

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Praktikum

Praktikum adalah aktivitas ilmiah dalam pembelajaran IPA yang melibatkan variabel, pengamatan, pembandingan atau kontrol dan penggunaan alat/bahan praktikum secara terstruktur. Kegiatan ini memudahkan pemahaman konsep IPA, karena melalui kegiatan praktikum siswa mengikuti proses secara langsung mengenai suatu konsep atau materi. Kegiatan praktikum dapat menyelaraskan pemahaman persepsi guru dan siswa terhadap suatu konsep pembelajaran. Melalui metode praktikum, siswa diharapkan dapat menguasai berbagai keterampilan secara menyeluruh, mencakup keterampilan kognitif, afektif, maupun psikomotorik. Hal itu juga mempengaruhi sikap siswa dan dapat membentuk pribadi yang bertanggung jawab (Afifah et al., 2022)

Saat kegiatan praktikum berlangsung maka siswa akan mengamati, membutuhkan alat dan bahan, menafsirkan data atau membuat hipotesis serta mengkomunikasikan hasil. Serangkaian kegiatan tersebut dapat mengembangkan semua indra dan melatih keterampilan dasar siswa. Menurut Eliyart & Rahayu (2021) terdapat sejumlah keterampilan yang bisa diamati selama praktikum yaitu:

1) Mengambil bahan

Siswa mampu mengenali dan menentukan jenis bahan yang sesuai dengan tujuan praktikum. Selain itu siswa mampu memahami sifat zat seperti tingkat bahaya, mudah terbakar, kandungan racun dan lainnya. Keterampilan dalam membaca label dan teknik mengambil bahan cair dengan baik juga dibutuhkan sebagai salah satu indikator penilaian siswa.

2) Menggunakan alat

Saat praktikum siswa diharuskan mampu menggunakan alat-alat dengan baik dan benar. Dalam menggunakan alat siswa dituntut untuk berhati-hati, tidak terburu-buru, serta menjaga ketenangan dan konsentrasi. Mengingat setiap alat praktikum memiliki berbagai jenis dengan fungsi yang berbeda, maka pemahaman siswa terhadap kegunaan masing-masing alat menjadi hal yang tidak dapat diabaikan.

3) Mengamati

Mengamati erat hubungannya dengan bagaimana pembelajaran mampu meningkatkan rasa penasaran dan antusias siswa selama praktikum sehingga mendorong siswa untuk berpikir kritis dalam setiap tahapan kegiatan praktikum.

4) Mengkomunikasikan

Kegiatan ini efektif untuk melatih siswa dalam mengkomunikasikan hasil pengamatan, saling bertukar informasi dan ide untuk menghindari miskonsepsi atas hasil praktikum.

5) Keselamatan kerja

Keselamatan kerja adalah salah satu bentuk pencegahan sekaligus penanganan awal terhadap potensi kecelakaan di laboratorium maupun di luar laboratorium. Keselamatan kerja menunjukkan sikap patuh, berhati-hati, dan disiplin. Keselamatan kerja juga mencerminkan karakter siswa yang taat aturan, penuh kehati-hatian, dan memiliki kedisiplinan tinggi dalam setiap kegiatan praktikum.

B. Panduan Praktikum

Panduan praktikum merupakan tuntunan yang digunakan siswa dalam proses praktikum agar kegiatan praktik berjalan lancar. Panduan praktikum yang baik dibuat berdasarkan karakteristik ilmiah sesuai dengan kurikulum Merdeka. Kegiatan praktikum mencakup langkah-langkah spesifik dan terarah, sehingga dibutuhkan panduan secara tertulis sebagai bahan dasar praktikum. Sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 36/D/O/2001, petunjuk praktikum diartikan sebagai acuan tertulis yang digunakan dalam pelaksanaan praktikum, mencakup rangkaian tahapan mulai dari persiapan, pelaksanaan kegiatan, pengolahan data, hingga penyusunan laporan akhir (Darmayanti, Wijaya, K. W., 2020).

Panduan praktikum berperan penting dalam menunjang kegiatan praktikum karena melalui panduan ini siswa mendapatkan pengalaman belajar yang berkesan dan penuh makna dengan mengoptimalkan potensi lingkungan sekitar sebagai sumber belajar (Anggrini, Jumiarni & Abbas 2023). Selain itu menurut Restudila, Fadilah & Fajrina (2025) bahwa dalam pembelajaran biologi, panduan praktikum telah terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa, minat belajar, serta partisipasi aktif mereka dalam pembelajaran. Kendati demikian, proses penyusunan panduan tersebut tidak dapat dilakukan secara sembarangan, karena guru perlu memastikan bahwa setiap syarat dan kandungan isi panduan telah memenuhi ketentuan yang relevan dan selaras dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

1) Karakteristik Panduan Praktikum

Panduan praktikum harus memuat semua materi yang diperlukan untuk

belajar secara mandiri dan menyajikan informasi secara sistematis agar siswa mudah memahami proses praktikum. Menurut Dikmenjur (2004) pengembangan panduan praktikum memperhatikan beberapa aspek yaitu :

1. *Self Instruction*

Self instruction atau instruksi adalah kegiatan dalam proses belajar siswa secara mandiri tanpa bergantung pada guru. Sikap ini merupakan sebuah proses melatih siswa dengan tertib dan teratur secara menyeluruh untuk meraih impian dan tujuan yang akan dicapai. Dengan demikian siswa dengan mudah membaca panduan, memahami teori, menyiapkan alat, melakukan eksperimen, dan menganalisis hasilnya secara mandiri.

Agar karakter *self instruction* terpenuhi, penuntun praktikum harus mencakup tujuan pembelajaran yang jelas dan mampu menggambarkan pencapaian Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar. Selain itu, panduan praktikum juga harus berisi materi pembelajaran yang disusun dalam komponen yang spesifik, sehingga pemahaman dapat dilakukan secara menyeluruh. Panduan perlu dilengkapi dengan contoh maupun ilustrasi untuk memperjelas pemaparan materi, serta menyediakan butir soal yang dapat digunakan untuk mengukur pemahaman siswa.

Materi yang disajikan juga harus bersifat kontekstual, yakni relevan dengan pengalaman, lingkungan, dan aktivitas siswa. Penggunaan bahasa yang mudah dipahami menjadi salah satu faktor penting dalam panduan. Selain itu, panduan perlu memuat rangkuman materi, aspek penilaian serta menyediakan umpan balik agar siswa mengetahui tingkat penguasaannya. Terakhir, panduan juga harus

mencantumkan rujukan atau sumber pengayaan yang mendukung materi pembelajaran.

2. *Self Contained*

Panduan praktikum disebut sebagai mandiri jika semua bahan pembelajaran yang diperlukan ada di dalam panduan tersebut. Konsep ini bertujuan untuk memberikan siswa kesempatan dalam mempelajari materi secara lengkap, sebab semua bahan belajar disajikan dalam satu kesatuan. Dengan semua bahan yang ada dalam satu kesatuan, siswa dapat belajar secara mandiri, terarah, dan berkelanjutan.

Selain itu, panduan ini juga memudahkan guru untuk mengelola pembelajaran karena seluruh komponen seperti tujuan pembelajaran, materi singkat, langkah kerja praktikum, ilustrasi pendukung, dan lembar kerja tersaji secara terpadu. Panduan yang *self contained* membantu meminimalkan kesenjangan pemahaman antar siswa, meningkatkan konsistensi pembelajaran, serta memastikan bahwa proses praktikum dapat berlangsung dengan lebih efisien dan efektif.

3. Berdiri Sendiri (*Stand Alone*)

Berdiri sendiri atau *stand alone* adalah sifat dari panduan praktikum yang tidak memerlukan bahan ajar atau media lain untuk digunakan. Siswa dapat belajar dan menyelesaikan tugas yang ada dalam panduan praktikum tanpa memerlukan bahan ajar tambahan. Ciri ini menunjukkan bahwa panduan tersebut berdiri sendiri dan tidak harus dipadukan dengan media pembelajaran lainnya. Meskipun mirip dengan *self contained*, karakteristik ini lebih mengutamakan kemandirian dari media itu sendiri.

Meskipun konsepnya sekilas mirip dengan *self contained*, karakteristik *stand alone* lebih menitikberatkan pada kemampuan panduan untuk digunakan tanpa memerlukan dukungan media lain yang harus diakses bersamaan. Dengan demikian, panduan praktikum yang *stand alone* memastikan bahwa proses belajar tetap dapat berlangsung secara optimal meskipun siswa hanya berpegangan pada satu sumber utama.

4. *Adaptif*

Panduan Praktikum seharusnya mampu beradaptasi dengan baik terhadap kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sebuah panduan dapat dianggap *adaptif* jika mampu mengikuti kemajuan dalam bidang pengetahuan dan teknologi, serta mudah digunakan di berbagai jenis perangkat keras. Panduan praktikum harus menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi atau fleksibel digunakan dalam berbagai kondisi.

Karakteristik ini memungkinkan panduan tetap relevan digunakan meskipun terjadi pembaruan konsep, metode, atau perangkat pendukung. Dengan daya adaptasi yang baik, panduan praktikum tidak hanya mengikuti perkembangan zaman, tetapi juga mampu diterapkan dalam berbagai kondisi pembelajaran, baik di laboratorium sekolah, kelas reguler, maupun pembelajaran berbasis teknologi.

5. Bersahabat/Akrab (*User Friendly*)

Panduan Praktikum harus memenuhi standar ramah pengguna atau akrab bagi penggunanya. Memakai bahasa yang simpel, mudah dipahami, dan menggunakan istilah yang biasa dipakai adalah salah satu cara untuk menjadi ramah pengguna. Tampilan yang rapi, alur yang terstruktur, dan instruksi yang

tidak membingungkan turut mendukung kenyamanan pengguna dalam memahami isi panduan.

Penyajian ilustrasi atau gambar yang informatif turut memperkuat kejelasan instruksi sehingga siswa memperoleh gambaran visual tentang langkah-langkah praktikum yang harus dilakukan. Panduan juga mempertimbangkan keberagaman kemampuan siswa, sehingga penyampaiannya tidak terlalu teknis dan tetap dapat diikuti oleh siswa dengan tingkat pemahaman yang berbeda-beda.

Dengan menyajikan desain yang mudah dipahami dan dapat diakses, panduan praktikum berfungsi sebagai lebih dari sekadar sumber informasi, ia juga menjadi alat yang membantu menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Hal ini membantu siswa merasa percaya diri dan termotivasi untuk terlibat aktif selama proses praktikum. Pada akhirnya, panduan yang *user friendly* tidak hanya mendukung keberhasilan pelaksanaan praktikum, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran IPA secara keseluruhan.

2) Tujuan Panduan Praktikum

Panduan praktikum merupakan sebuah panduan yang disusun untuk mempermudah guru dan siswa dalam pelaksanaan praktikum Manurung, Zati & Muslim (2023) penyusunan panduan praktikum memiliki beberapa tujuan yaitu :

1. Meningkatkan keaktifan dan kreativitas berpikir

Panduan praktikum dirancang untuk membuat siswa lebih terlibat dalam belajar. Dalam panduan ini, terdapat masalah atau tugas yang perlu mereka selesaikan sehingga siswa tidak hanya bergantung pada pengetahuan yang diberikan guru/pengajar sebelumnya. Selain itu tujuan panduan praktikum yaitu

siswa mampu memperoleh kreativitas berpikir ilmiah dan memperoleh pengetahuan yang bermakna.

2. Membantu merancang ide dan mengeksplorasi konsep

Panduan praktikum memungkinkan siswa untuk menemukan konsep dan mengembangkan keterampilan dalam menciptakan sebuah ide atau gagasan. Selain itu, mereka juga dapat membagikan pemikiran mereka berdasarkan data yang telah mereka kumpulkan selama penyelidikan sebagai bukti untuk mendukung desain mereka.

3. Membantu pembelajaran mandiri

Panduan mengarahkan atau melatih siswa terlibat dengan ide pembelajaran yang disediakan dalam panduan praktikum. Selain itu, mereka juga dapat membangun rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan tugas yang ada dalam panduan tersebut dengan sedikit bantuan dari guru atau bahkan tanpa bantuan sama sekali, karena mereka tumbuh sesuai dengan kemampuan mereka sendiri.

3) Langkah-langkah Penyusunan Panduan Praktikum

Penyusunan panduan praktikum perlu mengikuti kaidah yang sistematis agar hasilnya valid, praktis, serta layak digunakan di lingkungan pendidikan. Menurut Nasution (2013) langkah-langkah penyusunan panduan praktikum atau pengembangan panduan praktikum yaitu sebagai berikut :

1. Mendefinisikan beberapa tujuan dengan jelas dan spesifik, dalam bentuk perilaku siswa yang bisa dilihat dan diukur.
2. Urutan dari tujuan-tujuan tersebut akan menentukan langkah-langkah yang diambil selama praktikum.

3. Merencanakan kegiatan proses kegiatan belajar dan mengajar yang sesuai dengan kompetensi-kompetensi dalam tujuan pembelajaran.
4. Membuat posttest untuk menilai hasil belajar siswa, sejauh mana mereka memahami tujuan-tujuan dari panduan praktikum.
5. Menyediakan sumber bacaan yang bisa diakses siswa kapan saja mereka membutuhkannya..

4) Komponen Panduan Praktikum

Komponen yang lengkap dan terstruktur sangat penting untuk memastikan bahwa kegiatan praktikum dapat berjalan secara efektif dan sesuai tujuan pembelajaran. Menurut Rahman (2018) panduan praktikum memiliki komponen-komponen diantaranya yaitu :

- a. Judul dari praktikum, sebaiknya ringkas dan dapat memberikan gambaran umum tentang aktivitas yang akan dilakukan. Materi dapat disesuaikan dengan judul yang ada.
- b. Tujuan praktikum, menjelaskan apa yang akan dikerjakan, diuji, dibuktikan, atau dipelajari selama praktikum berlangsung.
- c. Indikator pencapaian berfungsi sebagai ukuran keberhasilan pembelajaran yang berkaitan dengan penilaian di dalam proses praktikum.
- d. Materi mencakup semua informasi yang berkaitan dengan kegiatan praktikum. Ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan membantu praktikan dalam menjalankan praktikum serta mencapai tujuannya.
- e. Alat dan bahan merujuk kepada daftar peralatan dan bahan yang diperlukan dalam praktikum.

- f. Cara kerja atau instruksi praktikum adalah urutan langkah yang perlu diikuti saat melakukan praktikum. Instruksi ini disusun secara teratur dengan menggunakan kata kerja yang jelas agar mudah dipahami oleh praktikan.
- g. Lembar pengamatan, lembar isian, atau daftar pertanyaan tersedia dalam panduan praktikum untuk mengukur pemahaman praktikan setelah pelaksanaan praktikum. Lembar pengamatan dilengkapi dengan tabel untuk memudahkan praktikan dalam mengumpulkan data observasi.
- h. Laporan akhir praktikum berfungsi sebagai tanggung jawab praktikan atas hasil kerjanya, dan praktikan diharapkan menulis laporan setelah praktikum selesai. Dalam laporan tersebut, praktikan diharapkan bisa menjawab berbagai pertanyaan.
- i. Daftar Pustaka

Selain komponen yang sudah disebutkan, panduan praktikum juga perlu mencakup aspek lain, yaitu teknis dan keselamatan saat melakukan praktikum. Aspek ini dalam panduan praktikum ini bertujuan agar selama kegiatan praktikum tidak terjadi sesuatu yang tidak diinginkan. Aspek keselamatan dapat berupa tata tertib, peringatan saat melaksanakan praktikum, atau lambang yang disertakan. Desain praktikum menjadi bagian yang tak kalah penting untuk menentukan tingkat keterbacaan, kemenarikan, serta kemudahan penggunaannya baik siswa maupun guru. Desain yang baik tidak hanya menampilkan informasi secara jelas dan sistematis, namun mampu membantu menciptakan pengalaman belajar yang lebih asik dan menyenangkan. Menurut (Anggrini et al., 2023) rancangan dari buku panduan praktikum yang telah dibuat mencakup sampul, pengantar, isi, bab

pembuka, tema praktikum, istilah penting, dan referensi.

Selain itu komponen panduan praktikum dalam produk pengembangan Hayati (2025) mencakup komponen panduan praktikum yang terdiri dari beberapa bagian, termasuk *cover* depan, tujuan pembelajaran serta indikator, prosedur pengamatan, kolom untuk pengolahan data dan hasil observasi, soal latihan, kolom kesimpulan, dan *cover* belakang. Dengan desain yang lebih seimbang, harmonis, dan tetap konsisten, buku ini menjadi lebih menarik dan mudah dipakai. Peningkatan dalam aspek tersebut menunjukkan bahwa buku panduan praktikum telah siap untuk diterapkan dalam proses belajar-mengajar yang efektif dan menarik dengan model *Project Based Learning* (Ihsan, Ayatusa'adah, & Rohmadi, 2024).

Dengan adanya panduan praktikum yang baik, diharapkan siswa dapat melaksanakan eksperimen dengan lebih efektif, mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, serta meningkatkan keterampilan ilmiah mereka (Mahrawi, M., Rifqiawati, I., & Mulyani, 2021). Berdasarkan hasil penelitian Mahrawi et al (2021) dapat disimpulkan bahwa produk buku panduan praktikum yang ia kembangkan pada materi sistem pencernaan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Selain itu terdapat juga penelitian Maheni, M., Jodion, S., & Evita (2021) mengenai pengembangan panduan praktikum dalam konteks keragaman genetik menggunakan *Project Based Learning* telah dinyatakan memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan. Hal ini didukung oleh skor persentase yang diperoleh dari ahli materi sebesar 94% dengan kategori sangat baik dan dari ahli media sebesar 86% yang juga termasuk

dalam kategori sangat baik. Selanjutnya, hasil uji coba pada kelompok kecil menunjukkan skor 80% yang berada dalam kategori baik, sedangkan uji coba pada kelompok besar mencapai 87% dalam kategori sangat baik.

C. Model Pembelajaran *Project Based Learning*

1) Pengertian Model Pembelajaran *Project Based Learning*

Project Based Learning ialah model pembelajaran yang berorientasi pada aktivitas proyek yang dirancang untuk melibatkan siswa secara aktif dalam pemecahan masalah nyata melalui kolaborasi dan eksplorasi mendalam. Menurut Rahmatillah et al (2025) Model *Project Based Learning* menempatkan siswa ke dalam posisi sentral dalam proses pembelajaran dapat dilakukan dengan cara melibatkan mereka secara aktif dalam pengembangan proyek nyata yang berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari. Model ini tidak hanya memberikan siswa kesempatan untuk mengaitkan teori dengan praktik, tetapi juga untuk melatih dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, serta kemampuan dalam berkomunikasi secara efektif.

Model pembelajaran *Project Based Learning* adalah sebuah pembelajaran yang bersifat inovatif yang menekankan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered*) dan menempatkan guru sebagai motivator dan fasilitator (Alhayat, Mukhidin, Utami & Yustikarini, 2016). Hal ini sejalan dengan penelitian Huda, M. K., Damanik, R., & Aldin (2024) bahwa pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan proses pembelajaran secara mandiri, fokus pada kebutuhan, mendorong inovasi, dan memposisikan guru sebagai fasilitator dalam proses belajar. Maka dari itu model ini menempatkan siswa sebagai subjek utama yang bertanggung jawab

terhadap proses belajarnya sendiri, sementara guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing jalannya proyek.

2) Karakteristik Model Pembelajaran *Project Based Learning*

Karakteristik utama model *Project Based Learning* mencakup adanya masalah atau pertanyaan menantang yang bersifat autentik, kegiatan investigasi yang terstruktur, otonomi belajar yang tinggi, penggunaan sumber belajar yang beragam, serta evaluasi berkelanjutan terhadap proses dan hasil belajar (Rahmawati & Surya, 2023). Melalui karakteristik tersebut, siswa tidak hanya menguasai pengetahuan konseptual, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kemampuan berkolaborasi, dan kemampuan mengorganisasi informasi secara sistematis. *Project Based Learning* menekankan penerapan prinsip *student-centered learning* yang memungkinkan siswa memiliki kebebasan dalam menentukan arah pembelajarannya (Handayani & Lestari, 2023).

Project Based Learning memiliki karakteristik antara lain adanya pertanyaan atau masalah yang menantang, fokus pada kegiatan siswa dalam mendesain dan mengembangkan produk, adanya otonomi belajar, penggunaan sumber belajar yang beragam, serta evaluasi berkelanjutan terhadap proses dan hasil belajar. Lima karakteristik tersebut menjadi ciri khas *Project Based Learning* yang memungkinkan siswa mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta keterampilan sosial melalui proses belajar yang bermakna (Rahmawati & Surya, 2023). Dengan memberikan ruang bagi kreativitas dan tanggung jawab individu, model ini mendorong terbentuknya pengalaman belajar bermakna serta memperkuat hubungan antara teori dan praktik.

3) Manfaat Model Pembelajaran *Project Based Learning*

Project Based Learning sangat relevan untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis, dan kreativitas. Pembelajaran berbasis proyek bermanfaat membantu siswa memahami konsep secara mendalam karena mereka terlibat langsung dalam konteks kehidupan nyata. Selain itu, *Project Based Learning* juga meningkatkan motivasi belajar karena siswa merasa memiliki kendali atas proses dan hasil pembelajarannya sendiri. Dengan demikian, penerapan *Project Based Learning* tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual tetapi juga membentuk karakter dan kompetensi yang diperlukan di era globalisasi (Rahman, S., & Arifin, 2021).

Model ini juga memfasilitasi pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*), sehingga siswa memiliki kesempatan lebih luas untuk berperan aktif dalam menentukan arah dan langkah-langkah pembelajaran yang akan mereka tempuh. Model ini memberi ruang bagi siswa untuk belajar melalui eksplorasi, kolaborasi, serta refleksi terhadap pengalaman yang diperoleh selama proses pembelajaran berlangsung. Pembelajaran yang berpusat pada siswa terbukti mampu meningkatkan tanggung jawab belajar dan motivasi intrinsik siswa dalam memahami suatu konsep secara mendalam (Yuliana & Supriyono, 2021).

Selain itu, penerapan *Project Based Learning* menjadikan siswa tidak hanya memahami konsep teoritis semata, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan konteks praktis di kehidupan nyata. Melalui kegiatan proyek, siswa belajar mengidentifikasi masalah, mencari solusi, dan mengkomunikasikan hasil

temuannya dalam bentuk produk nyata yang bermanfaat. Model *Project Based Learning* membantu siswa memahami dan menyerap teori dengan cara yang lebih relevan dengan kehidupan sehari-hari, serta melatih kemampuan berpikir kritis mereka sehingga bisa membuat keputusan yang terbaik dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi (Anggraini & Wulandari, 2021).

Dalam konteks pendidikan abad ke-21, *Project Based Learning* memiliki peran penting dalam menumbuhkan keterampilan esensial seperti komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis, dan kreativitas yang dikenal dengan istilah *4C skills*. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penerapan *Project Based Learning* secara konsisten mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kolaboratif melalui pengalaman belajar berbasis masalah dan proyek yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Rahmawati & Surya, 2023).

Keunggulan dari model pembelajaran berbasis proyek menurut penelitian Taupik, R. P., & Fitria (2021), dalam jurnal Yani, et al., (2020) mencakup: 1) meningkatkan motivasi siswa dalam proses pembelajaran proyek, 2) mengembangkan kreativitas dan inovasi siswa dalam memecahkan masalah, 3) memperkuat kerja sama antar siswa dan 4) membentuk sikap ilmiah seperti kejujuran, ketelitian, tanggung jawab dan kreativitas. Selain itu, *Project Based Learning* juga menekankan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*). Siswa diberi kesempatan untuk menentukan langkah-langkah pembelajaran, mengambil keputusan, dan mengelola waktu serta sumber daya selama proses proyek berlangsung (Handayani, et al., 2023). Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya berfokus pada penguasaan teori, tetapi juga penerapan konsep dalam situasi nyata yang menumbuhkan rasa tanggung jawab dan

kemampuan problem solving.

4) Langkah-langkah Model Pembelajaran *Project Based Learning*

Langkah-langkah utama dalam penerapan *Project Based Learning* menurut Kemendikbudristek (2022) meliputi menentukan pertanyaan mendasar (*essential question*), mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal pelaksanaan, memonitor kemajuan proyek, menguji hasil proyek dan mengevaluasi pengalaman belajar. Melalui tahapan tersebut, siswa didorong untuk bertanggung jawab terhadap proses belajarnya serta berkolaborasi dalam kelompok untuk mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Berikut ini merupakan tahap-tahap dan kegiatan dalam penerapan *Project Based Learning*.

Tabel 2.1 Tahapan dan Kegiatan Model *Project Based Learning*

No.	Tahapan Model Project Based Learning	Kegiatan yang Dilakukan			
		Guru		Siswa	
1	Menentukan pertanyaan mendasar (Essential Question)	Guru menyajikan permasalahan kontekstual yang relevan dengan kehidupan nyata siswa sebagai pemantik pembelajaran.	Siswa merumuskan pertanyaan utama yang menjadi fokus proyek serta menumbuhkan rasa ingin tahu terhadap topik pembelajaran.		
2	Mendesain perencanaan proyek	Guru memfasilitasi perencanaan proyek, meliputi penentuan tujuan, langkah kerja, sumber	Siswa menentukan tujuan dan merancang proyek secara kolaboratif dalam kelompok.		

		daya, dan pembagian tugas dalam kelompok.	
3	Menyusun jadwal pelaksanaan	Guru membimbing siswa dalam menyusun jadwal kegiatan proyek secara terstruktur dan realistis serta mengarahkan alokasi waktu setiap tahapan kegiatan.	Siswa, dengan bimbingan guru, menyusun jadwal kegiatan proyek secara realistis, mencakup pengumpulan data, diskusi, pembuatan produk, dan presentasi hasil.
4	Memonitor kemajuan proyek	Guru berperan sebagai fasilitator dengan memantau aktivitas siswa, memberikan umpan balik, serta membantu mengatasi kendala selama proyek berlangsung.	Siswa melaksanakan kegiatan proyek, melaporkan perkembangan secara berkala, menindaklanjuti umpan balik, dan bekerja sama dalam kelompok.
5	Menguji hasil proyek	Guru menilai hasil proyek berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, baik dari aspek proses maupun produk akhir.	Siswa mempresentasikan produk atau hasil proyek di hadapan guru dan teman-teman.
6	Mengevaluasi pengalaman	Guru memfasilitasi refleksi dan evaluasi	Siswa melakukan refleksi terhadap pengalaman

belajar terhadap proses serta hasil belajar yang diperoleh, proyek sebagai bahan termasuk keterampilan perbaikan pembelajaran berpikir kritis, selanjutnya. kolaborasi, dan pemecahan masalah.

Model *Project Based Learning* memiliki kontribusi besar terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis, dan kreativitas. Pembelajaran berbasis proyek memberikan ruang bagi siswa untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, mengasah kemampuan berpikir reflektif, serta meningkatkan motivasi belajar karena mereka merasa terlibat langsung dalam setiap tahapan pembelajaran (Rahman, S., & Arifin, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian Istiqomah et al (2022) penerapan model *Project Based Learning* yang terintegrasi dengan praktikum menunjukkan adanya perbedaan pada kemampuan berpikir kritis sebelum dan sesudah diberikan perlakuan, seperti yang terlihat dari hasil *uji paired sample test*. Rerata mean di kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis, yang didukung oleh hasil uji N-gain dan uji sampel independen. Penerapan model *Project Based Learning* yang diintegrasikan dengan praktikum dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada siswa kelas *high level* di kelas eksperimen. Menurut penelitian ini, ditemukan sebuah model pembelajaran yang bisa meningkatkan kemampuan berpikir kritis, yaitu model *Project Based Learning* yang diintegrasikan dengan praktikum. Dengan demikian, *Project Based*

Learning menjadi pendekatan yang relevan dan efektif dalam menghadapi tantangan pendidikan di era globalisasi dan digitalisasi saat ini.

D. Keterampilan Berpikir Kritis

1) Pengertian Berpikir Kritis

Kata kritis berasal dari bahasa Yunani, yaitu "*kritikos*" dan "*criterion*". Kata *kritikos* berarti pertimbangan, sedangkan *criterion* berarti ukuran buku atau standar. Sehingga arti kata kritis mengandung makna pertimbangan yang didasarkan pada suatu ukuran buku atau standar. Secara etimologi, berpikir kritis adalah sebuah aktivitas mental yang dilakukan seseorang untuk memberikan pertimbangan dengan menggunakan acuan atau standar tertentu. (Ningrum & Ratman, 2021).

Berpikir kritis merupakan kemampuan individu untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, serta menarik kesimpulan yang logis dan rasional berdasarkan bukti yang tersedia. Menurut Sari, M., & Lestari (2021), berpikir kritis adalah proses berpikir reflektif yang bertujuan untuk menentukan apa yang harus diyakini atau dilakukan dengan alasan yang masuk akal. Kemampuan ini menuntut seseorang untuk menilai keakuratan data, mengenali asumsi tersembunyi, serta membuat keputusan yang didasarkan pada pertimbangan logis dan objektif.

2) Indikator Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi penting yang

perlu dikembangkan dalam dunia pendidikan, karena berperan dalam membantu siswa berpikir secara logis, reflektif, dan sistematis dalam memecahkan berbagai permasalahan. Facione (2020) menyatakan bahwa berpikir kritis terdiri dari enam keterampilan utama, yaitu: (1) interpretasi, yakni kemampuan memahami dan memberi makna terhadap informasi; (2) analisis, kemampuan mengidentifikasi hubungan antar konsep atau data; (3) evaluasi, kemampuan menilai kredibilitas sumber atau argumen; (4) inferensi, kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan bukti; (5) penjelasan, kemampuan mengkomunikasikan alasan secara logis; dan (6) regulasi diri, yaitu kemampuan untuk meninjau dan memperbaiki proses berpikir sendiri.

Keenam aspek tersebut menjadi dasar dalam menilai sejauh mana seseorang mampu berpikir secara rasional dan sistematis. Berdasarkan Facione (2020) Ennis, (2011); dan Nosich (2012) berikut ini tabel aspek-aspek berpikir kritis.

Tabel 2.2 Indikator Berpikir Kritis

No	Aspek	Indikator	Instrumen
1	Interpretasi <i>(Interpretation)</i>	a. Mengidentifikasi informasi penting dari suatu masalah atau fenomena. b. Menafsirkan makna data atau hasil pengamatan.	Siswa mampu menjelaskan makna data hasil percobaan dengan benar.
2	Analisis <i>(Analysis)</i>	a. Membedakan fakta dan opini. b. Menentukan hubungan sebab-akibat antar variabel.	Siswa mampu menunjukkan hubungan antara

- c. Mengidentifikasi argumen variabel bebas dan atau alasan yang mendukung variabel terikat suatu kesimpulan. dalam percobaan.
- 3 Evaluasi
(*Evaluation*)
- a. Menilai keakuratan data atau informasi. Siswa dapat menilai apakah data hasil percobaan sudah berdasarkan bukti. sesuai dengan
- b. Mengevaluasi argumen percobaan sudah berdasarkan bukti. sesuai dengan
- c. Mengidentifikasi kesalahan hipotesis. logika atau bias.
- 4 Inferensi
(*Inference*)
- a. Menarik kesimpulan berdasarkan bukti. Siswa mampu menarik kesimpulan
- b. Merumuskan hipotesis atau prediksi yang logis. dari hasil pengamatan secara
- c. Menyusun alternatif solusi logis. dari suatu masalah.
- 5 Penjelasan
(*Explanation*)
- a. Menyusun argumen atau penjelasan yang didukung data. Siswa dapat mempresentasikan hasil percobaan
- b. Mengkomunikasikan hasil analisis dengan bahasa ilmiah. disertai alasan yang logis.
- c. Menjelaskan alasan di balik suatu keputusan atau

kesimpulan.

- 6 Regulasi Diri a. Meninjau kembali proses Siswa melakukan
(*Self-Regulation*) berpikir dan hasilnya. refleksi setelah
- b. Menyadari kesalahan dalam percobaan untuk
proses pemecahan masalah. memperbaiki
- c. Mengubah strategi berpikir kesalahan..
bila hasil tidak sesuai
harapan.
-

3) Karakteristik Siswa Berpikir Kritis

Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis menunjukkan karakteristik tertentu. Menurut Susdarwati, Dimas dan Hannum (2021) Berikut ini karakteristik siswa berpikir kritis 1. Mampu menganalisis informasi dengan mendalam dan rasa ingin tahu tinggi, 2. Mampu menyusun argumen yang logis dan berbasis bukti. 3. Mampu mengevaluasi argumen secara objektif. 4. Memiliki sikap terbuka terhadap ide baru. 5. Mampu menarik kesimpulan yang rasional. 6. Berani mengemukakan pendapat dengan tanggung jawab. 7. Mampu merefleksikan diri dan menyelesaikan masalah.

Karakteristik ini menunjukkan bahwa berpikir kritis tidak semata-mata berfokus pada hasil pemikiran, melainkan juga pada proses dan sikap dalam berpikir. Dengan demikian, pengembangan kemampuan berpikir kritis perlu menjadi salah satu fokus utama dalam perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran, khususnya dalam pembelajaran sains seperti biologi, agar siswa

mampu berpikir secara rasional, sistematis, dan ilmiah dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi.

4) Manfaat Berpikir Kritis

Dalam konteks pembelajaran IPA, keterampilan berpikir kritis sangat penting karena siswa dihadapkan pada fenomena ilmiah yang membutuhkan penalaran berbasis bukti empiris. Keterampilan berpikir kritis sangat penting untuk diajarkan dan dilatih sejak dini secara terus menerus sesuai dengan usia dan tahapan perkembangan siswa, agar siswa bisa memperhatikan berbagai masalah yang mungkin terjadi dalam kegiatan belajar dan berpikir bagaimana menyelesaikannya, sehingga hasil belajar bisa baik, bahkan berbagai masalah dalam kehidupan yang dihadapi di setiap tahapan perkembangan siswa bisa diatasi dengan kemampuan mencari solusi berdasarkan pengalaman belajar yang sudah mereka lalui (Ningrum & Ratman, 2021).

Dengan kemampuan berpikir kritis, siswa diajarkan untuk bertanggung jawab dalam setiap keputusan yang diambil. Seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis akan lebih hati-hati dalam mengambil keputusan dan selalu menganalisis semua informasi yang tersedia sebelum memutuskan. Berpikir kritis adalah kemampuan yang dikembangkan oleh siswa agar bisa mengatasi masalah dan memahami dengan benar informasi yang mereka terima (Wardani, Pujiastutik, & Sholekha, 2024).

Manfaat berpikir kritis adalah mendapat solusi dalam setiap permasalahan, antusias dalam pengembangan diri, dan dapat mengidentifikasi suatu permasalahan serta mampu menyampaikan pendapat dengan baik. Menurut

Pradana, R., Hidayat, M. T., & Astuti (2022) berpikir kritis membantu siswa dalam memahami konsep sains secara mendalam serta mengambil keputusan yang tepat berdasarkan data dan hasil pengamatan. Pembelajaran yang mendorong aktivitas penyelidikan, eksperimen, dan analisis data empiris dapat memperkuat kemampuan berpikir kritis sekaligus menumbuhkan sikap ilmiah siswa. Dengan demikian, pengembangan kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu tujuan utama dalam pembelajaran sains di era pendidikan abad ke-21

E. Pembelajaran IPA

Pembelajaran IPA adalah salah satu hasil dari penerapan kurikulum 2013 yang direkomendasikan digunakan dalam pendidikan dasar dan menengah pertama. Pembelajaran IPA adalah cara untuk membantu siswa memahami berbagai konsep dalam ilmu pengetahuan alam. Menurut Huda et al., (2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran ilmu pengetahuan alam mencakup sikap, proses, hasil, serta penerapan yang harus dikerjakan oleh siswa secara utuh. Pembelajaran IPA harus selalu memperhatikan pembentukan sikap, proses, hasil, dan penerapan. Siswa perlu memiliki kemampuan untuk memahami apa yang diamati, kemampuan untuk memperkirakan apa yang belum terjadi, serta kemampuan untuk menguji hasil eksperimen dengan menerapkan sikap ilmiah.

Pembelajaran IPA akan lebih efektif jika dikelola secara optimal. Proses belajar IPA lebih menekankan pada sebuah proses penelitian. Belajar ilmu pengetahuan alam dapat membantu siswa berpikir lebih baik dalam memahami berbagai fenomena yang terjadi di alam. Hal ini terjadi karena IPA dimulai dari proses penemuan oleh para ahli. Oleh karena itu, proses belajar IPA lebih

menekankan pada penelitian dan cara memecahkan masalah. Menurut Artawan, Pujani, N. M., & Juniartina (2022) Pembelajaran IPA bisa membantu siswa memahami alam dan berbagai fenomena yang terjadi di dalamnya dengan lebih baik, sehingga siswa lebih tertarik untuk mencari, menggali, dan menemukan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu ciri khas dari pembelajaran IPA adalah proses belajar yang dilakukan dengan cara mengamati, melakukan eksperimen, dan menyelesaikan permasalahan.

Pendekatan konsep dalam pembelajaran IPA bertujuan agar siswa dapat memahami konsep IPA, menerapkan dalam kehidupan sehari-hari dan juga menguasai keterampilan berpikir kritis. Proses pendekatan pembelajaran IPA bertujuan agar siswa dapat menguasai keterampilan proses sains (psikomotor) seperti merancang percobaan, berhipotesis, mengamati dan keterampilan proses lainnya (Wijaya dan Sudatha, 2025). Salah satu hal penting dalam belajar IPA adalah kemampuan untuk memahami konsep melalui proses yang melibatkan refleksi dan eksplorasi. Jika model pembelajaran diterapkan dengan tepat, maka dapat membantu siswa meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah, menginterpretasi data, serta membuat argumen berdasarkan bukti (Fauziah, R., & Ramdani, 2023).

F. Sistem Pernapasan Manusia

1) Pengertian Sistem Pernapasan Manusia

Sistem pernapasan manusia merupakan salah satu materi pokok dan mendasar dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Materi ini tercantum dalam Kurikulum Merdeka kelas VIII di SMPN 18 dan SMPN 23 Bengkulu Tengah. Materi sistem pernapasan termasuk dalam elemen sistem

kehidupan manusia, yang bertujuan agar siswa memahami struktur, fungsi, dan mekanisme organ-organ pernapasan serta pentingnya menjaga kesehatan sistem tersebut. Pemahaman mendalam terhadap sistem pernapasan membantu siswa mengaitkan konsep sains dengan kehidupan sehari-hari, terutama dalam konteks kesehatan dan lingkungan.

Untuk memastikan pembelajaran berlangsung secara terarah, diperlukan acuan capaian pembelajaran yang jelas sehingga guru dapat merancang aktivitas belajar yang sesuai dengan perkembangan siswa. Menurut (Kemendikbudristek, 2022) capaian pembelajaran pada materi sistem pernapasan manusia mencakup kemampuan siswa dalam:

1. Mengidentifikasi organ-organ yang berperan dalam proses pernapasan manusia.
2. Menjelaskan mekanisme pernapasan (inspirasi dan ekspirasi) serta pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida.
3. Menganalisis proses transportasi oksigen ke seluruh tubuh dan pembuangan karbon dioksida melalui darah.
4. Menjelaskan gangguan dan penyakit yang dapat terjadi pada sistem pernapasan.
5. Mengaitkan pentingnya pola hidup sehat dengan upaya menjaga fungsi organ pernapasan.

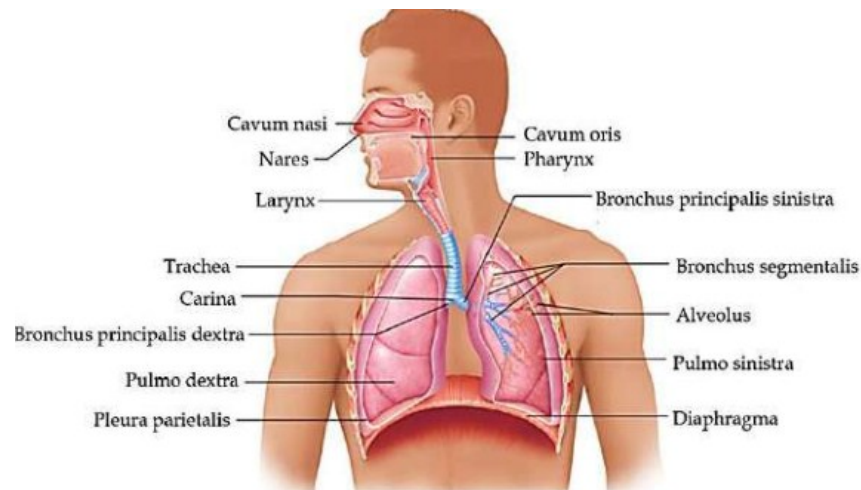
Sistem pernapasan dapat diartikan juga sebagai Proses dimana tubuh menggunakan energi, melepaskan karbohidrat, dan mengambil oksigen dikenal sebagai pernapasan, atau respirasi. Pernapasan manusia menunjukkan bahwa karbon dioksida dikeluarkan dari tubuh dan oksigen masuk ke dalam tubuh.

Dalam darah manusia, karbon dioksida dan oksigen dipertukarkan. Dua belas hingga dua puluh nafas per menit menunjukkan pernapasan manusia normal. Manusia biasanya membutuhkan 300 liter oksigen setiap hari untuk bernapas.

Kebutuhan oksigen seseorang meningkat secara signifikan ketika melakukan aktivitas berat, seperti olahraga. Jenis olahraga yang dilakukan, ukuran tubuh, dan jenis makanan semuanya mempengaruhi jumlah oksigen yang masuk. Manusia bisa bernapas dengan dua cara, yaitu bernapas melalui dada dan bernapas melalui perut. Manusia bernapas dengan menggunakan alat atau organ-organ pernapasan seperti hidung, faring, trakea, bronkus, bronkiolus, dan paru-paru. Di paru-paru yang sehat, jumlah udara yang bisa dihirup mencapai 4500 cc. Kapasitas ini umumnya disebut kapasitas total. Saat proses bernapas terjadi, hanya sebagian dari kapasitas vital udara yang digunakan, yaitu sekitar 3500 cc. Frekuensi pernapasan adalah jumlah udara yang masuk dan keluar tubuh pada setiap tarikan napas. Frekuensi pernapasan manusia dipengaruhi oleh sejumlah faktor, antara lain usia, jenis kelamin, suhu tubuh, postur tubuh, dan aktivitas. Frekuensi pernapasan Anda akan menurun seiring bertambahnya usia. Selain itu, karena tubuh laki-laki membutuhkan lebih banyak oksigen dan karbondioksida untuk diproduksi dibandingkan tubuh perempuan, laki-laki memiliki frekuensi pernapasan lebih tinggi dibandingkan perempuan.

2) Organ-Organ dan Fungsi Sistem Pernapasan

Organ-organ pernapasan manusia memiliki fungsi untuk memasukan udara yang mengandung oksigen dan mengeluarkannya dalam senyawa karbon dioksida dan uap air. Berikut ini gambar organ sistem pernapasan yaitu:



Gambar 2.1 Organ dan Bagian-bagian Sistem Pernapasan Manusia

Sumber : (Silphia Novelyn, Nazaruddin, Rahmawati Shoufiah, dan Trihandini, 2025)

a. Rongga hidung

Udara dari luar masuk ke dalam rongga hidung. Di dalam lubang hidung yang tertutup selaput, terdapat kelenjar minyak serta kelenjar keringat. Selaput itu berfungsi untuk menangkap benda-benda asing yang masuk ke dalam saluran pernapasan. Di dalam hidung juga terdapat rambut-rambut kecil dan tebal. Rambut-rambut itu berfungsi menyaring partikel kotor yang masuk ke dalam hidung bersama udara yang terhirup. Selain itu, ada juga konka yang berfungsi untuk memanaskan udara dingin yang masuk ke dalam rongga hidung.

b. *Faring*

Faring adalah saluran hidung yang mengalirkan udara ke laring. Saluran faring berpanjang 12,5 hingga 13 cm yang berada di antara saluran pernapasan dan saluran pencernaan.

c. *Laring* atau pangkal tenggorokan

Terdiri atas lempengan-lempengan tulang rawan. Dinding bagian dalam dapat digerakan oleh otot untuk membuka dan menutup *glotis*. *Glotis* merupakan

lubang/celah yang menghubungkan faring dengan trakea.

d. *Trakea*

Trakea adalah batang tenggorokan berbentuk seperti pipa yang terletak di bagian leher hingga ke dalam rongga dada. Dinding tenggorokan sangat tipis dan kaku, dan berada di dalam rongga *bersilia*. *Silia* ini berfungsi untuk menyaring benda-benda asing yang masuk melalui saluran pernapasan. Batang tenggorokan ada di depan kerongkongan. Batang tenggorokan terbagi menjadi dua cabang. Cabang-cabang tersebut akan membelah lagi di dalam paru-paru dan berubah menjadi saluran-saluran kecil yang dinamakan bronkiolus. Di dalam bronkiolus terdapat gelembung-gelembung kecil yang disebut gelembung paru-paru atau alveolus.

e. *Bronkus* atau cabang batang tenggorokan

Cabang-cabang tenggorokan berperan sebagai saluran udara yang memungkinkan udara masuk dan keluar dari paru-paru. Struktur batang tenggorokan hampir sama dengan cabang tenggorokan, hanya saja tulang rawan pada bagian batang tenggorokan memiliki bentuk yang tidak rata. Cabang tenggorokan juga dilindungi oleh cincin tulang rawan yang mengelilinginya secara baik. Cabang-cabang dari batang tenggorokan memiliki bronkiolus, yang merupakan cabang berikutnya. Batang tenggorokan memiliki dua cabang, yaitu cabang kiri dan kanan, yang masing-masing pergi ke paru-paru, lalu cabang tersebut berkelanjutan lagi. Cabang-cabang kecil yang masuk ke paru-paru disebut alveoli, dan pembuluh kapiler ini memungkinkan oksigen dan udara masuk ke dalam aliran darah.

f. *Pulmo* atau paru-paru

Jumlah sepasang dan terletak diantara rongga dada. Paru-paru dilapisi oleh selaput ganda yang dinamakan pleura. Paru-paru sebelah kanan dibentuk oleh tiga gelambir, sementara paru-paru sebelah kiri memiliki dua gelambir. Di dalam paru-paru, struktur bronkus terbagi-bagi menjadi bronkiolus. Bronkiolus yang paling akhir dikenal sebagai bronkiolus respirasi. Di dalam bronkiolus respirasi, terdapat gelembung-gelembung yang disebut alveolus. Alveolus adalah lokasi di mana pertukaran oksigen berlangsung dengan karbondioksida.

Selain untuk bernapas, sistem pernapasan manusia juga memiliki fungsi untuk membuat suara. Berikut adalah beberapa fungsi sistem pernapasan manusia:

a. Menghirup dan menghembuskan udara atau bernapas

Pada organ paru, udara masuk melalui saluran hidung dan mulut. Setelah itu, udara bergerak melewati faring, laring, dan trakea sebelum mencapai paru-paru. Kemudian, udara akan dikeluarkan kembali melalui jalur yang sama. Ketika proses inhalasi terjadi, diafragma dan tulang rusuk bergerak ke atas. Saat kapasitas paru-paru bertambah, tekanan udara berkurang dan udara pun masuk. Saat melakukan ekshalasi, otot-otot menjadi santai, ukuran paru-paru menyusut, dan udara dikeluarkan.

b. Pertukaran Gas antara Paru-paru & Aliran Darah

Di dalam paru-paru, terjadi pertukaran antara oksigen dan karbon dioksida yang merupakan limbah. Proses ini dikenal sebagai respirasi eksternal dan berlangsung di alveoli. Oksigen yang masuk akan mengaitkan molekul hemoglobin dalam sel darah merah dan kemudian didistribusikan melalui aliran darah.

c. Pertukaran gas antara aliran darah dan jaringan di dalam tubuh

Aliran darah berfungsi untuk mendistribusikan oksigen ke sel-sel tubuh dan mengeluarkan limbah karbon dioksida. Proses ini dikenal sebagai respirasi internal. Dalam tahap ini, sel darah merah bertugas mengangkut oksigen yang diperoleh dari paru-paru ke seluruh tubuh melalui sistem peredaran darah. Oksigen yang berasal dari udara dimanfaatkan untuk proses oksidasi biologis di mitokondria, yang menghasilkan energi dalam bentuk ATP, sementara karbon dioksida dikeluarkan sebagai produk sampingan dari metabolisme (Purwanto, A., Rahmawati, E., & Wibowo, 2021).

d. Menciptakan Suara

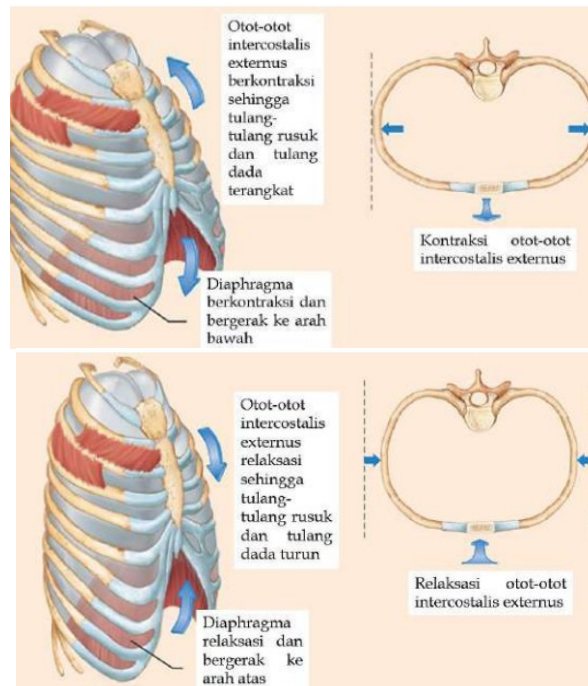
Udara yang bergetar melalui pita suara akan menghasilkan bunyi. Bunyi ini terbentuk oleh struktur dalam sistem pernapasan atas. Ketika bernafas, udara mengalir dari paru-paru menuju kotak suara. Saat seseorang berbicara, otot di laring akan menggerakkan tulang rawan aritenoid, yang kemudian akan mendorong pita suara. Getaran yang kuat pada pita suara akan menciptakan suara bernada tinggi. Sebaliknya, getaran yang lemah akan menghasilkan suara bernada rendah

e. Mencium bau

Saat udara masuk ke dalam hidung, zat-zat kimia yang ada di udara akan mengaktifkan reseptor pada sistem saraf. Rangsangan ini akan mengirimkan informasi ke otak. Informasi tersebut akan bergerak dan dari sanalah manusia dapat mengidentifikasi aroma. Secara umum, sistem pernapasan manusia terdiri dari organ-organ utama seperti hidung, tenggorokan, kotak suara, trakea, cabang bronkus, bronkiolus, dan kantong udara.

3) Mekanisme Pernapasan

Bernapas, atau *ventilasi pulmonal*, terdiri dari dua fase yaitu inspirasi atau inhalasi, dan ekspirasi atau ekshalasi. Pada inspirasi terjadi gerakan udara ke dalam pulmo, dan pada ekspirasi terjadi gerakan udara ke luar pulmo. Struktur yang terlibat dalam proses ventilasi adalah otot-otot *intercostalis* pada pernapasan dada dan diafragma pada pernapasan perut (Silphia Novelyn, S et al., 2025).



Gambar 2.2 Mekanisme Otot-otot Pernapasan pada Manusia

Sumber: (Silphia Novelyn, S et al., 2025).

1. Pernapasan Dada

Pernapasan dada adalah pernapasan yang melibatkan otot antartulang rusuk. Mekanismenya dapat dibedakan menjadi fase inspirasi dan fase ekspirasi. Fase inspirasi berupa berkontraksinya otot antartulang rusuk sehingga rongga dada membesar, akibatnya tekanan dalam rongga dada menjadi lebih kecil daripada tekanan di luar dan paru-paru mengembang, sehingga udara luar yang kaya oksigen masuk ke dalam paru-paru.

Fase ekspirasi merupakan fase relaksasi atau kembalinya otot antartulang rusuk ke posisi semula yang diikuti oleh turunnya tulang rusuk sehingga rongga dada menjadi kecil, keadaan ini membuat paru-paru mengempis. Sebagai akibatnya, tekanan di dalam rongga dada menjadi lebih besar daripada tekanan luar, sehingga udara dalam rongga dada yang kaya karbondioksida keluar..

2. Pernapasan Perut

Pernapasan perut merupakan pernapasan yang mekanismenya melibatkan aktivitas otot-otot diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada. Mekanisme pernapasan perut dapat dibedakan menjadi dua tahap yakni fase Inspirasi dan fase ekspirasi. Pada fase inspirasi otot diafragma berkontraksi jika otot diafragma berkontraksi maka diafragma yang semula cembung ke atas bergerak turun menjadi agak rata. Akibatnya rongga dada membesar dan tekanan menjadi kecil sehingga udara luar masuk ke dalam paru-paru. Fase ekspirasi merupakan fase berelaksasinya otot diafragma (kembali ke posisi semula mengembang) sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar, akibatnya udara keluar dari paru-paru.

Di antara inspirasi dan ekspirasi, tekanan paru-paru sama dengan atmosfer. Begitu inspirasi mulai, ada penurunan sedikit tekanan udara masuk paru-paru. Tekanan akhir inspirasi udara yang baru dimasukkan mempunyai tekanan yang seimbang. Begitu ekspirasi dalam mode dengan daya elastisitasnya pada 2–3 mmHg. Akibatnya, udara keluar paru-paru. Karena itu dalam setiap ekspirasi, tekanan dalam paru-paru kembali ke tekanan atmosfer. Pada saat istirahat, siklus inspirasi dan ekspirasi terjadi berulang-ulang antara 15–18 kali per menit (Yasinta

Sepe, F., & Stanis, 2023). Pada dasarnya manusia sebenarnya bernapas seluruhnya melalui diafragma sejak lahir. Untuk menarik napas lebih dalam. Namun seiring bertambahnya usia, mereka kehilangan kebiasaan menggunakan diafragma untuk bernapas. Tanpa disadari, setiap aktivitas sehari-hari memaksa kita untuk secara bertahap beralih ke pernapasan dada.

4) Manfaat Pembelajaran Sistem Pernapasan Bagi Siswa

Dalam konteks pembelajaran IPA topik sistem pernapasan manusia memiliki karakteristik yang ideal untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif siswa. Menurut Handayani & Lestari (2023) kegiatan eksperimen sederhana seperti mengamati model paru-paru, menganalisis frekuensi pernapasan, atau membuat simulasi pertukaran gas dapat membantu siswa memahami konsep secara konkret. Melalui pendekatan tersebut, siswa tidak hanya memahami aspek biologis sistem pernapasan, tetapi juga mampu mengintegrasikan konsep sains, teknologi, dan lingkungan dalam kehidupan sehari-hari.

Secara pedagogis, pembelajaran sistem pernapasan manusia juga berfungsi menumbuhkan kesadaran akan pentingnya menjaga kesehatan tubuh dan lingkungan. Menurut Pratama, Nugroho, & Lestari (2020), pemahaman tentang hubungan antara struktur organ dan fungsinya dapat meningkatkan literasi sains siswa serta membentuk sikap ilmiah seperti rasa ingin tahu, tanggung jawab, dan kepedulian terhadap kesehatan diri dan masyarakat. Dengan demikian, pembelajaran sistem pernapasan manusia tidak hanya berorientasi pada aspek kognitif, tetapi juga mengintegrasikan aspek afektif dan psikomotor secara

seimbang sesuai dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

Pembelajaran sistem pernapasan manusia pada jenjang SMP memiliki potensi besar dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS). Menurut Wahyuni, S., & Hidayat (2022), melalui analisis mekanisme pernapasan dan keterkaitannya dengan faktor lingkungan, siswa dapat dilatih untuk melakukan penalaran ilmiah, mengevaluasi data eksperimen, serta mengaitkan konsep-konsep biologi dengan isu-isu global seperti polusi udara dan perubahan iklim. Misalnya, siswa dapat melakukan proyek penyelidikan tentang pengaruh kualitas udara terhadap kesehatan paru-paru manusia menggunakan pendekatan ilmiah sederhana.

Hal ini sesuai dengan penelitian Gaffar et al (2023), yang menunjukkan bahwa metode pembelajaran berbasis proyek yang melibatkan penggunaan alat bantu akan meningkatkan ketertarikan siswa dalam proses belajar. Implementasi pembelajaran berbasis proyek ini membantu siswa merasakan secara langsung masalah risiko yang ditimbulkan oleh merokok melalui alat peraga, sehingga mereka dapat memperoleh solusi nyata untuk mengatasinya (Berlian, Nilasari, Nulhakim, & Ramadhani, 2024). Selain penguatan aspek kognitif, pembelajaran sistem pernapasan juga menekankan pada penerapan nilai-nilai karakter. Kegiatan seperti kampanye anti-merokok, penanaman pohon untuk menjaga kualitas udara, atau proyek pembuatan alat sederhana pemantau udara, merupakan contoh konkret penerapan nilai tanggung jawab sosial melalui pembelajaran IPA.

Dengan memanfaatkan metode *Project Based Learning*, pembelajaran mengenai sistem pernapasan bisa disusun dengan cara yang lebih relevan dan menarik. Contohnya, pendidik dapat mengajak peserta didik untuk menciptakan

model paru-paru menggunakan bahan daur ulang, melakukan pengamatan pernapasan dalam berbagai kondisi aktivitas, atau merancang poster tentang pentingnya menjaga kualitas udara (Aliyah, N., & Muthi, 2025). Selanjutnya Situmeang (2024) mengemukakan bahwa kegiatan semacam ini tidak hanya membuat siswa lebih memahami konsep ilmiah dengan cara yang nyata, tetapi juga mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu, proyek yang mengintegrasikan unsur seni dan kreativitas, seperti membuat brosur atau poster, juga mendukung perkembangan kemampuan berpikir kreatif.

Dalam konteks kurikulum Merdeka, guru juga memiliki fleksibilitas untuk mengaitkan materi sistem pernapasan dengan proyek lintas disiplin (*cross-disciplinary project*). Misalnya, proyek pembuatan poster digital tentang dampak polusi udara dapat mengintegrasikan aspek sains, teknologi informasi, dan seni visual. Menurut Nurhasanah, S., & Dewi (2024) integrasi lintas bidang seperti ini memperkuat keterampilan kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas siswa secara simultan. Dengan demikian, pembelajaran sistem pernapasan yang dirancang secara lintas disiplin bukan hanya memperkaya pemahaman konten, tetapi juga membentuk karakter dan kompetensi siswa yang relevan dengan tantangan abad ke-21.

G. Hasil Penelitian yang Relevan

Beberapa hasil penelitian sebelumnya mengenai panduan praktikum berbasis *Project Based Learning* untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa:

1. Istiqomah, Nur et al (2022), berdasarkan hasil penerapan model *Project Based Learning* yang terpadu dengan praktikum Studi Antagonisme *Escherichia coli* dan *Candida albicans*, terlihat adanya

perbedaan dalam kemampuan berpikir kritis mahasiswa sebelum dan sesudah menerima perlakuan tersebut. Berdasarkan uji pasangan sampel, rata-rata mean di kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis.

2. Maheni, et al., (2021) Penelitian ini mengembangkan produk untuk diberikan kepada mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Jambi. Pengembangan panduan praktikum keragaman genetik menggunakan model *Project Based Learning*, dinyatakan sudah layak digunakan. Hal ini dikatakan layak karena mendapatkan persentase skor dari ahli materi sebesar 94% (sangat baik) dan dari ahli media sebesar 86% (sangat baik). Uji coba pada kelompok kecil menunjukkan 80% dengan kategori baik, sementara uji coba pada kelompok besar menunjukkan 87% dengan kategori sangat baik.
3. Restudila et al., (2025), pembelajaran biologi di SMA Kabupaten Pesisir Selatan dengan menerapkan praktikum telah terbukti dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep, minat mereka dalam belajar, serta kemampuan berpikir kritis. Guru berusaha mengatasi kendala alat dengan menggunakan bahan biasa dan teknologi digital.
4. Mahrawi et al.,(2022) menyatakan bahwa berdasarkan hasil penilaian oleh para ahli dan tanggapan siswa kelas XI di SMA Negeri 2 Kota Serang, dapat disimpulkan bahwa buku panduan praktikum mengenai konsep sistem pencernaan yang dirancang tersebut sangat layak digunakan untuk membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.
5. Anggrini, et al., (2023) menyimpulkan bahwa hasil rata-rata uji validasi

dan uji keterbacaan panduan praktikum untuk mahasiswa Pendidikan Biologi UNIB yang sedang mengikuti mata kuliah Mikrobiologi diketahui bahwa penuntun praktikum yang dikembangkan layak digunakan untuk uji coba pemakaian. Hasil validasi sebesar 91,4% dengan kriteria “sangat valid” dan hasil uji keterbacaan sebesar 90,13% dengan kategori “sangat layak”.

6. Berdasarkan hasil penelitian Ihsan, et al., (2024) mengembangkan buku petunjuk praktikum untuk kelas XI di SMA Muhammadiyah 1 Palangka Raya menunjukkan bahwa (1) hasil validasi dari ahli materi dan ahli media menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada Tahap 1 dan Tahap 2; (2) buku petunjuk praktikum berbasis *Project Based Learning* mengalami peningkatan kualitas dalam hal isi yang layak, penyajian yang baik, dan sesuai dengan konteks.
7. Pada penelitian Berlian, et al., (2024) diketahui bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek memberikan pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas 8 yang menggunakan tema bahaya merokok bagi sistem pernapasan di SMPN 14 Kota Serang. Hasil persentase skor post-test kelas eksperimen adalah 78,1%, kategori baik, sementara kelas kontrol mencapai 65,1%, yang termasuk dalam kategori cukup baik.

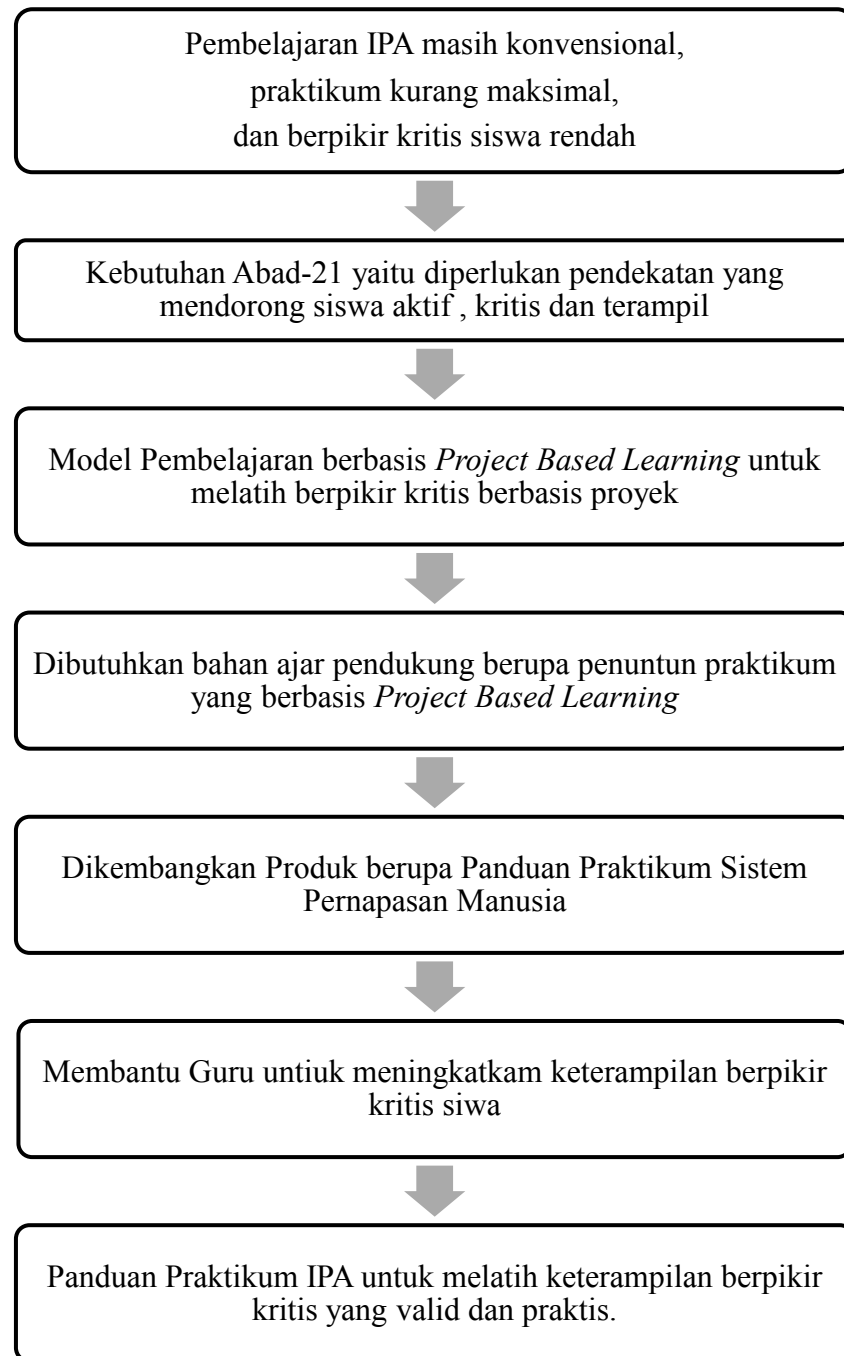
H. Kerangka Berpikir

Keterampilan berpikir kritis tidak terbentuk dengan sendirinya, melainkan perlu dilatih secara konsisten melalui proses pembelajaran yang aktif, bermakna, dan kontekstual. Dengan demikian, peran guru dalam merancang pengalaman belajar yang mendorong siswa untuk berpikir secara mendalam menjadi sangat

krusial dalam membentuk generasi yang cakap dan adaptif di era modern ini.

Namun, realitas di lapangan menunjukkan kondisi yang belum sepenuhnya sejalan dengan harapan tersebut. Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan di SMPN 18 dan SMPN 23 Bengkulu Tengah, kegiatan pembelajaran IPA, khususnya pada materi sistem pernapasan manusia, masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru. Metode pembelajaran yang digunakan cenderung monoton dengan penyampaian materi secara satu arah, sementara kegiatan praktikum yang melibatkan siswa secara aktif dan kontekstual masih sangat minim dilaksanakan. Kondisi ini menyebabkan siswa kurang mendapat kesempatan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya, sehingga pemahaman mereka terhadap materi pun cenderung bersifat hafalan dan tidak mendalam.

Panduan praktikum ini diharapkan dapat membantu guru dalam melaksanakan pembelajaran yang tidak sekadar prosedural, tetapi juga mengajak siswa untuk mengeksplorasi, mengajukan pertanyaan, merumuskan masalah, dan merancang solusi berbasis proyek. Panduan praktikum ini tidak hanya berfungsi sebagai acuan teknis, tetapi juga sebagai pendukung terwujudnya pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*). Kerangka berpikir yang mendasari penelitian ini dapat digambarkan dalam bagan berikut:



Gambar 2.3 Bagan Kerangka Berpikir

Dengan demikian, dapat diasumsikan bahwa pengembangan panduan praktikum berbasis *Project Based Learning* akan menumbuhkan keterampilan berpikir kritis pada materi sistem pernapasan manusia di SMPN 18 dan SMPN 23 Bengkulu Tengah.

