

BAB III

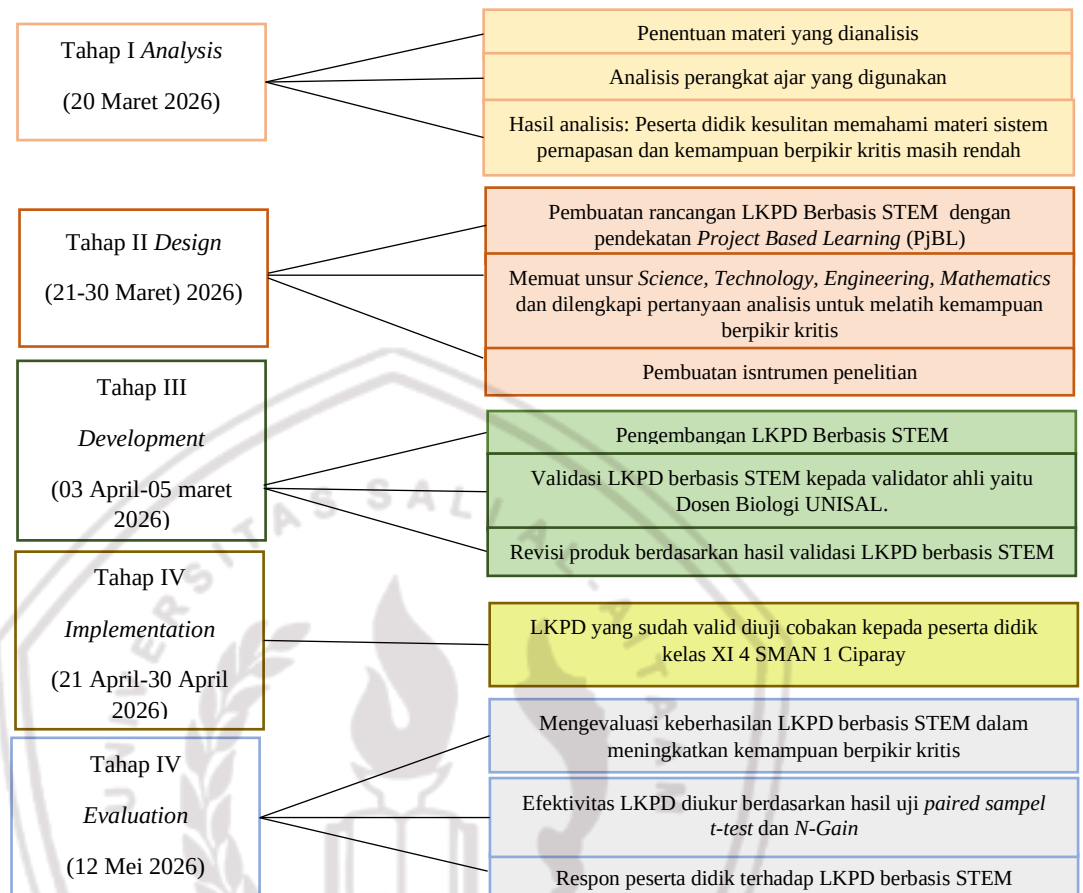
METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Depelopment*) dengan model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Branch (2009), untuk merancang dan menguji kelayakan produk pembelajaran yang dikembangkan. Menurut Sugiyono (2019), R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu melalui serangkaian proses yang sistematis, meliputi validasi produk, revisi, uji coba dan evaluasi sehingga produk yang dihasilkan layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Dalam penelitian ini, produk yang dikembangkan yaitu LKPD berbasis STEM pada materi sistem pernapasan.

Prosedur pengembangan produk pada penelitian ini mengacu pada model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahapan yaitu: *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Model ini dipilih karena tahapannya berurutan dan dapat di evaluasi pada setiap fase, sehingga memudahkan peneliti melakukan perbaikan produk secara bertahap sebelum diujicobakan kepada peserta didik.

Pengujian efektivitas produk dilakukan melalui desain pre-experiment dengan pola *one group pretest-posttest* yaitu pemberian test awal sebelum perlakuan dan test akhir setelah penggunaan LKPD berbasis STEM pada satu kelompok peserta didik. Desain ini digunakan untuk mengetahui adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis setelah penerapan produk, meskipun tanpa kelompok pembanding.



Gambar 3. 1 Bagan prosedur pengembangan

Sumber: Peneliti, (2026)

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Langkah awal dalam model pengembangan ADDIE adalah tahap analisis. Peneliti melakukan analisis kebutuhan melalui observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran Biologi di SMAN 1 Ciparay. Pada tahap ini peneliti melakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Menganalisis kurikulum yang digunakan sekolah, meliputi Capaian Pembelajaran (CP), Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), serta penyusunan kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP) pada materi sistem pernapasan.
- b. Menganalisis karakteristik peserta didik untuk mengidentifikasi kemampuan awal berpikir kritis, gaya belajar, serta kesulitan yang dihadapi

peserta didik dalam memahami materi sistem pernapasan, melalui observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran biologi.

- c. Menganalisis kebutuhan bahan ajar yang digunakan disekolah, yaitu kondisi LKPD yang tersedia serta keterlaksanaan pendekatan STEM dalam proses pembelajaran, melalui observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran biologi.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Berdasarkan hasil analisis tersebut, *Project Based Learning* (PjBL) dipilih sebagai strategi implementasi pendekatan STEM dalam LKPD, karena PjBL memungkinkan peserta didik mengalami secara langsung tahapan *Science*, *Technology*, *Engineering*, dan *Mathematics* melalui kegiatan proyek yang terstruktur, sekaligus melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik secara bertahap pada setiap fase kegiatan.

Berdasarkan pemilihan PJBL tersebut peneliti menyusun kerangka LKPD dengan membagi konten menjadi empat komponen utama yaitu *Science*, *Technology*, *Engineering*, dan *Mathematics*. Penyusunan LKPD diawali dengan menetapkan Capaian Pembelajaran, Alur Tujuan Pembelajaran, dan Tujuan Pembelajaran sebagai landasan arah pengembangan, kemudian merancang struktur kegiatan LKPD yang terdiri dari enam fase berbasis *Project Based Learning* (PJBL) yaitu Penentuan Proyek, Rancangan dan Desain Proyek, Menyusun Jadwal Kegiatan, Pelaksanaan Proyek Spirometer DIY, Menguji Hasil Proyek, dan Evaluasi Pengalaman.

Setelah kerangka dan alur kegiatan LKPD ditetapkan, peneliti kemudian merancang tampilan LKPD sebagai berikut:

- a. Memilih platform Canva sebagai media untuk merancang dan mengembangkan tampilan LKPD. Canva dipilih karena menyediakan elemen visual dan fitur desain grafis yang memudahkan peneliti dalam menghasilkan LKPD dengan tampilan menarik dan berwarna. LKPD yang

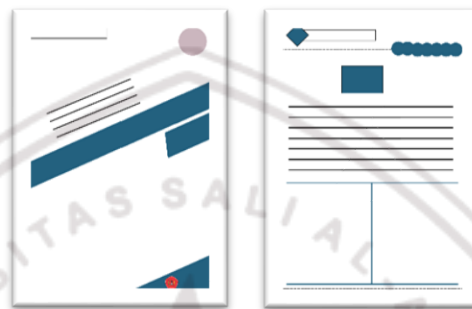
telah dirancang kemudian dicetak untuk digunakan pada kegiatan pembelajaran di kelas.

- b. Merancang tampilan visual LKPD secara menyeluruh, meliputi desain cover yang mencerminkan konsep sistem pernapasan, pemilihan warna yang tepat untuk meningkatkan daya tarik pada tampilan LKPD, penggunaan tifografi yang mudah dibaca, serta penambahan kotak bergaris sebagai ruang respon peserta didik pada setiap soal.
- c. Menyusun pertanyaan di dalam LKPD yang mengasah kemampuan berpikir kritis peserta didik pada setiap fase kegiatan.
- d. Merancang prosedur pembuatan project spitometer sederhana menggunakan bahan-bahan sederhana yang mudah didapat.
- e. Membuat rancangan instrument validasi yang digunakan untuk menilai kelayakan LKPD yang akan divalidasi oleh ahli materi, ahli media, serta merancang angket respon pengguna (peserta didik).

LKPD yang dikembangkan telah memuat unsur STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) secara terintegrasi dalam kegiatan pembelajaran. Unsur *science* terdapat pada penyajian konsep volume dan kapasitas paru-paru serta faktor yang mempengaruhi sistem pernapasan. Unsur *technology* ditunjukkan melalui penggunaan video pembelajaran, *QR code*, dan pengenalan spirometer digital sebagai alat pengukur kapasitas paru-paru. Unsur *engineering* terdapat pada kegiatan merancang, membuat dan mengevaluasi spirometer sederhana sebagai proyek pembelajaran. Sementara itu unsur *mathematics* terdapat pada kegiatan menghitung volume paru-paru, kapasitas paru-paru, dan menganalisis data hasil percobaan menggunakan rumus matematis. Dengan demikian, LKPD berbasis STEM dapat membantu peserta didik memahami konsep pembelajaran secara kontekstual dan aplikatif.

Selain memuat unsur STEM, LKPD yang dikembangkan juga mampu melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kemampuan berpikir kritis terlihat melalui kegiatan menganalisis permasalahan, menginterpretasikan data hasil pengamatan, memecahkan masalah, menarik kesimpulan, serta

menevaluasi hasil proyek yang telah dilakukan. Peserta didik dilatih untuk menghubungkan konsep sistem pernapasan dengan fenomena kehidupan sehari-hari melalui kegiatan eksperimen dan diskusi kelompok. Selain itu, adanya pertanyaan analisis dan evaluasi dalam LKPD membantu peserta didik berpikir secara logis, sistematis, dan ilmiah dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan.

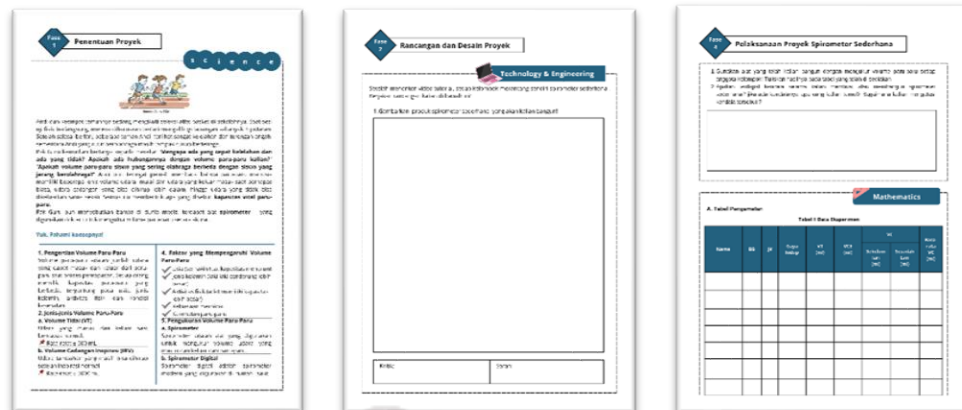


Gambar 3. 2Tampilan awal LKPD

Sumber: Peneliti, (2026)

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan peneliti merealisasikan produk yang telah dirancang pada tahap percobaan. Tahap ini mencakup pemeriksaan awal oleh dosen pembimbing untuk memastikan produk yang dibuat sudah sesuai sebelum di uji coba. Berdasarkan saran dari pembimbing produk akan dievaluasi dan divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, dan pengguna (peserta didik). Validasi ahli materi dilakukan oleh 2 orang dosen Biologi UNISAL, dipilih berdasarkan kompetensi dan bidang keilmuan yang relevan dengan materi sistem pernapasan. Validasi ahli media dilakukan oleh 2 orang dosen UNISAL yang memiliki kompetensi dalam bidang pengembangan media dan desain bahan ajar. Selain itu, uji keterbacaan dilakukan oleh 1 orang guru mata pelajaran biologi di SMAN 1 Ciparay yang berpengalaman mengajar materi sistem pernapasan. Produk dinyatakan layak mencakup aspek kelayakan materi, komponen STEM, serta penggunaan bahasa, dan indikator kelayakan dari ahli media yang mencakup aspek penyajian komponen, komponen STEM, serta kegrafisan LKPD. Setelah produk tervalidasi dilakukan revisi berdasarkan kritik dan masukan dari ahli materi dan ahli media.



Gambar 3. 3 Komponen STEM dalam LKPD

Sumber: Peneliti, (2026)

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Setelah LKPD dinyatakan layak, maka dilakukan uji coba kepada peserta didik. Uji coba dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan efektivitas produk dalam meningkatkan berpikir kritis, dengan penilaian melibatkan peserta didik sebagai respon nya. Pembelajaran dilaksanakan dengan diawali pemberian pretest, dilanjutkan dengan penyampaian konsep dasar sistem pernapasan sebagai apersepsi, kemudian penerapan LKPD berbasis STEM yang membimbing peserta didik merancang, membuat, dan menguji proyek spirometer sederhana secara bertahap sesuai enam fase kegiatan yang telah disusun, hingga akhirnya peserta didik mengerjakan posttest dan mengisi angket respon. Selama uji coba berlangsung dilakukan observasi pengamatan terhadap penilaian produk dan angket untuk menganalisis kepraktisan penggunaan produk, kemudian data yang dikumpulkan dianalisis.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi adalah tahap akhir yang dilakukan untuk mengevaluasi produk. Pada tahap ini dilakukan analisis dan pengujian terhadap hasil angket yang telah dilakukan pada saat uji lapangan. Proses sevaluasi ini mendapatkan masukan dari ahli media, ahli materi dan peserta didik, serta hasil observasi yang bertujuan untuk menilai keberhasilan LKPD berbasis STEM.

3.2. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah peserta didik XI di SMAN 1 Ciparay. Berdasarkan hasil obeservasi awal yang dilakukan bahwa seluruh kelas XI di SMAN 1 Ciparay terdiri dari 12 kelas dengan total 438 peserta didik. Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan secara *purposive sampling* dengan menetapkan kelas XI-4 yang berjumlah 37 peserta didik sebagai subjek penelitian. Pemilihan sampel didasarkan pada pertimbangan guru mata pelajaran dan kesesuaian karakteristik kelas dan tujuan penelitian diataranya yaitu kelas yang dijadikan sampel memiliki kemampuan akademik yang heterogen, sehingga representatif untuk menggambarkan karakteristik populasi secara umum, penetapan sampel juga dipertimbangkan ketersediaan waktu penelitian dan izin pelaksanaan di sekolah, serta karakteristik peserta didik yang masih rendah dalam kemampuan berpikir kritis tahap awal. Adapun objek penelitian adalah kemampuan berpikir kritis peserta didik pada mata pelajaran sistem pernapasan di sekolah SMAN 1 Ciparay.

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Ciparay pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Waktu penelitian dimulai pada tanggal 31 Maret hingga 31 Juni 2026 meliputi tahap analisis kebutuhan, pengembangan produk, validasi ahli, revisi, ujicoba terbatas, dan evaluasi hasil.

3.4. Desain Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, peneliti akan mengembangkan suatu produk berupa LKPD dengan metode yang akan digunakan adalah penelitian dan pengembangan. Metode penelitian dan pengembangan (R&D) digunakan untuk menghasilkan produk dengan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2014). Dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari 5 tahapan yaitu, *analysis, design, development, implementation and evaluation*.

Secara keseluruhan, desain penelitian ini mencakup empat alur utama, yaitu:

1). Alur pengembangan produk, dimana tahap *development* digunakan untuk

mengembangkan LKPD berbasis STEM pada materi sistem pernapasan; 2). Alur validasi, dimana produk yang telah dikembangkan divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kelayakan produk sebelum diujicobakan; 3). Alur implementasi. Dimana produk yang telah dinyatakan layak diimplementasikan kepada peserta didik untuk menguji efektivitasnya; serta 4). Alur evaluasi, dimana hasil uji coba dianalisis untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Untuk itu penelitian dilakukan guna memperoleh hasil yang valid melalui langkah atau tahapan yang sesuai dengan prosedur.

3.5. Variabel dan Operasional Variabel

3.5.1. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas (X) yaitu LKPD berbasis STEM yang diberikan kepada kelas pre-eksperimen XI 4, dan variabel terikat (Y) yaitu kemampuan berpikir kritis peserta didik yang diukur sebelum dan sesudah perlakuan. Secara operasional, kemampuan berpikir kritis diukur melalui skor pretest dan posttest berdasarkan indikator menganalisis, mensintesis, memecahkan masalah, menyimpulkan dan mengevaluasi.

3.5.2. Operasional variabel

Operasional variable disajikan pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Operasional Variabel

Variabel	Konsep Variabel	Indikator	Sumber data	Instrumen	Skala	Cara Penskoran
Bebas (X): LKPD berbasis STEM	Bahan ajar yang mengintegrasikan <i>Science</i> , <i>Technology</i> , <i>Engineering</i> , and <i>Mathematics</i>	Kelayakan LKPD: 1. Kelayakan isi 2. Kelayakan kebahasaan 3. Kelayakan penyajian 4. Kelayakan kegrafikan	Ahli materi, ahli media dan peserta didik.	Angket validasi dan respon peserta didik	Ordinal	Skala likert 1-4 (tidak layak-sangat layak), dikonversi ke presentase kelayakan

Terikat (Y):	Kemampuan berpikir reflektif dan masuk akal dalam memutuskan apa yang harus dilakukan (Norris & Ennis 1989)	5 indikator menurut Norris & Ennis yaitu:	Peserta didik	Soal esai uraian (pretest-postest)	Interval	(Skor yang diperoleh: skor maksimal) x100, kemudian hasil peretest dan postest dianalisis menggunakan N-Gain untuk melihat peningkatan sebelum dan sesudah perlakuan
Kemampuan Berpikir Kritis		1. Menganalisis 2. Mensintesis 3. Mengenali dan memecahkan masalah 4. Menyimpulkan 5. Mengevaluasi atau menilai				

Sumber: Peneliti, (2026)

3.6. Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Sampel penelitian adalah peserta didik kelas XI 4 sebagai kelas preksperimen. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik ini dipilih karena penelitian pengembangan tidak bertujuan untuk melakukan generalisasi secara luas, melainkan untuk menguji kelayakandan ke efektivitasan produk. Selain itu, pemilihan teknik ini dilakukan dengan pertimbangan: 1) Kelas yang dijadikan sampel memiliki karakteristik yang representatif berdasarkan nilai biologi sebelumnya; 2) Jadwal pembelajaran yang sesuai dengan rencana penelitian; 3) Penetapan sampel juga mempertimbangka ketersediaan waktu penelitian da izin pelaksanaan di sekolah; serta 4) Karakteristik peserta didik dalam pemilihan ini didasarkan atas rendahnya kemampuan berpikir kritis tahap awal.

3.7. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi dan wawancara pada tahap analisis awal untuk mengetahui kondisi serta kebutuhan pembelajaran. Selanjutnya digunakan angket validasi ahli untuk menilai kelayakan produk, angket respon peserta didik untuk mengetahui kepraktisan LKPD, serta pretest dan posttest untuk mengukur kemampuan berpikir kritis. Teknik pengumpulan data ini digunakan secara bersamaan agar data yang diperoleh dapat saling melengkapi, baik dari segi kelayakan produk maupun dampaknya terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Angket validasi diisi oleh ahli materi dan ahli media sebelum LKPD diujicobakan, sedangkan angket respon diisi oleh peserta didik setelah pembelajaran menggunakan LKPD selesai dilaksanakan. Data hasil test selanjutnya dianalisis menggunakan *N-Gain* dan *Paired Sampel T-Test* untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis setelah penggunaan LKPD. Penjelasan lebih rinci mengenai teknik pengumpulan data dapat diuraikan sebagai berikut:

3.7.1. Observasi

Observasi dilakukan pada tahap analisis awal untuk mengetahui kondisi pembelajaran di kelas, meliputi karakteristik peserta didik, dan bagaimana LKPD berbasis STEM digunakan selama kegiatan proses belajar mengajar berlangsung.

3.7.2. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada guru mata pelajaran biologi, untuk mengetahui informasi terkait kebutuhan pembelajaran, serta permasalahan yang dihadapi oleh peserta didik, sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengembangan LKPD berbasis STEM.

3.7.3 Teknis Tes

Tes adalah metode pengumpulan data yang dapat berupa pertanyaan, tugas, dan instrumen lain nya yang harus dijawab atau intruksi yang harus dilakukan oleh peserta didik. Pengumpulan data dengan teknik tes disebut juga dengan pengukuran (*measurement*). Tujuan tes ini untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran biologi, terutama materi sistem pernapasan. Metode

pengumpulan data dimulai dengan pengujian soal yang sudah di validasi. Pengujian validitas, dan reabilitas dilakukan setelahnya.

3.7.3.1. Uji Validitas

Validitas digunakan untuk mengukur tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen. Data sesuai dengan kaidah senyatanya dianggap valid. Untuk mengetahui validitas, digunakan uji statistik yakni teknik korelasi produk/moment sebagai berikut:

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

Jika $r_{xy_{hit}} > r_{xy_{tabel}}$ maka item tersebut dikatakan valid.

3.7.3.2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas merupakan ukuran yang menunjukkan seberapa dapat diandalkan dan dapat dipercaya alat ukur. Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan:

k : Banyaknya butir tes

S² : Standar deviasi

P : Proporsi Subjek yang menjawab benar

q : Proporsi subjek yang menjawab salah

r₁₁ : Kofisien reliabilitas tes

Jika $r_{hit} > r_{tab}$ untuk sig = 0,05 maka soal dinyatakan reliabel (Silitonga, 2014).

3.7.4. Non tes

3.7.4.1. Angket

Penelitian ini menggunakan angket validasi BSNP dan angket respon peserta didik.

1. Lembar validasi oleh ahli materi

Lembar validasi ahli materi berisi tiga aspek penilaian yaitu kelayakan pokok bahasan, komponen STEM dan penggunaan bahasa pada LKPD yang akan dikembangkan. Lembar ini akan di validasi oleh 2 dosen ahli materi. Instrumen

yang digunakan adalah skala likert dengan kriteria 1 (tidak valid), 2 (kurang valid), 3 (valid), dan 4 (sangat valid).

2. Lembar validasi oleh ahli media

Lembar validasi ahli media terdiri dari tiga aspek penilaian yaitu, penyajian komponen, komponen STEM, dan kegrafisan pada LKPD yang akan dikembangkan. Lembar ini akan divalidasi oleh 2 dosen ahli media. Instrumen yang digunakan adalah skala likert dengan kriteria 1(tidak valid), 2 (kurang valid), 3 (valid), dan 4 (sangat valid).

LKPD berbasis STEM dapat dinyatakan valid apabila memperoleh presentase skor $\geq 76\%$ atau berada pada kategori valid berdasarkan kriteria Suharsimi (2010).

3. Lembar angket respon peserta didik

Lembar angket ini digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap LKPD berbasis STEM pada materi sistem pernapasan yang dikembangkan.

3.8. Transformasi Data

Data skor yang diperoleh dari angket validasi dan hasil pretest-posttest ditransnasformasikan kedalam presentase untuk menentukan tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan produk. Data tersebut diperoleh melalui beberapa teknik pengumpulan data yaitu, angket validasi test, dan angket respon peserta didik. Data kevalidan produk diperoleh dari hasil penilaian validator ahli materi dan ahli media pada setiap aspek dalam lembar validasi menggunakan skala dengan skor 1-4 sesuai kriteria yang telah ditentukan.

Data keefektifan produk diperoleh melalui hasil pretest dan posttest peserta didik. Pretets diberikan sebelum penggunaan LKPD berbasis STEM untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis peserta didik, sedangkan posttest diberikan setelah pembelajaran menggunakan LKPD berbasis STEM untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setekah perlakuan diberikan.

Sementara itu, data kepraktisan diperoleh melalui angket respon peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis STEM dalam proses pembelajaran. Angket

diberikan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap tampilan, penggunaan, penyajian materi, dan kemudahan pengguna LKPD yang dikembangkan. Seluruh data yang diperoleh kemudian diolah dan ditransformasikan ke dalam presentase untuk menentukan tingkat kevalidan, kepraktisan dan keefektifan produk.

3.9. Uji Instrumen penelitian

Pengujian instrument penelitian menggunakan instrument tes berupa soal dan instrument non tes berupa angket. Instrumen tes divalidasi terlebih dahulu oleh ahli untuk memastikan kesesuaian isi dengan indikator berpikir kritis. Reabilitas instrument dihitung untuk mengetahui konsistensi hasil pengukuran. Selain itu, dilakukan uji keterbacaan untuk memastikan butir soal dapat dipahami oleh peserta didik sesuai tingkat perkembangan kognitifnya.

3.9.1. Instrumen Tes

Dalam proses pengembangannya, instrument tes kemampuan berpikir kritis terlebih dahulu divalidasi oleh ahli untuk menilai kesesuaian setiap butir soal dengan indikator berpikir kritis. Setelah dinyatakan sesuai oleh ahli, instrument test kemudian diujicobakan kepada peserta didik untuk selanjutnya dianalisis menggunakan uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dilakukan menggunakan teknik korelasi *product moment* untuk mengetahui apakah setiap butir soal secara statistik mampu mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik, sementara itu, uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi instrumen dalam mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Instrumen untuk mengukur ranah kognitif pada penelitian ini yaitu berupa tes uraian yang terdiri dari soal pretest dan posttest. Soal esai dirancang berdasarkan 5 indikator berpikir menurut Norris & Ennis (1989) yaitu kemampuan menganalisis, mensintesis, mengenali dan memecahkan masalah, menyimpulkan dan mengevaluasi atau menilai. Setiap indikator diwakili minimal 4 butir soal uraian yang dikembangkan dalam konteks materi sistem pernapasan. Kisi-kisi instrument test berpikir kritis disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. 2 Kisi kisi instrumen test

No Soal	Aspek Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	Skala penilaian
1, 2, 5	Menganalisis	a. Menganalisis perbedaan antara volume tidal, volume komplementer, dan volume suplementer berdasarkan grafik volume paru-paru b. Mengidentifikasi faktor-faktor fisiologis yang menyebabkan perbedaan kapasitas paru-paru antara atlet dan orang yang jarang berolahraga c. Menganalisis prinsip kerja spirometer dalam mengukur volume paru-paru manusia dan pentingnya dalam praktikum biologi	0-3
3, 6	Mensintesis	a. Menggabungkan konsep-konsep volume paru-paru untuk menentukan kapasitas vital paru-paru beserta makna biologisnya b. Merancang langkah-langkah pembuatan spirometer sederhana (DIY) dari bahan yang mudah ditemukan beserta prinsip ilmiah yang mendasarinya	0-3
4, 7	Mengenali dan memecahkan masalah	a. Menghitung kapasitas vital paru-paru berdasarkan data volume yang diberikan serta menginterpretasikan hasilnya b. Mengolah data hasil percobaan spirometer DIY untuk menghitung rata-rata volume	0-3

		paru-paru dan menganalisis kesesuaiannya dengan rentang normal usia remaja	
8	Menyimpulkan	a. Menarik kesimpulan dari data hasil praktikum spirometer DIY dan mengidentifikasi kemungkinan penyebab variasi kapasitas paru-paru antarsiswa	0-3
9, 10	Mengevaluasi dan Menilai	a. Membandingkan spirometer digital dengan spirometer DIY dari segi akurasi, biaya, dan kemudahan penggunaan secara kritis b. Menilai efektivitas penggunaan praktikum spirometer DIY terhadap pemahaman konsep volume paru-paru berdasarkan pengalaman peserta didik	0-3

Sumber: Peneliti, (2026)

3.9.2. Instrumen Non tes

1. Angket

1. Lembar validasi ahli materi

Lembar validasi ahli materi digunakan untuk mengetahui aspek kualitas materi. Pada aspek kualitas ketepatan isi materi terdapat tiga aspek penilaian yaitu kelayakan pokok bahasan, komponen STEM dan penggunaan Bahasa pada LKPD yang akan divalidasi oleh dosen ahli materi. Berikut kisi-kisi Instrumen validasi ahli materi:

Tabel 3. 3 Kisi-kisi Lembar Validasi oleh Ahli Materi

Aspek	Indikator
Kelayakan penyajian materi	Kesesuaian materi dengan Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) Kebenaran konsep materi Kemutakhiran kajian pustaka

Komponen STEM	Kesesuaian aspek STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>).
Penggunaan Bahasa	Kesesuaian Bahasa dan konsistensi penulisan.

Sumber: Adaptasi dari (BSNP, 2006)

2. Lembar validasi ahli media

Lembar validasi terhadap ahli media terdapat tiga aspek yaitu validitas penyajian komponen, komponen STEM dan kegrafikan pada LKPD yang akan di validasi oleh dosen ahli media. Berikut kisi-kisi validasi oleh ahli media:

Tabel 3. 4 Kisi-kisi Validasi oleh Ahli Media

Aspek	Indikator
Penyajian Komponen	Kesesuaian cover dan ketepatan identitas gambar Kejelasan penyajian materi dan gambar
Komponen STEM	Kesesuaian aspek STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)
Kegrafisan	Komposisi ukuran judul, gambar, karakter size dan font Ketepatan pemilihan ilustrasi cover dan warna

Sumber: Adaptasi dari (BSNP, 2006)

3. Lembar angket respon peserta didik

Lembar angket respon peserta didik terdapat empat aspek yaitu tampilan LKPD penyajian komponen materi, penggunaan bahasa, dan kemudahan penggunaan. Berikut kisi-kisi Instrumen respon peserta didik.

Tabel 3. 5 Angket Respon Peserta Didik

Aspek	Indikator
Tampilan LKPD	Kemenarikan cover, ilustrasi gambar dan perpaduan warna.
Penyajian Materi	Penyajian materi, petunjuk penggunaan dan gambar
Penggunaan Bahasa	Mengenai kemudahan dalam memahami materi
Kemudahan penggunaan	Memudahkan pemahaman dalam mempelajari materi

Sumber: Adaptasi dari (BSNP, 2006)

3.10. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan setelah semua data terkumpul. Tahap ini merupakan tahap penting karena merupakan tahap penentuan hasil. Untuk mendeskripsikan data penelitian dilakukan perhitungan sebagai berikut:

3.10.1. Analisis Uji Validasi

Data skor yang diperoleh dari hasil angket penilaian ahli materi dan ahli media akan dianalisa menggunakan skala likert dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Data yang diperoleh berupa daftar ceklist yang dirangkai dalam bentuk skala likert yang telah diberikan skor seperti yang terdapat pada tabel 3.5.

Tabel 3. 6 Kriteria Jawaban Skala Likert

No	Jawaban	Skor
1.	Sangat valid	4
2.	valid	3
3.	Kurang valid	2
4.	Tidak valid	1

Sumber: Riduwan, (2012)

- 2) Hasil validasi para ahli untuk semua elemen yang dievaluasi disajikan dalam bentuk tabel. Untuk menghitung tingkat kevalidan, skor rata-rata dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P= Besar frekuensi

F= Frekuensi Jawaban

n= Jumlah Responden

Nilai yang telah diperoleh akan dimasukkan ke dalam tabel distribusi penilaian validasi dalam bentuk presentase (%). Hal ini memungkinkan kategori ditetapkan menggunakan tabel 3.6 berikut:

Tabel 3. 7 Kriteria Jawaban dengan Skala Likert

Rata-rata	Kategori
76%-100%	Sangat valid
51%-75%	Valid
26%-50%	Kurang valid
0%-25%	Tidak valid

Sumber: Suharsimi (2010)

3.10.2 Uji N-Gain

Setelah data diolah menjadi skor, Langkah berikutnya adalah perhitungan gain temormalisasi. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk menentukan kualitas peningkatan penguasaan keterampilan berpikir kritis yang dihasilkan baik sebelum atau sesudah belajar. Rumus yang dikembangkan oleh Hake (1998) adalah sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}}$$

Keterampilan berpikir kritis yang ditingkatkan ditunjukkan oleh N-Gain (g) yang diperoleh. Kategori N-Gain disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3. 8 Interpensi Skor Rerata Gain Dinormalisasi

Rata-rata N-Gain	Interpretasi
$g > 0,70$	Tinggi
$0,36 < g \leq 0,70$	Sedang
$g \leq 0,30$	Rendah

3.10.3 Analisis Uji Keterbacaan

Uji keterbacaan dilakukan terhadap LKPD dan Instrumen test kemampuan berpikir kritis. Tujuan nya untuk melihat keterbacaan dan kejelasan dari LKPD dan Instrumen yang telah dikembangkan. Data skor yang diperoleh dianalisis menggunakan rumus:

$$\text{Nilai keterbacaan} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Hasil yang diperoleh dari perhitungan kemudian akan ditafsirkan dengan kategori sebagai berikut:

Tabel 3. 9 Kategori Hasil Keterbacaan

Rata-rata	Kategori
76%-100%	Sangat valid

51%-75%	Valid
26%-50%	Kurang valid
0%-25%	Tidak valid

3.10.4. Uji Normalitas

Data yang telah terkumpul dilakukan analisis dengan menggunakan perhitungan statistic melalui uji normalitas yaitu Shapiro Wilk. Uji Shapiro Wilk adalah sebuah metode atau rumusan perhitungan. Metode Shapiro Wilk adalah metode uji normalitas yang efektif dan valid digunakan untuk sampel berjumlah kecil (Quraissy, 2020).

Rumus perhitungan Shapiro Wilk:

$$T_3 = \frac{1}{D} \left[\sum_{i=1}^k a_i (x_{n-i+1} - x_i) \right]^2$$

Keterangan:

D = Coefficient test Shapiro Wilk

X_{n-i+1} = Angka ke n-i+1 pada data

Xi = Angka ke 1 pada data

Signifikansi dibandingkan dengan table Shapiro Wilk. Signifikansi uji nilai T3 dibandingkan dengan nilai tabel Shapiro Wilk, untuk dilihat posisi nilai probabilitasnya (p).

a. Jika nilai p > 5% ttabel, maka H0 diterima dan Ha ditolak.

b. Jika nilai p < 5% ttabel, maka H0 ditolak dan Ha diterima.

3.10.5. Uji Paired T-Test

Uji paired t-test dengan kriteria pengujian jika nilai sig > 0,05 artinya ada perbedaan antara perlakuan yang diberikan. Sebaliknya jika nilai sig < 0,05, artinya tidak ada perbedaan antara perlakuan yang diberikan. Uji t digunakan untuk nilai pretets dan postest.

Rumus:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s^2_{\frac{2}{1}}}{n_1} + \frac{s^2_{\frac{2}{2}}}{n_2} - 2r \left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} \right) \left(\frac{s_2}{\sqrt{n_1}} \right)}}$$

Keterangan:

X_1 = rata-rata sampel sebelum perlakuan

X_2 = rata-rata sampel setelah perlakuan

S_1 = simpangan baku sebelum perlakuan

S_2 = simpangan baku setelah perlakuan

N_2 = jumlah sampel sebelum perlakuan

3.10.6. Analisis Respon Peserta Didik

Data yang diperoleh dari angket respon siswa dianalisis menggunakan langkah sebagai berikut. Menghitung presentase (%) rata rata dari jawaban peserta didik, dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P= Besar frekuensi

F= Frekuensi Jawaban

n= Jumlah Responden

Hasil yang diperoleh dari perhitungan presentase kemudian akan ditafsirkan dengan kalimat kualitatif, dapat dilihat pada tabel.

Tabel 3. 10 Kriteria menghitung angket peserta didik

Interval skor	Kategori
0-39%	Sangat tidak baik
40-55%	Tidak baik
56-75%	Baik
76-100%	Sangat baik