

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan *Quasi Experimental Model Nonequivalent Control Group Design*. Pemilihan metode kuantitatif didasarkan pada tujuan utama penelitian, yakni untuk mengukur efektivitas dan signifikansi pengaruh dari sebuah intervensi pembelajaran terhadap peningkatan variabel yang spesifik, terukur, dan dapat diuji secara statistik (Creswell & Creswell, 2023).

3.2 Subjek dan Objek Penelitian

3.2.1 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XI SMAN 1 Ciparay yang menempuh mata pelajaran Biologi pada semester genap tahun ajaran 2025/2026.

3.2.1 Objek Penelitian

Objek utama dalam penelitian ini adalah efektivitas penggunaan E-LKPD Berbasis STEAM untuk meningkatkan literasi kuantitatif peserta didik pada materi sistem pernapasan. Secara operasional, objek penelitian ini difokuskan pada empat dimensi berikut:

1. Media Pembelajaran: E-LKPD Berbasis STEAM yang mengintegrasikan multimedia interaktif dengan aktivitas eksperimen langsung (pengukuran kapasitas paru-paru menggunakan instrumen *Spiro Tech DIY*).
2. Proses Pembelajaran (pendekatan): Keterlaksanaan pembelajaran sistem pernapasan menggunakan pendekatan pembelajaran mendalam (*Deep Learning*), yang berfokus pada penciptaan kondisi belajar yang menggembirakan (*joyful*), bermakna (*Meaningful*), dan berkesadaran (*Mindful*).

3. Hasil pembelajaran (variabel terikat): Peningkatan capaian literasi kuantitatif peserta didik, yang diukur secara komprehensif melalui enam indikator utama (AAC&U), diantaranya: interpretasi, representasi, kalkulasi, analisis, asumsi, dan komunikasi.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

3.3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Ciparay, yang beralamat di Jl. Raya Ciparay No. 123, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Pemilihan SMAN 1 Ciparay sebagai lokasi penelitian didasarkan pada beberapa pertimbangan:

1. Kesesuaian Materi: SMAN 1 Ciparay mengajarkan materi sistem pernapasan pada kelas XI sesuai dengan kurikulum yang berlaku.
2. Kondisi fasilitas: Sekolah memiliki keterbatasan fasilitas spirometer digital yang menjadi dasar pengembangan *Spiro Tech DIY*.
3. Konteks lingkungan: SMAN 1 Ciparay berada di wilayah yang mulai padat dengan aktivitas transportasi dan industri lokal, sehingga isu kesehatan pernapasan sangat relevan bagi peserta didik.
4. Kesiapan peserta didik: Peserta didik kelas XI memiliki kesiapan kognitif yang memadai untuk memahami konsep sistem pernapasan secara mendalam.

3.3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini direncanakan dilaksanakan dalam kurun waktu 6 bulan, yaitu dari bulan Januari 2025 hingga Juni 2025. Berikut adalah jadwal pelaksanaan penelitian:

Tabel 3.1 *Time Line* Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan						7
		1	2	3	4	5	6	
1	Penyusunan Bab 1 (Latar Belakang, Identifikasi Masalah, Batasan Masalah, Rumusan masalah, Tujuan penelitian, dan Manfaat Penelitian)							

2	Penyusunan Bab 2 (Kajian Teori, Penelitian sebelumnya yang relevan, Kerangka Berfikir, Hipotesis Penelitian)							
3	Penyusunan Bab 3 (Metode, Objek, Waktu, Desain, Variabel Oprasioal, Pupalasi dan teknik Pengambilan Sampel, Teknik Pengumpulan Data)							
4	Persiapan dan pengembangan instrumen							
5	Validasi instrumen oleh ahli							
6	Uji coba instrument (Uji validitas dan reliabilitas)							
7	Observasi lokus penelitian							
8	Pelaksanaan penelitian (<i>Pre-test</i> , implementasai pembelajaran, <i>Post-test</i> dan refleksi).							
9	Analisis Data							
10	Penyusunan Bab 4 Hasil dan Pembahasan							
13	Penususnan Bab 5 Kesimpulan							

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *Quasi Experiment* dengan *Nonequivalent (Pretest and Posttest) Control-Group Design*. Desain ini dipilih karena peneliti peneliti tidak memungkinkan untuk melakukan pengacakan subjek secara individu (*random assignment*) ke dalam kelompok eksperimen dan kelompok kontrol (Creswell & Creswell, 2023).

Dalam desain ini terdapat dua kelompok penelitian, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan E-LKPD STEAM berbasis *Spiro Tech DIY*, sedangkan kelompok kontrol menggunakan LKPD konvensional yang biasa

digunakan dalam pembelajaran di kelas. Kedua kelompok terlebih dahulu diberikan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum perlakuan. Setelah proses pembelajaran berlangsung, kedua kelompok diberikan *posttest* untuk mengetahui peningkatan hasil belajar setelah perlakuan diberikan.

Desain penelitian ini memungkinkan peneliti untuk membandingkan perubahan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol sehingga dapat diketahui pengaruh dari perlakuan yang diberikan.

Tabel 3.2 Desain Penelitian

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan:

O₁ : *Pretest* pada kelompok eksperimen

O₂ : *Posttest* pada kelompok eksperimen

O₃ : *Pretest* pada kelompok kontrol

O₄ : *Posttest* pada kelompok kontrol

X₁ : Perlakuan berupa pembelajaran menggunakan E-LKPD berbasis STEAM

X₂ : Pembelajaran menggunakan LKPD konvensional

Secara skematis, desain penelitian ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E: O_1 \rightarrow O_2$$

$$C: O_3 \rightarrow O_4$$

di mana *E* merupakan kelompok eksperimen dan *C* merupakan kelompok kontrol.

3.5 Variabel dan Operasionalisasi Variabel

3.5.1 Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas (variabel X)

Variabel bebas adalah variabel yang memengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya variabel terikat (Sugiyono, 2023). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Penggunaan E-LKPD Berbasis STEAM menggunakan

pendekatan Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) dengan media '*Spiro Tech DIY*'. Variabel ini merupakan *treatment* atau perlakuan mandiri yang secara sengaja diintervensikan kepada kelompok eksperimen.

b. Variabel Terikat (Variabel Y)

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2023). Sesuai dengan tujuan penelitian, variabel terikat merupakan Literasi Kuantitatif. Variabel ini merupakan hasil (akibat) yang diukur perubahannya setelah variabel bebas diterapkan. Diukur secara kuantitatif melalui skor *Pre-test* dan *Post-test* menggunakan rubrik adaptasi AAC&U.

c. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal yang tidak diteliti (Machali, 2021). Secara operasional, variabel kontrol yang ditetapkan dalam penelitian ini meliputi penyamaan materi ajar (Sistem Pernapasan Manusia sub-materi volume dan kapasitas paru-paru), kesamaan pengajar yang memberikan materi di kelas eksperimen maupun kelas kontrol, serta penyamaan alokasi waktu dan fasilitas ruang kelas belajar bagi kedua kelompok sampel di SMAN 1 Ciparay. Hal ini dilakukan untuk menjaga validitas internal penelitian agar perbedaan hasil akhir murni disebabkan oleh perlakuan yang diberikan.

Tabel 3.3 Variabel Penelitian

Jenis Variabel	Variabel	Keterangan
Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	Penggunaan E-LKPD Berbasis STEAM menggunakan pendekatan Pembelajaran Mendalam (<i>Deep Learning</i>).	Media pembelajaran yang digunakan adalah <i>Spiro Tech DIY</i> . Indikator: <i>Joyful, Meaningful, Mindful Learning</i>
Variabel Terikat	Literasi Kuantitatif	• Interpretasi • Representasi • Kalkulasi

(Dependent Variable)		• Analisis • Asumsi • Komunikasi
Variabel Kontrol	Materi, Guru, Waktu, Durasi	Faktor yang dikendalikan agar tidak mempengaruhi hasil.

3.5.2 Operasionalisasi Variabel

1. Variabel Bebas

Secara operasional, variabel ini merupakan perlakuan (*treatment*) berupa penggunaan bahan ajar elektronik interaktif yang memadukan lima disiplin ilmu (STEAM) yang dieksekusi melalui pilar *Deep Learning* (*Joyful*, *Meaningful*, dan *Mindful Learning*) pada kelas eksperimen. Melalui E-LKPD ini, peserta didik dipandu secara berkesadaran untuk merancang, merakit, dan menggunakan alat pengukur kapasitas paru-paru mandiri (*Spiro Tech DIY*) berprinsip perpindahan air guna mendapatkan data yang bermakna. Keterlaksanaan variabel perlakuan ini dipantau secara langsung menggunakan lembar observasi aktivitas pembelajaran (aktivitas guru dan peserta didik).

Tabel 3.4 Oprasionalisasi Variabel Bebas

Variabel X	Dimensi	Indikator	Pengukuran
E-LKPD berbasis STEAM	STEAM	Kelima elemen sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika terintegrasi dengan baik dalam aktivitas perakitan <i>Spiro Tech DIY</i> dan penggunaan E-LKPD.	Skala Likert 1—4
	<i>Joyful Learning</i>	Terciptanya suasana pembelajaran yang bebas dari tekanan dan kecemasan matematis (<i>math anxiety</i>), di mana peserta didik merasa antusias dan aman saat bereksperimen.	
	<i>Meaningful Learning</i>	Peserta didik mampu mengaitkan angka hasil pengukuran kapasitas paru-	

		parunya dengan konteks kehidupan nyata dan kebiasaan gaya hidup di lingkungannya.	
	<i>Mindful Learning</i>	Terlihatnya tingkat kesadaran, fokus, dan ketelitian metakognitif peserta didik saat mengkalibrasi alat ukur air dan melakukan kalkulasi data empiris.	

2. Variabel Terikat

Literasi Kuantitatif merupakan tingkat kecakapan kognitif dan kebiasaan berpikir peserta didik dalam menggunakan penalaran matematis untuk membaca, mengolah, menganalisis, serta mengomunikasikan data sains pada materi Sistem Pernapasan (khususnya sub-materi volume dan kapasitas paru-paru). Variabel ini diukur secara komprehensif melalui enam indikator utama *Association of American Colleges and Universities* (AAC&U), yaitu: Interpretasi, Representasi, Kalkulasi, Analisis, Asumsi, dan Komunikasi. Pengukuran dilakukan menggunakan instrumen tes tertulis berupa soal uraian berbasis kasus angka (*Pre-test* dan *Post-test*) untuk melihat signifikansi peningkatannya melalui uji statistik dan *N-Gain Score*.

Tabel 3.5 Oprasionalisasi Variabel Terikat

Variabel Y	Dimensi	Indikator	Pengukuran
Literasi Kuantitatif	Interpretasi	Mampu mengidentifikasi, membaca, dan mendeskripsikan tren data volume paru-paru yang disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik spirogram.	Pilihan Ganda 1 – 10, Isian Singkat 1 – 5,
	Representasi	Mampu mentransformasikan data mentah (angka volume air yang tumpah dari <i>Spiro Tech DIY</i>) ke dalam bentuk diagram batang atau kurva visual secara proporsional.	dan 1 Essay.

	Kalkulasi	Mampu melakukan perhitungan matematis dasar secara presisi untuk mencari nilai selisih, nilai total, rata-rata, dan persentase dari kapasitas vital paru-paru.	
	Analisis	Mampu memecahkan masalah biologi dengan cara mengaitkan hasil olah data angka (seperti penurunan persentase kapasitas vital) dengan faktor fisiologis (seperti akibat paparan asap rokok atau olahraga).	
	Asumsi	Mampu mengidentifikasi margin kesalahan (<i>human error</i>) dan mengevaluasi tingkat presisi atau ketelitian alat ukur <i>Spiro Tech DIY</i> yang telah dirakit.	
	Komunikasi	Mampu merumuskan argumen kesimpulan praktikum secara tertulis yang didukung secara eksplisit oleh bukti kuantitatif (persentase dan angka pasti).	

3.6 Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

3.6.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah semua objek maupun subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang diterapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2023). Populasi dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XI-5 dan XI-7 SMAN 1 Ciparay tahun ajaran 2024/2025 yang mengambil mata pelajaran Biologi pada semester genap. Jumlah populasi sebanyak 70 peserta didik yang tersebar dalam 2 kelas (XI-5, XI-7).

3.6.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik sampling adalah teknik pengambilan sampel. Penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan atau kriteria-kriteria tertentu (Sugiyono, 2023). Pada penelitian ini, kriteria sampel sebagai berikut:

Pemilihan sampel dilakukan berdasarkan diskusi dan pertimbangan peneliti atas rekomendasi guru Biologi kelas XI SMAN 1 Ciparay yang menyarankan untuk memilih kelas XI-5 dan XI-7, karena mempertimbangkan faktor tertentu. Maka dari itu, peneliti menentukan dua kelas sebagai sampel dalam penelitian ini, yaitu kelas XI-5 dan XI-7.

Tabel 3.5 Sampel Penelitian

No	Kelas	Keterangan	Jumlah Peserta Didik
1	XI-5	Eksperimen	34
2	XI-7	Kontrol	34
Total			68

Berdasarkan tabel diatas, maka kelas XI-5 sebagai kelas eksperimen dengan menggunakan media pembelajaran *E-LKPD* berbasis STEAM, dan kelas XI-7 sebagai kelas kontrol dengan menggunakan media pembelajaran LKPD.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Peneliti akan menggunakan berbagai teknik untuk mengumpulkan data untuk penelitian ini, di antaranya observasi, angket, dan tes *pretest-posttest* kemampuan literasi kuantitatif. Adapun data yang dibutuhkan untuk penelitian ini diantaranya :

3.7.1 Tes

Tes adalah sebagai alat atau prosedur yang digunakan untuk mengetahui atau mengukur sesuatu dalam suasana, dengan cara dan aturanaturan yang sudah ditentukan. Tes sebagai instrumen pengumpulan data adalah serangkaian

pertanyaan atau latihan yang digunakan untuk mengukur pengetahuan, intelegensi, kemampuan, atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok (Arifin, 2016).

Penelitian ini menggunakan beberapa jenis tes yang akan digunakan pada saat melakukan penelitian, yaitu :

1. *Pre Test*

Tes yang diberikan sebelum proses pembelajaran berlangsung. Tes ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan peserta didik mengenai materi yang akan dipelajari. Data ini digunakan sebagai data kemampuan awal.

2. *Post Test*

Tes yang diberikan pada akhir pokok bahasan untuk menentukan angka atau hasil belajar peserta didik dalam tahap-tahap tertentu setelah diberikan perlakuan. Skor yang dihasilkan pada *posttest* diharapkan dapat lebih tinggi daripada skor pada *pretest*

Tabel 3.6 Jenis Tes

Jenis Tes	Waktu	Tujuan
<i>Pretest</i>	Sebelum perlakuan	Mengukur kemampuan literai kuantitatif awal peserta didik
<i>Posttest</i>	Setelah perlakuan	Mengukur peningkatan kemampuan literasi kuantitatif peserta didik

Karakteristik Tes:

- Bentuk: Pilihan ganda dan isian singkat
- Jumlah soal: 15 pilihan ganda + 5 isian singkat + 1 esay.
- Waktu pengerjaan: 90 menit
- Materi: Sistem pernapasan manusia, inti (volume, kapasitas).

Tabel 3.6 Kisi-Kisi Soal Tes Literasi Kuantitatif

No	Indikator Literasi Kuantitatif (AAC&U)	Representasi Data	Bentuk Soal	No. Soal
1	Interpretasi	Tabel Data Numerik	PG	1

	(Membaca dan mendeskripsikan data matematis)			
2	Kalkulasi & Representasi (Mengubah data alat ukur ke hitungan matematis)	Gambar / Ilustrasi Alat Ukur	PG	2
3	Analisis & Kalkulasi (Memecahkan masalah dari perbandingan data)	Diagram Batang (<i>Bar Chart</i>)	PG	3
4	Interpretasi & Kalkulasi (Mengekstraksi dan menghitung data tabel)	Tabel Matriks	PG	4
5	Interpretasi (Membaca pola dari model matematis)	Grafik Gelombang (Kurva Sinusoidal)	PG	5
6	Asumsi (Mengevaluasi presisi alat dan margin kesalahan)	Teks Narasi Numerik	PG	6
7	Analisis (Menarik kesimpulan biologis dari angka)	Diagram Lingkaran (<i>Pie Chart</i>)	PG	7
8	Asumsi (Mengevaluasi tren data masa depan)	Grafik Garis (<i>Line Chart</i>)	PG	8
9	Kalkulasi & Analisis (Menghitung rasio proporsional)	Teks Proporsi Matematika	PG	9
10	Interpretasi (Membaca kurva medis)	Kurva Spirogram Medis	PG	10
11	Kalkulasi (Melakukan operasi hitung biologi)	Narasi Berbasis Tabel	Isian	1 (11)
12	Kalkulasi & Interpretasi (Menghitung frekuensi vs volume)	Narasi Berbasis Tabel	Isian	2 (12)
13	Kalkulasi (Mencari selisih data)	Narasi Berbasis Tabel	Isian	3 (13)
14	Analisis & Komunikasi (Mengubah selisih menjadi persentase untuk argumen)	Narasi Berbasis Tabel	Isian	4 (14)
15	Analisis & Asumsi	Narasi Berbasis Tabel	Isian	5 (15)

	(Menghitung persentase variabel tersembunyi)			
16	Representasi (Memasukan informasi numerik ke dalam tabel dan diubah menjadi bentuk diagram)	Narasi	Isian (Tabel dan Digram)	1 (16)

3.7.2 Angket

Angket digunakan untuk mengukur respon peserta didik terhadap aspek *Joyful*, *Meaningful*, dan *Mindful Learning*.

Tabel 3.7 Komponen Pada Angket

Aspek	Jumlah Pernyataan	Skala
<i>Joyful Learning</i>	15 pernyataan	Likert 1-4
<i>Meaningful Learning</i>	15 pernyataan	Likert 1-4
<i>Mindful Learning</i>	15 pernyataan	Likert 1-4

Keterangan Skala:

- a. 4 = Sangat Setuju (SS)
- b. 3 = Setuju (S)
- c. 2 = Tidak Setuju (TS)
- d. 1 = Sangat Tidak Setuju (STS)

3.7.3 Observasi

Observasi digunakan untuk mengukur keterlaksanaan proses pembelajaran.

Tabel 3.8 Komponen Observasi

Aspek yang Diamati	Instrumen
Aktivitas guru	Lembar observasi guru
Aktivitas peserta didik	Lembar observasi keterlaksanaan Pembelajaran Lembar observasi keterlaksanaan literasi kuantitatif
Penggunaan media	Checklist penggunaan E-LKPD berbasis STEAM

3.7.4 Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data pendukung seperti:

1. Foto kegiatan penelitian
2. Hasil karya peserta didik (infografis, laporan)

3. Nilai *pretest-posttest* peserta didik

3.8 Transformasi Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini akan ditransformasikan ke dalam bentuk yang dapat dianalisis secara statistik.

3.8.1 Transformasi Data Kuantitatif

Tabel 3.9 Transformasi Data

Jenis Data	Transformasi
Skala Nominal	Dikodekan (1, 2, 3, dst.)
Skala Ordinal	Dikonversi ke skor 1-5
Skala Interval	Langsung digunakan untuk analisis
Skala Rasio	Langsung digunakan untuk analisis

3.8.2 Transformasi Data Angket

Skor angket dikonversi menggunakan rumus:

$$Skor\ Akhir = \frac{Skor\ Perolehan}{Skor\ Maksimal} \times 100$$

Kategori respon peserta didik:

- a. Sangat Tinggi : 81-100
- b. Tinggi : 61-80
- c. Sedang : 41-60
- d. Rendah : 21-40
- e. Sangat Rendah : 1-20

3.8.3 Transformasi Data Observasi

Data observasi dikonversi ke dalam persentase:

$$Skor\ Akhir = \frac{Skor\ Perolehan}{Skor\ Maksimal} \times 100$$

Kategori keterlaksanaan:

- a. Sangat Baik : 81-100%
- b. Baik : 61-80%
- c. Cukup : 41-60%
- d. Kurang : 21-40%
- e. Sangat Kurang : 1-20%

3.9 Uji Instrumen Penelitian

Secara definisi, instrumen dalam penelitian merupakan alat untuk membantu peneliti dalam meninjau berbagai karakteristik tertentu yang diinginkan oleh peneliti dari objek penelitian. Adapun tujuan pembuatan instrumen dalam penelitian adalah guna membantu juga mempermudah peneliti dalam mendapatkan hasil yang hendak diukur dan dicapai (Julihadi et al., 2022).

3.9.1 Validitas Butir Soal

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau keshahihan sesuatu instrument. Sebuah instrument dikatakan valid apabila dapat mengungkap data dari variable yang diteliti secara tepat. Tinggi rendahnya validitas instrument menunjukkan sejauh mana data yang terkumpul tidak menyimpang dari gambaran tentang validitas yang dimaksud (Creswell & Creswell, 2023).

Instrumen tes yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas 16 butir soal, yang meliputi 10 soal pilihan ganda, 5 soal isian singkat, dan 1 soal uraian (esai). Hasil uji coba kemudian dianalisis menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* dengan bantuan program *IBM SPSS Statistics V.27.0* untuk mengetahui validitas empiris setiap butir soal. Menurut Sundayana (2016), rumus yang digunakan untuk menghitung validitas butir soal adalah sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi *Product Moment*

N = Jumlah responden

$\sum XY$ = Jumlah hasil perkalian skor X dan skor Y

$\sum X$ = Jumlah skor tiap butir soal

$\sum Y$ = Jumlah skor total

$\sum X^2$ = Jumlah kuadrat skor tiap butir soal

$\sum Y^2$ = Jumlah kuadrat skor total

Pengujian ini dilakukan pada kelas uji coba (*try out*) di luar sampel penelitian utama, dengan jumlah responden sebanyak 35 peserta didik ($N = 35$). Berdasarkan kriteria statistik dengan taraf signifikansi 5% (0,05) dan derajat kebebasan (df) = $N - 2 = 33$, maka diperoleh batas minimal kelulusan atau nilai *r-tabel* sebesar 0,287. Sebuah butir soal dinyatakan valid dan layak digunakan apabila nilai koefisien korelasi (*r-hitung*) lebih besar daripada *r-tabel*.

- Jika nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka butir soal dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai instrumen penelitian.
- Jika nilai $r_{hitung} \leq r_{tabel}$, maka butir soal dinyatakan tidak valid, sehingga perlu direvisi atau dieliminasi sebelum digunakan dalam pengambilan data penelitian.

Sesuai dengan prosedur pengembangan instrumen yang baik, pelaksanaan uji coba di lapangan dilakukan dalam dua tahap. Pada uji coba tahap pertama, ditemukan tiga butir soal yang dinyatakan tidak valid, yaitu soal Pilihan Ganda nomor 2 dan 6, serta soal Uraian Singkat nomor 4.

Tabel 3.10 Uji Validitas Soal Pilihan Ganda Sebelum Revisi

Item	r_hitung	r_tabel	Kesimpulan
PG1	0,570	0,333	Valid
PG2	0,030	0,333	Tidak Valid
PG3	0,615	0,333	Valid
PG4	0,710	0,333	Valid
PG5	0,697	0,333	Valid
PG6	0,210	0,333	Tidak Valid
PG7	0,465	0,333	Valid
PG8	0,671	0,333	Valid
PG9	0,600	0,333	Valid
PG10	0,591	0,333	Valid

Tabel 3.11 Uji Validitas Soal Uraian Sebelum Revisi

Item	r_hitung	r_tabel	Kesimpulan
------	----------	---------	------------

U1	0,437	0,333	Valid
U2	0,602	0,333	Valid
U3	0,643	0,333	Valid
U4	0,909	0,333	Valid
U5	0,456	0,333	Valid
E1	-0,619	0,333	Tidak Valid

Ketidak efektifan ketiga soal tersebut disebabkan oleh rendahnya daya pembeda, di mana peserta didik dari kelompok bawah mampu menebak dengan benar, sementara peserta didik kelompok atas mengalami kebingungan. Menindaklanjuti temuan tersebut, peneliti melakukan revisi secara komprehensif pada struktur kalimat tanya dan modifikasi pengecoh (*distractor*), untuk kemudian diujicobakan kembali pada tahap kedua. Adapun hasil analisis uji validitas tahap kedua (setelah revisi) terhadap 16 butir soal disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3.12 Uji Validitas Soal Pilihan Ganda Setelah Revisi

Item	r_hitung	r_tabel	Kesimpulan
PG1	0,617	0,333	Valid
PG2	0,887	0,333	Valid
PG3	0,660	0,333	Valid
PG4	0,732	0,333	Valid
PG5	0,587	0,333	Valid
PG6	0,862	0,333	Valid
PG7	0,517	0,333	Valid
PG8	0,645	0,333	Valid
PG9	0,513	0,333	Valid
PG10	0,563	0,333	Valid

Tabel 3.13 Uji Validitas Soal Uraian Setelah Revisi

Item	r_hitung	r_tabel	Kesimpulan
U1	0,687	0,333	Valid
U2	0,500	0,333	Valid
U3	0,530	0,333	Valid

U4	0,730	0,333	Valid
U5	0,558	0,333	Valid
E1	0,824	0,333	Valid

Setelah dilakukan revisi dan uji coba tahap kedua, seluruh butir soal memperoleh nilai r-hitung yang lebih besar daripada r-tabel sebesar 0,333. Nilai validitas soal pilihan ganda berada pada rentang 0,513 sampai 0,887, sedangkan soal uraian berada pada rentang 0,500 sampai 0,824. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh instrumen yang digunakan telah memenuhi kriteria valid dan mampu mengukur kemampuan literasi kuantitatif peserta didik sesuai dengan tujuan penelitian. Dengan demikian, instrumen yang telah direvisi dinyatakan layak digunakan untuk pengambilan data *Pre-test* dan *Post-test*.

3.9.2 Validitas Isi Instrumen Penelitian

Validitas isi diuji oleh 3 ahli:

1. Ahli materi biologi
2. Ahli media pembelajaran
3. Ahli pembelajaran

Instrumen dinilai menggunakan skala Likert 1-4 dengan kriteria:

- a. 4,21-5,00 = Sangat Valid
- b. 3,41-4,20 = Valid
- c. 2,61-3,40 = Cukup valid
- d. 1,81-2,60 = Kurang Valid
- e. 1,00-1,80 = Tidak Valid

3.9.3 Uji Reliabilitas Butir Soal

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi instrumen dalam mengukur kemampuan literasi kuantitatif peserta didik.

Rumus reliabilitas yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{S^2 - \sum pq}{S^2} \right)$$

Keterangan:

- r_{11} : Koefisien reliabilitas instrumen.
 k : Banyaknya butir soal.
 S^2 : Varians (standar deviasi kuadrat) dari skor tes.
 $\sum pq$: Jumlah hasil perkalian antara nilai p dan q .
 p : Proporsi peserta didik yang menjawab butir soal dengan benar.
 q : Proporsi peserta didik yang menjawab butir soal dengan salah ($q = 1 - p$).

Kriteria:

- a. $\alpha > 0,70$ = Reliabilitas tinggi
 b. $0,50 < \alpha < 0,70$ = Reliabilitas Sedang
 c. $\alpha < 0,50$ = Reliabilitas Rendah

Berdasarkan hasil analisis sebelum revisi, diperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,290 untuk soal pilihan ganda dan 0,276 untuk soal uraian. Nilai tersebut menunjukkan bahwa instrumen belum memiliki tingkat reliabilitas yang memadai karena masih berada di bawah batas minimal reliabilitas yang disyaratkan.

Tabel 3 14 Uji Reliabilitas Soal Pilihan Ganda Sebelum Revisi

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.290	10

Tabel 3 15 Uji Reliabilitas Soal Uraian Sebelum Revisi

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.276	6

Tabel 3 16 Uji Reliabilitas Soal Pilihan Ganda Setelah Revisi

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0,856	10

Tabel 3 17 Uji Reliabilitas Soal Uraian Setelah Revisi

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0,712	6

Setelah dilakukan revisi terhadap butir soal yang tidak valid, hasil uji reliabilitas menunjukkan peningkatan yang signifikan. Nilai *Cronbach's Alpha* pada soal pilihan ganda meningkat menjadi 0,856, sedangkan pada soal uraian meningkat menjadi 0,712. Nilai tersebut menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi karena berada di atas batas minimal 0,70. Dengan demikian, instrumen penelitian memiliki tingkat konsistensi yang baik dan mampu menghasilkan data yang stabil apabila digunakan pada kelompok dengan karakteristik yang relatif sama.

3.9.4 Uji Coba Instrumen

Uji coba instrumen dilakukan pada 30 peserta didik di luar sampel penelitian (kelas XI-5) untuk menguji:

1. Validitas item
2. Reliabilitas instrumen

Tabel 3.18 Kriteria Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Kriteria	Kriteria Penerimaan
Validitas	$t_{hitung} > t_{tabel}$ (0,05 untuk N=34)
Reliabilitas	$\alpha > 0,70$

3.10 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap, mulai dari pengolahan data kualitatif (observasi) hingga analisis data kuantitatif (tes dan angket). Analisis data dilakukan setelah semua data terkumpul dan telah melalui proses validasi dan reliabilitas. Berikut adalah rincian teknik analisis data yang digunakan:

3.10.1 Analisis Deskriptif Persentase

Analisis data kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan data yang bersifat deskriptif, seperti hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran dan respon peserta didik. Data ini dianalisis menggunakan teknik persentase untuk mendapatkan gambaran kualitatif yang dapat diinterpretasikan secara kuantitatif.

Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran Data observasi aktivitas guru dan peserta didik dianalisis untuk mengetahui tingkat keterlaksanaan pembelajaran. Persentase dihitung menggunakan rumus berikut (Sugiyono, 2022):

$$P = \frac{F}{N} \times 100$$

Keterangan:

- P = Persentase keterlaksanaan
 F = Frekuensi skor yang diperoleh
 N = Skor maksimal yang diharapkan

Kategori Keterlaksanaan:

- a. 81% - 100% : Sangat Baik
- b. 61% - 80% : Baik
- c. 41% - 60% : Cukup
- d. 21% - 40% : Kurang
- e. $\leq 20\%$: Sangat Kurang

Analisis Respon Peserta didik Data angket respon peserta didik terhadap E-LKPD STEAM dan *Spiro Tech DIY* dianalisis untuk mengetahui tingkat penerimaan peserta didik. Skor angket dikonversi ke dalam persentase dengan kriteria yang sama seperti di atas.

3.10.2 Analisis Data Kuantitatif

Analisis data kuantitatif dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian mengenai pengaruh E-LKPD STEAM terhadap pembelajaran mendalam. Analisis ini meliputi statistik deskriptif, uji prasyarat, dan uji hipotesis.

1. Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik data penelitian, seperti nilai rata-rata, standar deviasi, skor minimum, dan skor maksimum.

Rumus *Mean* (Rata-rata):

$$\tilde{x} = \frac{\sum X}{n}$$

Keterangan:

$\tilde{x}$ = Rata-rata skor
 ΣX = Jumlah seluruh skor
 n = Jumlah responden

Rumus Standar Deviasi (SD):

$$SD = \frac{\sqrt{(x - \tilde{x})^2}}{n - 1}$$

Keterangan:

SD = Standar deviasi
 x = Skor individu
 $\tilde{x}$ = Rata-rata skor

2. Uji Persyaratan Analisis

Sebelum melakukan uji hipotesis, data harus memenuhi asumsi statistik tertentu. Uji prasyarat ini dilakukan untuk memastikan data berdistribusi normal dan homogen.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Uji ini menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* atau *Shapiro-Wilk* dengan bantuan *software* SPSS.

Kriteria:

Jika nilai signifikansi (p) $> 0,05$, maka varians data homoen.

Jika (p) $< 0,05$, maka varians data tidak homogen (Field, 2021).

b. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk menguji apakah terdapat pengaruh signifikan dari penerapan E-LKPD STEAM berbasis *Spiro Tech DIY* terhadap pembelajaran mendalam.

Uji-t Independent Sample karena desain penelitian adalah *Quasi-Experiment* dengan dua kelompok independen (eksperimen dan kontrol), uji yang digunakan adalah *Independent Sample t-test*. Uji ini membandingkan rata-rata *posttest* antara kedua kelompok.

Rumus t-hitung:

$$t = \frac{\tilde{x}_1 - \tilde{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Kriteria Pengujian:

- Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ pada taraf signifikansi 5, maka H_0 ditolak dan H_a diterima (terdapat pengaruh signifikan).
- Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima (tidak dapat pengaruh signifikan).

Uji *Paired Sample t-Test*, uji ini dapat digunakan untuk membandingkan *pretest* dan *posttest* dalam satu kelompok yang sama untuk melihat peningkatan internal sebelum membandingkan antar kelompok.

c. Analisis *N-Gain Score*

Analisis *N-Gain* digunakan untuk mengukur tingkat peningkatan kemampuan peserta didik dari *pretest* ke *posttest*, yang disesuaikan dengan skor maksimal. Analisis ini penting untuk mengetahui efektivitas perlakuan dalam meningkatkan pemahaman konsep.

Rumus *N-Gain*:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Keterangan:

g = Nilai gain ternormalisasi

S_{post} = Skor *posttest*

S_{pre} = Skor *pretest*

S_{max} = Skor maksimal

Kategori Peningkatan:

$g > 0,70$: Tinggi

$0,30 < g \leq 0,70$: Sedang

$g \leq 0,30$: Rendah (Hake, 1999 dalam Wahab et al., 2021)

3.10.3 *Software* Analisis Data

Seluruh analisis data, baik uji prasyarat maupun uji hipotesis, akan dibantu menggunakan perangkat lunak statistik SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versi 27.0. *Software* ini dipilih karena kemampuannya dalam mengolah data kuantitatif secara akurat dan efisien, serta menyediakan berbagai uji statistik yang relevan untuk penelitian pendidikan (Creswell & Creswell, 2023).

