Sedang	0,80	Sangat signifikan
3		0,75	Baik sekali	53	Sedang	0,76	Sangat signifikan
4		0,72	Baik sekali	64	Sedang	0,73	Sangat signifikan
5		0,47	Baik	77	Mudah	0,87	Sangat signifikan
6		0,78	Baik sekali	61	Sedang	0,76	Sangat signifikan
7		0,50	Baik	28	Sukar	0,67	Signifikan

Berdasarkan tabel di atas, distribusi persentase dari hasil analisis butir soal tes keterampilan berpikir kritis yang dibuat ditampilkan pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3. 6
Distribusi Hasil Analisis Butir Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Kriteria Daya Pembeda	Persentase	Kriteria tingkat kesukaran	Persentase	Sign. Korelasi	Persentase
Baik sekali	43%	Sukar	14%	Sangat signifikan	72%
Baik	43%	Sedang	57%	Signifikan	28%
Cukup	14%	Mudah	28%	NAN	0%

Berdasarkan taraf signifikasi yang didapatkan dari analisis butir soal menggunakan aplikasi *Anates*, maka dapat disimpulkan bahwa seluruh soal pada instrumen tes keterampilan berpikir kritis yang dibuat layak dan dapat digunakan untuk pengambilan data.

Kemudian untuk melihat tingkat berpikir kritis siswa selama pembelajaran berlangsung, digunakan instrumen tambahan berupa soal latihan berpikir kritis yang serupa dengan soal tes. Soal latihan tersebut termuat dalam LKPD yang digunakan selama pembelajaran. Soal ini dikerjakan siswa secara berkelompok, sehingga siswa yang berada dalam satu kelompok menempati tingkat berpikir

kritis yang sama. Sebelum digunakan instrumen tambahan ini di uji secara kualitatif menggunakan metode *expert judgment* kepada pembimbing untuk mendapatkan pendapat, masukan serta saran perbaikan terkait isi instrumen.

3.4.3. Angket Respons Siswa terhadap Pelaksanaan STEM PjBL

Pada penelitian ini digunakan instrumen non tes berupa angket untuk mengetahui respons siswa terhadap pembelajaran yang dilaksanakan. Angket ini terdiri dari dua jenis pernyataan yaitu pernyataan positif dan pernyataan negatif dengan kisi-kisi yang termuat pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3. 7
Kisi-Kisi Instrumen Angket Respons Siswa

Indikator	Nomor Item	Jumlah Item
Motivasi siswa dalam mengikuti pembelajaran Biologi	1, 2*, 3	3
Pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran	4	1
Keterkaitan pembelajaran dengan situasi masa kini	5, 6	2
Keterampilan berpikir kritis siswa	7*, 8, 9*, 10*, 11, 12, 13	7
Total pernyataan		13

Keterangan : * menunjukkan pernyataan negatif

3.5. Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap utama yaitu tahap perencanaan, tahap pelaksanaan, dan tahap pelaporan. Selanjutnya setiap tahap dijelaskan secara lebih rinci pada uraian berikut.

3.5.1. Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan dimulai dengan pemilihan topik penelitian, kemudian mencari referensi artikel jurnal ilmiah sesuai topik sebagai rujukan utama penelitian. Selanjutnya judul dan tujuan penelitian ditentukan dan dikonsultasikan dengan pembimbing. Setelah mendapat persetujuan dari pembimbing dilanjutkan dengan penyusunan proposal penelitian dan melakukan seminar proposal untuk mendapatkan berbagai masukan terkait penelitian yang akan dilakukan. Kemudian proposal diperbaiki lalu masuk ke tahap pengumpulan referensi tambahan untuk penyusunan instrumen penelitian.

Instrumen yang dibuat diuji terlebih dahulu baik secara kualitatif dengan uji validitas isi instrumen menggunakan metode *expert judgment*, maupun secara kuantitatif dengan uji coba instrumen kepada siswa untuk melakukan analisis butir

soal. Setelah mendapatkan instrumen yang layak dilakukan studi pendahuluan ke sekolah yang akan digunakan sebagai tempat penelitian untuk memahami keadaan di lapangan terkait penyusunan perangkat pembelajaran.

Studi pendahuluan dilakukan melalui wawancara pada guru Biologi di sekolah tempat penelitian. Hasil studi pendahuluan tersebut kemudian dianalisis dan digunakan sebagai dasar penyusunan perangkat pembelajaran berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), lembar kerja peserta didik (LKPD), serta media pembelajaran yang akan digunakan dalam penelitian.

3.5.2. Tahap Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan dilakukan pengambilan data dengan melaksanakan pembelajaran sebagai guru di kelas sampel secara luring di sekolah. Penelitian ini dilakukan di salah satu sekolah yang dekat dengan tempat tinggal peneliti yaitu SMA Negeri 2 Garut, dimana penelitian dilakukan selama 3 minggu mulai dari tanggal 25 Juli sampai 9 Agustus 2022. Proses pengambilan data dibantu oleh guru Biologi yang bersangkutan sebagai observer dalam pelaksanaan pembelajaran. Kemudian dilakukan dokumentasi berupa pengambilan foto dan video selama pelaksanaan pembelajaran baik di dalam kelas maupun di luar kelas. Adapun kegiatan yang dilakukan selama tahap pelaksanaan penelitian ditampilkan pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3. 8.
Tahapan Kegiatan yang Dilakukan selama Pelaksanaan Penelitian

Waktu Penelitian	Pertemuan	Kegiatan
Minggu 1	-	Pengambilan data <i>pretest</i> melalui tes keterampilan berpikir kritis
	1	Penyampaian materi pertumbuhan dan perkembangan dilanjutkan praktikum perkecambah (penyemaian biji untuk sistem akuaponik).
Minggu 2	2	Pelaksanaan pembelajaran STEM PjBL dipandu dengan pengisian LKPD akuaponik aktivitas 1 sampai 3, yaitu: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Reflection</i>, dengan proses desain identifikasi masalah dan kendala (<i>Identify Problem and Constraints</i>), - <i>Research</i>, dengan proses desain riset (<i>Research</i>), dan - <i>Discovery</i>, dengan proses desain mengajukan ide (<i>Ideate</i>) dan analisis ide (<i>Analyze Ideas</i>)
	3	Pembelajaran STEM PjBL dengan melanjutkan pengisian LKPD aktivitas 4 yaitu <i>Application</i> dengan proses desain membuat produk (<i>Build</i>). Selanjutnya siswa diminta untuk melanjutkan proses desain uji dan perbaiki (<i>Test and Refine</i>) dengan mengamati pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada sistem akuaponik selama 5 hari

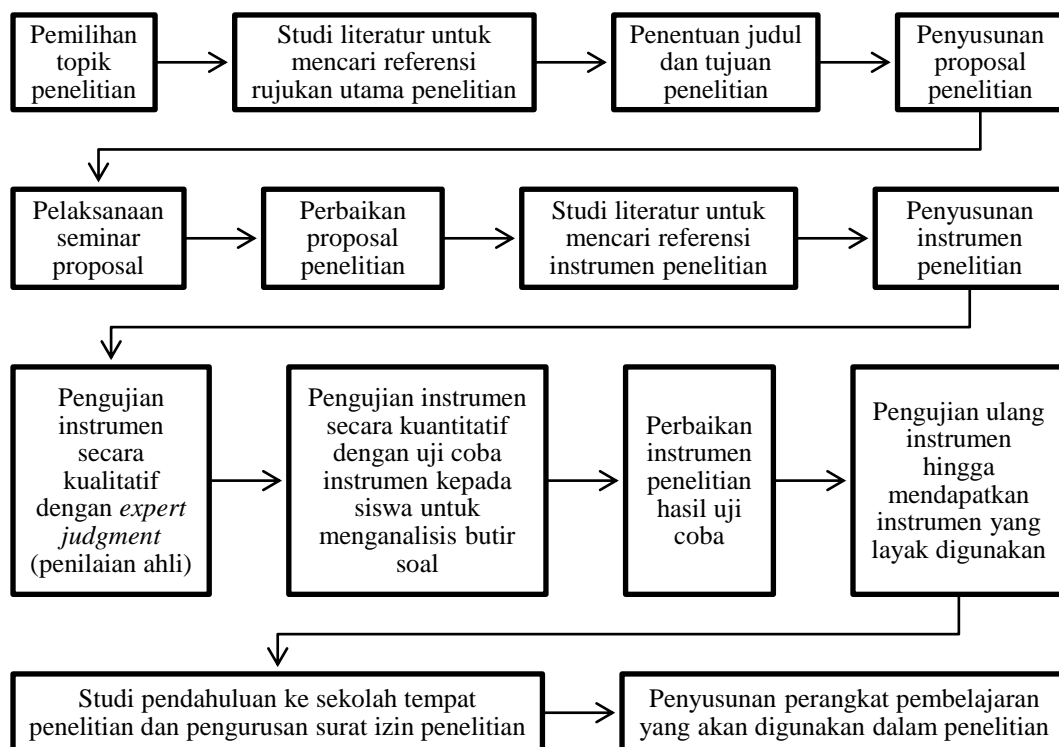
Waktu Penelitian	Pertemuan	Kegiatan
Minggu 3	4	Pembelajaran STEM PjBL aktivitas 5 yaitu <i>Communication</i> dengan proses desain berkomunikasi dan refleksi (<i>Communicate and Reflect</i>) pada pertemuan ini 4 kelompok mengomunikasikan pengamatan sistem akuaponik yang dibuat serta melakukan refleksi terhadap kegiatan proyek akuaponik. Selanjutnya siswa diminta mengisi angket respons siswa di rumah dan dikumpulkan pada pertemuan berikutnya
	5	Melanjutkan presentasi 2 kelompok lainnya kemudian pengambilan data <i>posttest</i> dengan tes keterampilan berpikir kritis

3.5.3. Tahap Pelaporan

Setelah selesai melaksanakan penelitian dan mendapatkan data, maka selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data untuk menjawab rumusan masalah dan pertanyaan penelitian serta menghasilkan temuan penelitian. Setelah itu dibuat pembahasan dari setiap temuan, kemudian hasil penelitian disimpulkan dan dilaporkan melalui penulisan skripsi.

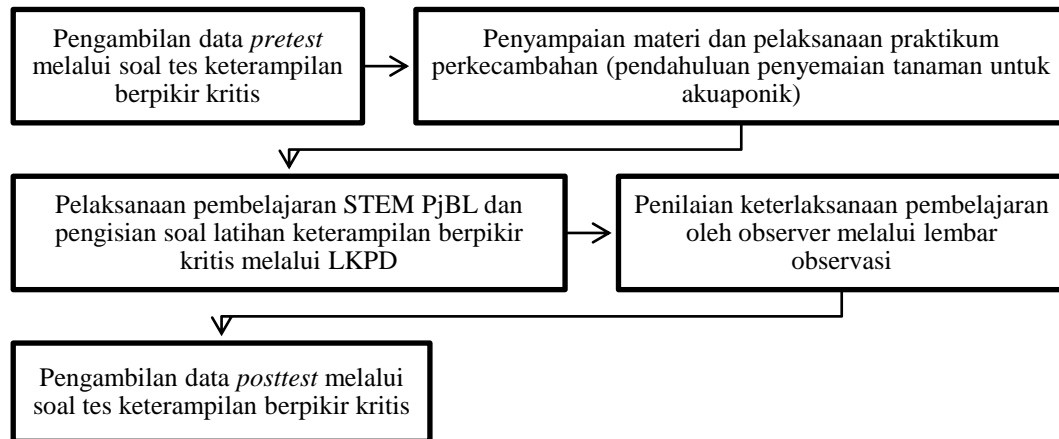
3.6. Alur Penelitian

Setiap tahap utama dalam prosedur penelitian digambarkan dengan diagram alur. Alur penelitian tahap perencanaan ditampilkan pada Gambar 3.1 berikut ini.



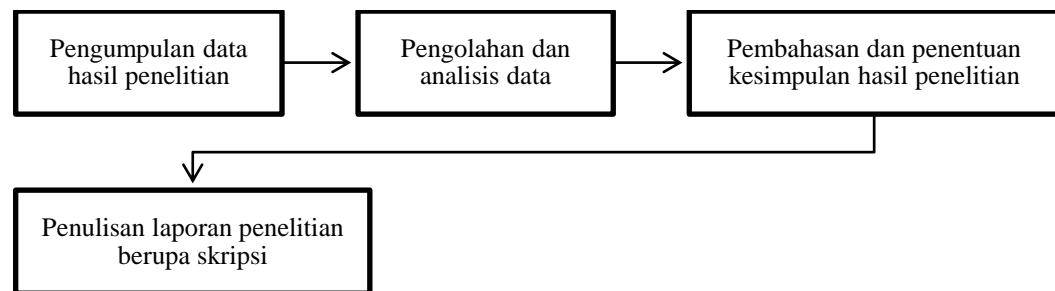
Gambar 3. 1. Alur Penelitian Tahap Perencanaan

Adapun alur penelitian tahap pelaksanaan ditampilkan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3. 2. Alur Penelitian Tahap Pelaksanaan

Kemudian alur penelitian tahap pelaporan ditampilkan pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 3. Alur Penelitian Tahap Pelaporan

3.7. Integrasi STEM PjBL pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan dengan Proyek Akuaponik

Pada penelitian ini dilaksanakan proyek akuaponik sebagai integrasi STEM PjBL pada pembelajaran. Proyek ini dikembangkan berdasarkan referensi kegiatan STEM PjBL tentang proyek pembuatan akuaponik dari barang bekas karya Nesloney & Etchells (2016) yang sudah dikemukakan di Bab II. Pada penelitian ini, beberapa detail dari contoh kegiatan tersebut diadaptasi kemudian dimodifikasi supaya dapat diterapkan pada materi pertumbuhan dan perkembangan sekaligus melatih siswa dalam berpikir kritis.

Proyek akuaponik yang dilakukan lebih terfokus pada fase desain dan konstruksi daripada mempertahankan sistem sehingga proyek dilakukan selama 2 minggu. Hasil yang diharapkan dari pelaksanaan proyek ini sama dengan contoh.

Kemudian tujuan proyek ini memenuhi seluruh aspek STEM dengan tambahan penggunaan teknologi oleh siswa dalam membuat *slide* presentasi dan video laporan. Adapun detail kegiatan STEM PjBL yang dilakukan di penelitian ini dijelaskan pada uraian berikut.

1. Jadwal kegiatan

Proyek akuaponik pada penelitian ini dilaksanakan 2 minggu karena pembelajaran lebih fokus pada fase desain dan konstruksi daripada fase mempertahankan sistem yang sudah dibuat. Tabel 3.9 merupakan jadwal kegiatan yang dilakukan pada pembelajaran STEM PjBL di penelitian ini.

Tabel 3. 9
Jadwal Proyek Akuaponik pada Penelitian

Minggu 1		Minggu 2	
Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3-7	Hari ke- 8-9
Identifikasi masalah, riset dan desain	Perakitan produk	Uji coba dan perbaiki	Presentasi dan refleksi

2. Hasil yang terdefinisi dengan baik (*well define outcome*)

Siswa akan bekerja sama untuk merancang dan membuat sistem akuaponik dari bahan yang dapat di daur ulang dan dapat berfungsi dengan baik.

3. Pengantar untuk guru

Proyek ini dirancang untuk siswa SMA kelas XII pada mata pelajaran Biologi, materi pertumbuhan dan perkembangan khususnya KD yaitu menyusun laporan hasil percobaan tentang pengaruh faktor eksternal terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Siswa akan menggunakan pemahaman mereka mereka tentang faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan untuk mengembangkan sistem akuaponik sebagai solusi optimalisasi pertumbuhan dan perkembangan di lahan yang sempit. Jumlah tanaman, berat ikan, dan volume air harus berada dalam rasio yang tepat agar dapat berfungsi dengan baik. Siswa akan menemukan dan membawa bahan yang dapat didaur ulang dari rumah mereka dan merancang sistem akuaponik berdasarkan kreativitas masing-masing. Kemudian siswa akan memutuskan jenis tanaman apa yang ingin mereka tanam dan jenis ikan

apa yang paling cocok. Siswa harus memahami hubungan yang diperlukan untuk menciptakan sistem yang seimbang. Selain itu siswa juga harus mengukur perbandingan volume air dan berat ikan yang harus ditempatkan supaya sistem yang mereka buat seimbang.

4. Tujuan

Proyek ini akan memungkinkan siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan di bidang atau mata pelajaran sains, matematika, *engineering*, teknologi informasi dan komunikasi.

5. Koneksi STEM

Proyek ini akan memperkuat konsep dan keterampilan yang sudah dipelajari siswa dengan integrasi STEM pada Tabel 3.10 berikut.

Tabel 3. 10
Integrasi STEM pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan dengan Proyek Akuaponik

Bidang STEM	Materi Pembelajaran
<i>Science</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan - Karakteristik ikan dan tanaman - Siklus nitrogen - Cara menggunakan alat ukur suhu dan pH
<i>Technology</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Penerapan teknologi yang menggabungkan budidaya ikan (akuakultur) dengan budidaya tanaman berbasis air (hidroponik) menjadi sebuah sistem akuaponik - Penelusuran melalui internet terkait informasi contoh-contoh pembuatan sistem akuaponik sederhana dari barang bekas. - Penggunaan aplikasi untuk membuat tabel/grafik data hasil eksperimen, <i>slide</i> presentasi dan video laporan
<i>Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Merancang sistem akuaponik dari barang-barang bekas - Membuat dan menguji coba produk sistem akuaponik yang sudah dirancang - Menyajikan dan mengevaluasi hasil uji coba produk
<i>Mathematics</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menggambar sketsa produk dengan skala perbandingan dan ukuran yang proporsional - Menghitung jumlah ikan yang harus dimasukkan ke sistem berkaitan dengan perbandingan volume air dan berat ikan - Menghitung jumlah pakan ikan yang harus diberikan setiap harinya berkaitan dengan perbandingan berat ikan

6. Pengantar siswa dan evaluasi

Siswa dapat diperkenalkan dengan permasalahan alih fungsi lahan yang memberikan dampak terhadap kehidupan para petani dan mencari solusi

memenuhi kebutuhan pangan di lahan sempit. Siswa diberi stimulus melalui penayangan video berita di awal pembelajaran, kemudian mereka diminta merancang serta merealisasikan sistem akuaponik, dilanjutkan dengan menguji coba sistem mereka selama 5 hari pertama. Evaluasi pada proyek ini dilakukan oleh peneliti sebagai guru dengan memfokuskan pada asesmen keterampilan berpikir kritis.

3.8. Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini yaitu hasil penilaian keterlaksanaan STEM PjBL, dokumentasi kegiatan, dan dokumen hasil kerja siswa; skor hasil tes dan latihan keterampilan berpikir kritis; serta respons siswa terhadap pembelajaran. Data-data tersebut diolah dan dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan aplikasi *Microsoft Office Excel ver. 2010*.

Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya, tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Sugiono, 2008). Sesuai dengan tujuan penelitian, digunakan statistik deskriptif karena hanya ingin mendeskripsikan data sampel tanpa bermaksud melakukan generalisasi.

Terdapat dua bagian pokok dari statistik deskriptif, yaitu pengukuran nilai sentral dan pengukuran penyebaran data (Junaidi, 2014). Pengukuran nilai sentral merupakan penentuan suatu nilai yang mampu menggambarkan/ mewakili sekumpulan data, pengukuran nilai sentral yang ditampilkan pada penelitian ini meliputi pengukuran mean (rata-rata), median (nilai tengah), dan modus (nilai yang paling sering muncul).

Sementara itu pengukuran penyebaran (dispersi) data adalah perbandingan distribusi data tersebut terhadap distribusi normal, dengan kata lain pada pengukuran ini digambarkan bagaimana data tersebut tersebar atau terdistribusi dari nilai sentralnya. Pengukuran penyebaran data yang ditampilkan pada penelitian ini yaitu standar deviasi, minimum (nilai terendah), maksimum (nilai tertinggi), dan range (jarak antara nilai minimum dan nilai maksimum). Tahapan pengolahan dan analisis data dari setiap instrumen utama pada penelitian ini dijelaskan pada uraian berikut.

3.8.1. Analisis Data Keterlaksanaan Pembelajaran

Data utama mengenai keterlaksanaan pembelajaran diperoleh dari pengisian lembar observasi oleh observer dengan memilih alternatif jawaban terlaksana (T) atau tidak terlaksana (TT) pada pernyataan mengenai kegiatan pembelajaran di setiap pertemuan. Data tersebut kemudian diolah dengan menghitung persentase keterlaksanaan pembelajaran menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase keterlaksanaan} = \frac{\text{kegiatan yang terlaksana}}{\text{jumlah seluruh kegiatan}} \times 100\%$$

Hasil presentase yang diperoleh kemudian diinterpretasikan kriteria dan kualitas keterlaksanaannya berdasarkan Tabel 3.11 dan Tabel 3.12 berikut ini.

Tabel 3. 11
Kriteria Keterlaksanaan Pembelajaran (Koentjaraningrat, 1997)

Interval Persentase Keterlaksanaan	Interpretasi
0%	Tidak ada kegiatan yang terlaksana
1% - 25%	Sebagian kecil kegiatan terlaksana
26% - 49%	Hampir setengah kegiatan terlaksana
50%	Setengah kegiatan terlaksana
51% - 78%	Sebagian kegiatan terlaksana
79% - 99%	Hampir seluruh kegiatan terlaksana
100%	Seluruh kegiatan terlaksana

Tabel 3. 12
Kualitas Keterlaksanaan Pembelajaran (Panggabean, 1996)

Interval persentase Keterlaksanaan	Interpretasi
88% - 100%	Sangat baik
63% - 87%	Baik
38% - 62%	Cukup baik
25% - 37%	Kurang baik
0% - 24%	Sangat kurang baik

Data tambahan mengenai keterlaksanaan pembelajaran adalah keterlaksanaan latihan berpikir kritis siswa selama mengikuti STEM PjBL. Data tersebut diperoleh dari skor siswa pada soal latihan keterampilan berpikir kritis yang ada pada LKPD. Setiap soal dinilai berdasarkan rubrik yang sudah ditentukan dengan skor antara 0-4. Skor tersebut kemudian digunakan untuk melihat keterlaksanaan kegiatan latihan keterampilan berpikir kritis.

Selanjutnya keterlaksanaan STEM PjBL dibahas dan dideskripsikan dengan didukung oleh bukti-bukti yang didapat selama pembelajaran. Pembahasan keterlaksanaan pembelajaran ini memuat deskripsi kegiatan siswa pada setiap tahapan selama pembelajaran berlangsung, terutama dalam proses siswa berlatih dalam berpikir kritis berdasarkan hasil kerja siswa pada LKPD dan dokumentasi kegiatan pembelajaran.

3.8.2. Analisis Data Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Data mengenai keterampilan berpikir kritis siswa diperoleh dari jawaban siswa pada *pretest* dan *posttest* serta jawaban siswa pada soal latihan di LKPD. Jawaban siswa tersebut dinilai berdasarkan rubrik penilaian yang sudah ditentukan dengan perolehan skor antara 0-4. Instrumen terdiri dari 7 soal dan skor maksimal setiap soal adalah 4, sehingga skor maksimal yang dapat diperoleh siswa adalah 28. Selanjutnya skor rata-rata yang dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan dikategorikan berdasarkan tahapan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis menurut Paul & Elder (1997) dengan interval skor yang diadaptasi dari penelitian Mutakinati, Anwari, & Yoshisuke, (2018). Terdapat 6 kategorisasi tingkatan pemikir yaitu seperti yang termuat pada Tabel 3.13 berikut.

Tabel 3. 13
Kategorisasi Tingkatan Berpikir Kritis berdasarkan Paul & Elder (1997)
(Mutakinati, Anwari, & Yoshisuke, 2018)

Interval Nilai	Tingkat Pemikir
3,51 - 4,00	<i>Master Thinker</i>
3,11 - 3,50	<i>Advanced Thinker</i>
2,41 - 3,10	<i>Practicing Thinker</i>
1,71 - 2,40	<i>Beginning Thinker</i>
1,01 - 1,70	<i>Challenged Thinker</i>
0 - 1,00	<i>Unreflective Thinker</i>

Kemudian dari data mengenai perubahan skor keterampilan berpikir kritis jika terdapat peningkatan dari *pretest* ke *posttest*, maka dicari nilai N-gain dengan rumus sebagai berikut.

$$N - gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}}$$

Nilai N-gain yang didapat kemudian diinterpretasikan berdasarkan Tabel 3.14 mengenai kategorisasi nilai menurut Hake (1999) yaitu sebagai berikut.

Tabel 3. 14
Kategorisasi N-Gain berdasarkan Hake (1999)

Nilai N-gain	Interpretasi
$g < 0,30$	Rendah
$0,70 < g \leq 0,30$	Sedang
$g \geq 0,70$	Tinggi

3.8.3. Analisis Data Respons Siswa terhadap Pembelajaran

Data mengenai respons siswa terhadap pembelajaran diperoleh dari angket yang disebar kepada partisipan penelitian setelah semua tahapan pembelajaran selesai. Teknik penskalaan yang digunakan pada angket adalah skala *Likert* yang dibagi ke dalam empat alternatif jawaban yaitu;

- Sangat Setuju (SS),
- Setuju (S),
- Tidak Setuju (TS), dan
- Sangat Tidak Setuju (STS).

Jumlah alternatif jawaban ini dipilih agar responden tidak ragu-ragu sehingga jelas dalam memilih jawaban. Skor tertinggi untuk tiap pernyataan adalah 4 dan skor terendah adalah 1. Angket respon siswa terdiri atas pernyataan positif dan pernyataan negatif, sehingga terdapat dua jenis penskoran yaitu seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.15 berikut.

Tabel 3. 15
Penskoran Instrumen Angket Respon Siswa terhadap Pembelajaran

Pernyataan positif		Pernyataan negatif	
Alternatif Jawaban	Skor	Alternatif Jawaban	Skor
Sangat Setuju	4	Sangat Tidak Setuju	4
Setuju	3	Tidak Setuju	3
Tidak Setuju	2	Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1	Sangat Setuju	1

Data skor respons siswa selanjutnya diolah dengan menghitung persentase skor menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase respons} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil presentase yang diperoleh dari setiap pernyataan pada angket kemudian dianalisis berdasarkan kriteria jumlah respons siswa untuk mendukung temuan dan pembahasan pada bab IV, adapun kriteria respons siswa ditampilkan pada Tabel 3.16 berikut.

Tabel 3. 16
Kriteria Respons Siswa terhadap Pembelajaran (Koentjaraningrat, 1997)

Interval persentase respons	Interpretasi
0%	Tidak ada siswa
1% - 30%	Sebagian kecil siswa
31% - 49%	Hampir setengah siswa
50%	Setengah siswa
51% - 80%	Sebagian besar siswa
81% - 99%	Hampir seluruh siswa
100%	Seluruh siswa

Sedangkan respons siswa secara keseluruhan didapat dari persentase rata-rata seluruh pernyataan yang diinterpretasikan untuk menyimpulkan kategori respons siswa terhadap pembelajaran STEM PjBL. Adapun Tabel 3.17 berikut ini merupakan kategorisasi respons siswa secara keseluruhan.

Tabel 3. 17
Kategori Respons Siswa (Panggabean, 2006)

Interval persentase respons	Kategori
90% - 100%	Sangat positif
70% - 90%	Positif
50% - 70%	Netral
30% - 50%	Negatif
0% - 29%	Sangat negatif