

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Keterampilan Proses Sains (KPS)

2.1.1.1 Pengertian Keterampilan Proses Sains (KPS)

Pengembangan KPS menarik para ilmuwan pendidikan sains setalah peluncuran proyek kurikulum *Science-A Process Approach* (SAPA) pada 1967. Kurikulum ini dirancang untuk mengembangkan KPS pada peserta didik dalam mendukung investigasi ilmiah mereka dan untuk membimbing guru tentang praktik KPS yang akan di pelajari di berbagai tingkat kelas. Sejak pengembangannya, gagasan bahwa peserta didik harus belajar dan terlibat dalam proses sains menjadi elemen penting dalam pengajaran sains (Gizaw & Sota, 2023)

Menurut Suja (2020) keterampilan proses sains merupakan kemampuan dasar untuk mendapatkan pengetahuan tentang produk-produk sains. Pendapat Ozgelen dalam Gizaw & Sota (2023) bahwa KPS merupakan pendekatan yang mencakup aktivitas mental dan fisik untuk mengumpulkan dan mengorganisir infomasi kemudian menggunakan untuk membuat prediksi, menjelaskan fenomena, memecahkan masalah, memahami metode ilmiah, dan belajar sains.

Rustaman dalam Aldi & Ismail (2023) menerangkan bahwa KPS adalah keterampilan yang meliputi penggunaan kemampuan peserta didik dalam kognitif, *soft skill*, dan manual. Keterampilan kognitif ketika peserta didik menggunakan proses berpikirnya dalam pembelajaran. *Soft skill* termasuk pada kegiatan pembelajaran yang melibatkan KPS. Sedangkan keterampilan manual yang dibutuhkan seperti penerapan alat dan bahan, persiapan alat dan bahan, serta pengukuran.

Pada kaitannya dalam proses pembelajaran, keterampilan proses sains menurut Derlina & Afriyanti dalam Rini et al. (2022) merupakan kemampuan yang kompleks yang seringkali digunakan oleh para ilmuwan dalam melaksanakan penyelidikan secara ilmiah ke dalam rangkaian proses pembelajaran. Menurut Sari, dkk dalam Alkahfi et al. (2024) bahwa keterampilan proses sains merupakan pendekatan manajemen proses belajar yang menekankan pada keterlibatan aktif dan inovatif peserta didik. Sejalan dengan itu, definisi lain oleh Gürses, Çetinkaya, Doğar, & Şahin dalam Elvanisi et al. (2018) keterampilan

proses sains adalah keterampilan dasar yang mendukung pembelajaran dalam ilmu sains, memungkinkan peserta didik berpartisipasi secara aktif, menumbuhkan rasa tanggungjawab, meningkatkan proses belajar, serta mengembangkan metode penelitian.

Dari pemaparan tersebut dapat disimpulkan bahwa keterampilan proses sains merupakan kemampuan dasar yang kompleks pada sains melalui aktivitas pembelajaran secara aktif oleh peserta didik dengan cara penyelidikan ilmiah dalam menjelaskan fenomena dan memecahkan masalah.

2.1.1.2 Karakteristik Keterampilan Proses Sains (KPS)

Karakteristik KPS menurut Finley dalam Gizaw & Sota (2023) sebagai berikut.

- a. KPS terorganisir secara hierarkis dengan kemampuan untuk menggunakan setiap proses tingkat atas bergantung pada kemampuan untuk menggunakan proses dasar yang lebih sederhana.
- b. Setiap KPS adalah keterampilan intelektual secara spesifik yang digunakan oleh semua ilmuwan dan dapat diterapkan untuk memahami fenomena apapun.
- c. Setiap KPS adalah perilaku yang dapat dikenali dari ilmuwan yang dapat dipelajari oleh peserta didik
- d. KPS dapat digeneralisasi atau ditransfer di berbagai ranah materi dan berkontribusi pada pemikiran rasional dalam kehidupan sehari-hari.

2.1.1.3 Indikator Keterampilan Proses Sains (KPS)

Pada awalnya *American Association for Advancement of Science* (AAAS) pada tahun 1967 mengidentifikasi dua belas keterampilan sebagai keterampilan proses sains dalam proyek *Science-A Process Approach*. Keterampilan ini dikategorikan berdasarkan tingkat kompleksitasnya : KPS dasar dan terintegrasi. (Gizaw & Sota, 2023)

KPS dasar adalah keterampilan pada tingkat yang lebih rendah yang mencakup : pengamatan (*observing*), pengelompokan (*classifying*), pengukuran (*measuring*), prediksi (*predicting*), penarikan kesimpulan (*inferring*), dan komunikasi (*communication*). Sedangkan KPS terintegrasi adalah keterampilan pada tingkat kompleksitas yang lebih tinggi dan biasanya merupakan hasil dari kombinasi dua atau lebih

keterampilan dasar yang mencakup : mengendalikan variabel (*identifying and controlling variables*), mendefinisikan variabel secara operasional (*defining variables operationally*), merumuskan hipotesis (*formulating hypotheses*), bereksperimen (*experimenting*), merumuskan model (*formulating models*), dan menginterpretasikan data (*interpreting data*).

Kemudian pada tahun 1993, asosiasi tersebut telah mengurutkan KPS menjadi 15 aktivitas, seperti: mengamati (*observing*), mengukur (*measuring*), mengklasifikasikan (*classifying*), berkomunikasi (*communicating*), memprediksi (*predicting*), menyimpulkan (*inferring*), menggunakan angka (*using number*), menggunakan hubungan ruang/waktu (*using space/time relationship*), bertanya (*questioning*), mengendalikan variabel (*controlling variables*), mengajukan hipotesis (*hypothesizing*), mendefinisikan secara operasional (*defining operationally*), merumuskan model (*formulating models*), merancang eksperimen (*designing experiments*), dan menginterpretasikan data (*interpreting data*) (Gizaw & Sota, 2023).

Berikut tabel 2.1 memaparkan indikator keterampilan proses sains beserta subindikatornya menurut Rustaman (2007)

Tabel 2. 1 Indikator KPS dan Subindikatornya

No.	Indikator KPS	Subindikator KPS
1.	Mengamati (<i>Observing</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan sebanyak mungkin alat indera - Membaca skala alat ukur
2.	Mengelompokkan/ Mengklasifikasi (<i>Classifying</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Mencatat setiap pengamatan secara terpisah - Mencari perbedaan dan persamaan - Mengontraskan ciri-ciri - Membandingkan - Mencari dasar pengelompokan atau penggolongan
3.	Menafsirkan (<i>Interpreting</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Menghubungkan hasil-hasil pengamatan - Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan - Menyimpulkan
4.	Meramalkan (<i>Predicting</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan pola-pola hasil pengamatan

		<ul style="list-style-type: none"> - Mengungkapkan apa yang mungkin terjadi pada keadaan sebelum diamati
5.	Mengajukan pertanyaan (<i>Questioning</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Bertanya apa, mengapa, dan bagaimana - Bertanya untuk meminta penjelasan - Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis
6.	Merumuskan hipotesis (<i>Hypothesizing</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian - Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah
7.	Merencanakan percobaan (<i>Planning</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Menentukan alat/bahan/sumber yang akan digunakan - Menentukan variabel/faktor penentu - Menentukan apa yang akan diukur, diamati dan dicatat - Menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja
8.	Menggunakan alat dan bahan	<ul style="list-style-type: none"> - Memakai alat dan bahan - Mengatahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan
9.	Menerapkan konsep (<i>Applying</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru - Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjalankan apa yang sedang terjadi
10.	Berkomunikasi (<i>Communicating</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengubah bentuk penyajian - Memberikan/menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram - Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis

		<ul style="list-style-type: none"> - Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian - Mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah atau suatu peristiwa
--	--	--

Untuk lebih meluaskan pandangan pengukuran keterampilan secara praktis, beberapa indikator keterampilan proses sains yang digunakan dalam berbagai penelitian yang dilakukan beberapa tahun terakhir disajikan dalam tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2. 2 Perbandingan Penerapan Indikator KPS dalam Penelitian

No.	Author	Tingkat	Indikator KPS yang Digunakan
1.	Yunita & Nurita (2021)	SMP	Mengamati, memprediksi, mengklasifikasi, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, menentukan variabel, menyelidiki, menganalisis, menyimpulkan, mengomunikasikan.
2.	Ramdani et al. (2024)	SMP	Mengamati/observasi, mengelompokkan/klasifikasi, berhipotesis, merencanakan percobaan/penelitian, berkomunikasi
3.	Elvanisi et al. (2018)	SMA	Mengamati/observasi, mengelompokkan/klasifikasi, menafsirkan/interpretasi, meramalkan/prediksi, berhipotesis, merencanakan percobaan/penelitian, berkomunikasi. (Prasasti, 2017; Rustaman et al., 2005).
4.	Hamadi et al. (2018)	SMA	Keterampilan dasar berupa observasi, menginferensi, mengukur, mengkomunikasi, mengklasifikasi, dan dapat memprediksi, sedangkan proses yang dimaksud dengan keterampilan proses terintegrasi merupakan keterampilan yang mampu untuk mengontrol variabel, memberikan definisi operasional, dapat merumuskan hipotesis, menginterpretasikan data, dan dapat melakukan eksperimen. (Rustaman, 2015)

5.	Sutriyani (2019)	SMA	Mengamati, mengklasifikasi, berkomunikasi, interpretasi, hipotesis, mengajukan pertanyaan, prediksi
6.	Senisum (2021)	SMA	Mengamati, membuat hipotesis, mengelompokkan, berkomunikasi, mengidentifikasi dan mengontrol variabel, menyimpulkan, memprediksi, dan keterampilan bereksperimen.
7.	Hartati et al. (2022)	SMA	Berhipotesis, mengajukan pertanyaan, melaksanakan percobaan, mengamati, menafsirkan, berkomunikasi.
8.	Atikah & Haryanto (2025)	SMA	Mengamati/observasi, mengelompokkan, meramalkan atau dugaan, mengajukan pertanyaan, melakukan percobaan atau eksperimen, menyimpulkan data, mengomunikasikan. (Rustaman, 2015)

Sumber : Kajian Literatur

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat disimpulkan bahwa indikator keterampilan proses sains (KPS) pada umumnya dibagi menjadi dua berdasarkan kompleksitasnya, yakni KPS dasar dan terintegrasi. Sedangkan untuk kebanyakan peneliti terutama pada tingkat kelas yang lebih tinggi seperti di SMA menggunakan keterampilan proses yang menggabungkan kps dasar dan terintegrasi sehingga dalam penelitian ini mempertimbangkan untuk menggunakan keterampilan proses sains gabungan keduanya yang disesuaikan dengan materi.

2.1.1.3 Pembelajaran yang Dapat Meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS)

Keterampilan yang terintegrasi dalam aktivitas ilmiah mencakup aspek kognitif maupun psikomotor, yang berperan sebagai sarana dalam mengonstruksi pemahaman terhadap konsep, prinsip, serta teori selama proses pembelajaran berlangsung (Damayanti et al., 2025). Agar proses pembelajaran dapat berjalan secara optimal, peran guru perlu difungsikan sebagai motivator sekaligus fasilitator yang mendorong keterlibatan aktif siswa. Oleh karena itu, dalam pelaksanaan kegiatan

belajar mengajar, pemilihan model pembelajaran yang tepat menjadi aspek penting untuk mengaktifkan partisipasi peserta didik sehingga dapat mendukung peningkatan hasil belajar secara maksimal (Lubis & Nasution, 2021). Sejalan dengan hal tersebut, menurut Sutiono dalam Damayanti et al. (2025), keberhasilan pengembangan keterampilan proses sains sangat ditentukan oleh pemilihan model pembelajaran yang tepat dan pelaksanaannya yang optimal. Beberapa model pembelajaran yang dikembangkan dalam meningkatkan keterampilan proses sains sebagai berikut.

Model *discovery learning* meningkatkan KPS dengan tidak hanya mendorong partisipasi aktif peserta didik dan menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan keterampilan proses sains siswa melalui sintaksnya (Mellenia, Erman, & Sulistianah, 2024). Selanjutnya model inkuiiri terbimbing menunjukkan siswa menjadi terlibat lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran dengan menerapkan konsep dalam proses ilmiah yang sistematis (D. C. Yunita & Martini, 2025). Sejalan dengan itu siswa dapat menemukan konsep, prinsip, maupun teori sehingga memungkinkan mereka untuk mengembangkan konsep yang telah ada atau bahkan mengajukan sanggahan terhadap temuan sebelumnya berdasarkan analisis yang kritis (Ristiani et al., 2025). Model kooperatif *learning* meningkatkan keterampilan proses sains melalui interaksi aktif antar peserta didik yang mendorong kolaborasi dalam berbagi informasi, berdiskusi, serta menyelesaikan masalah secara bersama, sehingga dapat mengasah kemampuan berpikir kritis dan analitis yang penting dalam pembelajaran sains (Eirene et al., 2024). Model *argument driven inquiry* dapat meningkatkan keterampilan proses sains karena siswa terdorong lebih aktif dalam berkomunikasi dengan melemparkan argument sehingga siswa lebih disiplin dan teratur (Lubis & Nasution, 2021). Model *project based learning* juga dapat meningkatkan keterampilan proses sains, keterlibatan aktif dan kolaborasi antar siswa ini memberikan bekal keterampilan penting untuk menghadapi tantangan kehidupan nyata, sekaligus memastikan bahwa setiap siswa menjadi pusat dalam proses belajar (Damayanti et al., 2025). Model *problem based learning* (PBL) juga dapat melatih keterampilan proses sains siswa (Nasir et al., 2023). Hal ini karena PBL diawali dari

penyajian permasalahan yang mendorong siswa untuk mengeksplorasi dan menemukan solusi secara mandiri, sehingga pemahaman terhadap konsep sains menjadi lebih mendalam melalui proses belajar yang aktif dan berbasis pengalaman langsung (Ramadhan et al., 2023).

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat dipahami bahwa keterampilan proses sains dapat ditingkatkan melalui berbagai model pembelajaran sehingga mendukung proses berfikir siswa secara ilmiah dan sistematis. Beberapa diantaranya yaitu model *discovery learning*, inkuiri terbimbing, kooperatif *learning*, ADI, *project based learning*, dan *problem based learning*.

2.1.2 Model *Problem Based Learning* (PBL)

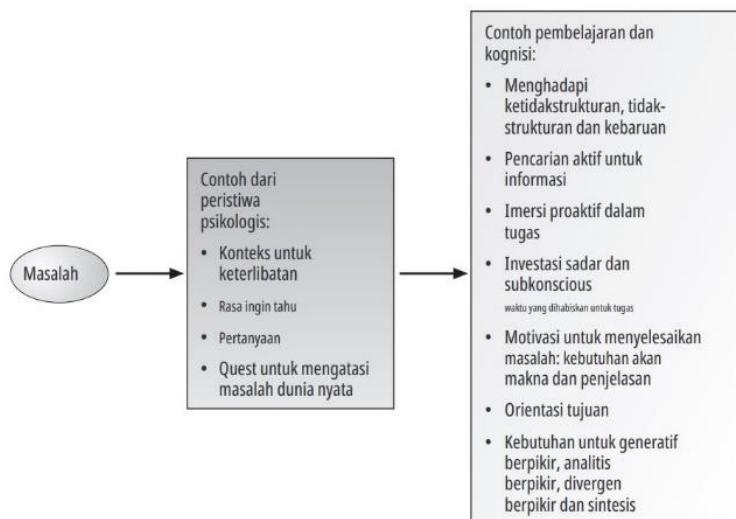
2.1.2.1 Landasan Teori *Problem Based Learning*

Berdasarkan pandangan Tan (2003) dari perspektif pedagogis, PBL didasarkan pada teori kontruktif tentang pembelajaran karena dalam pendekatan PBL : 1) Pemahaman diperoleh dari interaksi dengan skenario masalah dan lingkungan belajar; 2) Keterlibatan dengan masalah dan proses penyelidikan masalah menciptakan disonansi kognitif yang merangsang pembelajaran; 3) Pengetahuan berkembang melalui proses kolaboratif dari negosiasi sosial dan evaluasi kelayakan sudut pandang seseorang.

Teori konstruktivisme menekankan bahwa pengetahuan tidak diperoleh secara pasif, melainkan dikonstruksi secara aktif oleh peserta didik melalui interaksi dengan lingkungan serta refleksi atas pengalaman yang mereka alami. Jean Piaget (1972) menjelaskan bahwa proses belajar berlangsung melalui dua mekanisme utama, yaitu asimilasi (integrasi informasi baru ke dalam struktur kognitif yang telah ada) dan akomodasi (penyesuaian atau perubahan struktur kognitif untuk memahami informasi baru). Dalam konteks *problem based learning* (PBL), peserta didik membangun pemahaman dengan cara mengeksplorasi permasalahan nyata, berdiskusi dalam kelompok, dan merumuskan solusi secara mandiri. Pendekatan ini diperkuat oleh pandangan Vygotsky (1978) melalui konsep *Zone of Proximal Development* (ZPD), yang menekankan pentingnya peran interaksi sosial dalam memperluas potensi belajar. PBL memanfaatkan prinsip tersebut dengan mendorong kolaborasi serta dukungan dari fasilitator dan teman

sebaya dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks (Subiyantoro, 2025).

Dalam perspektif kognitif, masalah pada PBL mempengaruhi kognisi dan pembelajaran sebagaimana gambar 2.1. Sebuah masalah memicu konteks untuk keterlibatan, rasa ingin tahu, penyelidikan, dan pencarian untuk mengatasi isu-isu dunia nyata. Apa yang terjadi dalam pikiran pembelajar (kognisi) dan perubahan perilaku yang mungkin terjadi (pembelajaran) termasuk yang ada di kotak kanan.



Gambar 2. 1 PBL dan Kognisi

Sumber : Tan (2003)

Dalam bukunya, seorang ahli dalam bidang kognitif, Jerome Bruner berpendapat bahwa orang yang berpengetahuan adalah pemecah masalah, seseorang yang berinteraksi dengan lingkungan dalam menguji hipotesis, mengembangkan generalisasi, dan terlibat dalam pembelajaran untuk mencapai solusi.

Berdasarkan teori kognitif, pembelajaran melalui tahapan mental yang memiliki kompleksitas, termasuk pengkodean, penyumpanan, dan pengambilan informasi. Dalam konteks PBL, siswa akan mendalamai penyelidikan agar mendapatkan pemecahan permasalahan. Hal ini dapat meningkatkan proses masuknya informasi secara mendalam (*deep learning*) sehingga siswa dapat mengintegrasukan dan mengaplikasikan

apa yang telah dipelajari dalam situasi yang berbeda-beda. Selanjutnya Sweller (1988) dalam *Cognitive Load Theory* mengatakan PBL dapat memudahkan siswa untuk mengurangi beban kognitif karena pembelajaran terdistribusi antar anggota kelompok (Subiyantoro, 2025).

Dari pemaparan diatas dapat disimpulkan bahwa *problem based learning* merupakan model pembelajaran yang didasarkan pada teori kontuktivisme dimana pengetahuan pelajar dibangun melalui interaksi dengan masalah dan lingkungan belajar sehingga mengalami disonansi kognitif yang merangsang proses berpikir dan penyelidikan, sementara kolaborasi memungkinkan pengembangan negosiasi sosial dan evaluasi sudut pandang. Dalam perspektif kognitif, masalah dalam PBL memicu rasa ingin tahu, keterlibatan, dan penyelidikan, yang pada akhirnya mempengaruhi cara berpikir dan perilaku peserta didik,

2.1.2.2 Pengertian *Problem Based Learning* (PBL)

Berbagai pendapat peneliti mengemukakan definisi *problem based learning* sebagai berikut. Barrows dan Tamblyn (1980), sebagai tokoh pelopor dalam pengembangan konsep ini di ranah pendidikan kedokteran, mengemukakan bahwa *problem based learning* (PBL) merupakan pembelajaran yang berfokus pada keterlibatan peserta didik dalam memecahkan permasalahan yang nyata, kompleks, dan tidak memiliki struktur yang jelas untuk mendorong terbentuknya pemahaman konseptual yang kuat serta pengembangan keterampilan berpikir kritis dan analitis secara mendalam (Subiyantoro, 2025). Menurut Indahwati (2023) *problem based learning* adalah pembelajaran yang mengutamakan pemecahan masalah nyata dan relevan dalam kehidupan sehari-hari peserta didik. Menurut Octavia (2020) *problem based learning* adalah model pembelajaran yang direncanakan dengan penyelesaian masalah yang dihadapi secara ilmiah supaya peserta didik mendapat pengetahuan penting. Pengertian oleh Arends dalam Ardianitni (2022) *problem based learning* adalah pembelajaran yang memberikan penyajian berbagai masalah yang bermakna sebagai sarana penyelidikan, dimana proses penyelidikan dilakukan melalui pembelajaran aktif dengan guru berperan sebagai fasilitator. Sedangkan menurut Ardianitni (2022) *problem based learning* adalah model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik yang menghadapkan pada berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari untuk

dipecahkan dengan memanfaatkan berbagai keterampilan pada peserta didik itu sendiri, baik secara individu maupun kelompok.

Berdasarkan pemaparan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *problem based learning* merupakan model pembelajaran yang menyajikan masalah untuk dilakukan pemecahan secara ilmiah dengan guru sebagai fasilitator sehingga peserta didik dapat mengasah kemampuan berpikir dan keterampilan untuk menggali pengetahuan yang lebih dalam.

2.1.2.3 Sintaks Model *Problem Based Learning*

Dalam model pembelajaran terdapat istilah sintaks, yakni menggambarkan alur langkah yang ditempuh dalam rangkaian pembelajaran, menjelaskan urutan kegiatan yang perlu dilakukan oleh guru dan peserta didik, serta tugas-tugas yang perlu dikerjakan (Rosyidi, 2017). Menurut Barrows (1986) dan Schmidt (1983), tahapan dalam *problem based learning* sebagai berikut.

a. Identifikasi dan Penyajian Masalah

Dalam tahap ini, guru memperkenalkan suatu permasalahan yang akan menjadi titik fokus dalam proses pembelajaran. Permasalahan yang dipilih hendaknya memenuhi beberapa kriteria, antara lain: (1) bersifat autentik serta memiliki keterkaitan dengan situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari, (2) memiliki kompleksitas dan bersifat terbuka, sehingga memungkinkan adanya beragam alternatif solusi, dan (3) mampu membangkitkan rasa ingin tahu siswa serta mendorong mereka untuk melakukan eksplorasi lebih mendalam.

Bentuk penyajian masalah dapat bervariasi, seperti melalui studi kasus, skenario yang merepresentasikan kondisi kehidupan nyata, maupun permasalahan praktis. Pada tahap ini, guru juga berperan aktif dalam memfasilitasi pemahaman peserta didik terhadap konteks masalah, serta membimbing mereka untuk mengidentifikasi berbagai informasi yang diperlukan guna memecahkan permasalahan.

b. Klarifikasi dan Analisis Masalah

Setelah masalah dipaparkan, peserta didik bekerja dalam kelompok kecil untuk menganalisis dan memahami berbagai aspek permasalahan. Proses ini mencakup: (1) mengidentifikasi fakta

relevan, (2) mengenali area atau konsep yang belum mereka kuasai, sehingga menyingkap kesenjangan pengetahuan (*knowledge gap*), dan (3) merumuskan pertanyaan pembelajaran untuk ditelusuri lebih lanjut. Fasilitator berperan membimbing diskusi, menantang asumsi, dan mendorong keterlibatan aktif seluruh anggota kelompok.

c. Penyelidikan Mandiri (*Self-Directed Learning*)

Berdasarkan rumusan pertanyaan pembelajaran yang telah disusun sebelumnya, peserta didik melaksanakan investigasi secara mandiri guna memperoleh jawaban atau solusi yang tepat. Proses ini mencakup: (1) menelusuri berbagai referensi dari sumber-sumber kredibel, seperti jurnal ilmiah, buku akademik, dan data empiris; (2) melakukan analisis serta sintesis terhadap informasi yang dikumpulkan; dan (3) merumuskan argumen atau penjelasan yang didukung oleh bukti untuk dipaparkan dalam forum diskusi kelompok. Tahapan ini menjadi sarana bagi peserta didik untuk mengasah kemampuan literasi informasi, berpikir kritis, serta keterampilan dalam mengevaluasi kualitas dan relevansi sumber secara komprehensif.

d. Sintesis dan Diskusi Kelompok

Setelah menyelesaikan penyelidikan mandiri, peserta didik kembali ke dalam kelompok untuk saling membagikan temuan dan melakukan diskusi secara kolaboratif. Diskusi ini difokuskan pada: (1) menggabungkan berbagai sudut pandang hasil investigasi individu, (2) menilai kelayakan serta validitas dari solusi yang dikemukakan, dan (3) merumuskan jawaban atau solusi menyeluruh atas permasalahan yang telah disajikan. Proses ini mendorong terbentuknya konstruksi pengetahuan secara sosial (*social construction of knowledge*), di mana peserta didik membangun pemahaman yang lebih utuh melalui pertukaran ide dan perspektif yang beragam.

e. Presentasi dan Evaluasi Solusi

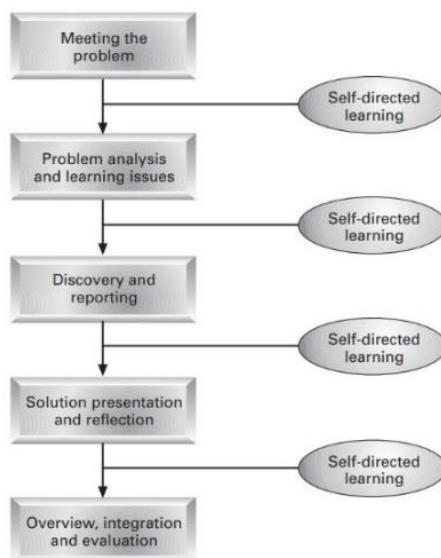
Kelompok menyampaikan hasil solusi yang telah dirumuskan kepada seluruh kelas atau audiens yang lebih luas. Presentasi ini bertujuan untuk: (1) menyampaikan secara jelas proses berpikir, strategi pendekatan, dan solusi yang dikembangkan;

(2) memperoleh masukan konstruktif dari fasilitator maupun rekan sejawat; serta (3) meninjau kembali efektivitas dan kelayakan dari solusi yang diajukan. Pada tahapan ini, pendidik tidak hanya mengevaluasi produk akhir, tetapi juga menilai proses berpikir kritis, kerja sama tim, serta kemampuan komunikasi yang ditunjukkan oleh peserta didik.

f. Refleksi dan Evaluasi Diri

Tahap akhir berupa refleksi, di mana peserta didik menilai: (1) pemahaman konsep yang diperoleh, (2) keterampilan yang dikembangkan, dan (3) aspek proses yang bisa ditingkatkan. Refleksi membantu mengenali perkembangan pola pikir, kekurangan pengetahuan, dan memperkuat metakognisi.

Menurut Tan (2003) tahapan proses *problem based learning* tercantum pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2 Tahap PBL

Sumber : Tan (2003)

a. *Meeting the problem*

Pada tahap ini, skenario masalah berfungsi sebagai rangsangan untuk membangun dan memperluas konteks realistik yang mungkin dihadapi peserta didik di masa depan. Kegiatan

didalamnya meliputi : mengembangkan rasa kebersamaan; membaca secara mandiri, refleksi, dan inkuiri; komitmen terhadap peran tim dan kelompok; brainstorming masalah yang mungkin terjadi; konsensus tentang pernyataan masalah; komitmen mempertimbangkan skenario masalah dan analisis masalah.

b. *Problem analysis and learning issues*

Pada tahap ini, pengetahuan awal peserta didik diaktifkan dan ide-ide yang dihasilkan memerlukan pembelajaran lebih lanjut. Peserta didik diharuskan mencari informasi melalui berbagai sumber. Disini ditekankan bahwa masalah kehidupan nyata seringkali tidak jelas dan ketika dihadapkan pada masalah, kita perlu mencari teori dan pengetahuan multidisipliner untuk menangani isu yang dihadapi. Kelompok kemudian melanjutkan membuat daftar isu diantara mereka sendiri dan mencari informasi dari buku, jurnal, sumber daya internet, dsb untuk kemudian kembali dengan penjelasan yang lebih baik mengenai permasalahan dan pertanyaan yang diajukan.

c. *Discovery and reporting*

Setelah melakukan pembelajaran mandiri, peserta didik melaporkan penemuan pembelajaran pada kelompok mereka sendiri. Pada tahap pengajaran sebaya ini, peserta didik berkumpul untuk berbagi informasi baru yang telah mereka temukan secara individu. Peserta didik berlatih keterampilan kolaborasi dan komunikasi kelompok. Guru bertugas memastikan bahwa aspek-aspek utama yang perlu dipelajari tidak terabaikan, sekaligus mengajukan pertanyaan kepada peserta didik untuk menilai keakuratan, keandalan, dan validitas informasi yang diperoleh peserta didik.

d. *Solution presentation and reflection*

Proses berulang kemudian dilakukan, mencakup penemuan pembelajaran, pelaporan, pengajaran antar teman, dan penyampaian solusi. Saat peserta didik mempresentasikan solusi mereka untuk skenario masalah, pendekatan reflektif dan evaluatif digunakan. Proses ini melibatkan pengontekstualisasi dan penerapan pengetahuan ke dalam situasi tersebut. Peserta didik menyusun ulang dan memparafrasekan pengetahuan yang telah mereka

peroleh sambil menunjukkan pemahaman baru mereka. Terkadang, pertanyaan tambahan dapat diajukan. Guru berperan membantu peserta didik menjelaskan keraguan, mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan, serta mengoreksi kesalahanpahaman atau generalisasi yang berlebihan.

e. *Overview, integration, and evaluation*

Pengintegrasian pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu dan sumber, serta sintesis ide-ide yang telah dibagikan, menjadi penutup dari proses PBL. Namun, tinjauan dan evaluasi pembelajaran tetap merupakan bagian penting dari proses tersebut. Peserta didik didorong untuk mengevaluasi sumber belajar mereka, termasuk nilai, keandalan, dan kegunaannya untuk pembelajaran di masa depan. Mereka juga merefleksikan pengetahuan baru yang telah mereka peroleh dari masalah yang diberikan. Pada tahap ini, tutor membantu menyimpulkan dan mengintegrasikan prinsip-prinsip serta konsep-konsep utama. Selain itu, anggota kelompok mengevaluasi diri mereka sebagai pembelajar, termasuk dalam peran mereka sebagai pemecah masalah, pembelajar mandiri, dan anggota tim.

Sedangkan tahapan lain yang kurang lebih sama menurut (Arends, 2012) menyatakan bahwa tahapan pembelajaran dengan menggunakan *problem based learning* terdiri dari 5 tahapan yang disajikan pada tabel 2.4.

Tabel 2. 3 Tahapan Kegiatan Pembelajaran Model *Problem Based Learning*

Tahap	Tingkah Laku Guru
Tahap 1 Orientasi peserta didik pada masalah	Guru memberikan pemahaman peserta didik tentang tujuan pembelajaran, menerangkan ciri-ciri masalah dan hal-hal yang diperlukan, menjelaskan ciri-ciri atau memunculkan masalah melalui cerita yang disajikan serta memotivasi peserta didik agar aktif terlibat dalam proses pemecahan masalah.
Tahap 2	Guru menjelaskan tentang masalah yang disajikan. Menjelaskan apa saja yang harus

Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	dilakukan untuk memecahkan masalah yang dihadapi.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	Guru memotivasi agar peserta didik lebih aktif dalam mencari informasi yang sesuai dengan ciri-ciri masalah yang dihadapi sehingga memahami apa yang harus dilakukan untuk memecahkan masalah tersebut.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil pekerjaan peserta didik	Guru memotivasi peserta didik agar mampu menyajikan hasil pekerjaannya dengan menarik
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu peserta didik melakukan refleksi dan memberikan kesimpulan dari penyelidikannya dalam tahapan-tahapan apa yang mereka lakukan serta guru mengoreksi hasil pekerjaan peserta didik dan memberikan penilaian.

Sumber : (Arends, 2012)

Menurut Fauzi (2023) alur proses *problem based learning* sebagai berikut dalam gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Alur Proses PBL

Sumber : Fauzi (2023)

Dapat disimpulkan dari pemaparan di atas bahwa sintaks atau tahapan PBL secara umum memiliki lima tahapan/sintaks pembelajaran. Setiap tahapan saling terkait dan dirancang untuk mendorong siswa berpikir kritis, kreatif, dan mandiri dalam menemukan solusi berbasis ilmiah terhadap persoalan yang kompleks.

Penelitian ini menggunakan sintaks model PBL yang dikemukakan oleh Arends (2012) dengan lima tahap yaitu : (1) orientasi siswa pada masalah; (2) mengorganisasi siswa untuk belajar; (3) membimbing penyelidikan individu maupun kelompok; (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya; (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Pemilihan sintaks ini didasarkan pada pertimbangan bahwa pembelajaran di tingkat SMA masih memerlukan *scaffolding* atau bimbingan guru yang jelas agar siswa tidak mengalami kebingungan saat melaksanakan penyelidikan.

2.1.2.4 *Problem Based Learning* dalam Meningkatkan Proses Pembelajaran

Meskipun *problem based learning* (PBL) termasuk model pembelajaran yang sudah cukup lama berkembang, namun hingga saat ini tetap relevan dengan pembelajaran abad 21. *Problem based learning* dapat meningkatkan berbagai aspek dalam pembelajaran sebagai berikut.

Model PBL membuat siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dengan tahapan memecahkan masalah yang kompleks melalui diskusi kelompok sehingga siswa menggunakan kemampuan menganalisis dan mengevaluasi lebih luas. (Nurbayti et al., 2025). Beberapa *literatur review* yang dibahas dalam Agnesa & Rahmadana (2022) menunjukkan meskipun tanpa integrasi dengan media atau model pembelajaran lain, PBL terbukti tetap mampu memberikan dampak positif terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Selain itu, PBL juga terbukti mampu memberikan hasil yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kreatif (Zulkarnaen et al., 2022). Model *problem based learning* (PBL) meningkatkan hasil belajar peserta didik dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran langsung. Temuan ini juga mengindikasikan bahwa PBL tidak hanya memperkuat penguasaan materi, tetapi juga secara signifikan mendorong keterlibatan kognitif serta pengembangan kemampuan berpikir kritis sebagai dua aspek

esensial dalam menjawab tantangan pendidikan abad ke-21 (Keden et al., 2025). *Problem based learning* (PBL) secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan *self-regulated learning* siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Dalam penerapannya, siswa terlibat dalam berbagai aktivitas seperti eksplorasi, diskusi kelompok, perumusan pertanyaan, serta refleksi terhadap solusi yang dihasilkan. Kegiatan-kegiatan ini tidak hanya merangsang keterampilan berpikir kritis dan analitis, tetapi juga menuntut tanggung jawab siswa atas proses belajar mereka sendiri, yang pada akhirnya memperkuat aspek pembelajaran yang teregulasi secara mandiri. (Lestari et al., 2025)

Model *problem based learning* (PBL) juga dapat melatih keterampilan proses sains siswa (Nasir et al., 2023). Hal ini karena PBL diawali dari penyajian permasalahan yang mendorong siswa untuk mengeksplorasi dan menemukan solusi secara mandiri, sehingga pemahaman terhadap konsep sains menjadi lebih mendalam melalui proses belajar yang aktif dan berbasis pengalaman langsung (Ramadhan et al., 2023). Dalam (Hartati et al., 2022) PBL mampu memotivasi peserta didik untuk mengeksplorasi pengetahuan, menumbuhkan minat belajar, serta mengembangkan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah, melalui serangkaian aktivitas pembelajaran yang menitikberatkan pada pemecahan masalah secara ilmiah dan mengakomodasi indikator keterampilan proses sains melalui penerapan tahapan atau sintaks pembelajarannya. Dalam Nasir et al. (2023) bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan tingkat tinggi yang menjadi landasan dari keterampilan proses sains, selain itu juga PBL berdampak pada hasil belajar siswa.

Selain penggunaan model *problem based learning* (PBL) tersebut, beberapa penelitian PBL terintegrasi menunjukkan peningkatan terhadap keterampilan proses sains. Diantaranya *problem based learning* yang dipadukan dengan strategi *mind mapping* dinilai efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa karena representasi visual melalui *mind map* dapat menyederhanakan proses belajar dan membantu daya ingat siswa secara lebih optimal dibandingkan metode pencatatan konvensional, sehingga melibatkan fungsi alami otak sejak tahap awal pembelajaran (Hidayati et al., 2021). Selain itu PBL berbantuan media animasi membuat siswa memecahkan masalah dengan mendapatkan

informasi lain, media animasi mampu membantu memahami konsep-konsep abstrak secara lebih konkret dan jelas, misalnya sub-materi proses mendengar dan melihat memerlukan pemahaman mendalam, namun berbantuan media animasi siswa menjadi lebih mudah memahami proses tersebut karena dilengkapi dengan gambar, audio, dan video (Salfina et al., 2021).

Berdasarkan pemaparan di atas, *model problem based learning* (PBL) efektif dalam meningkatkan berbagai output pembelajaran, seperti kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah. PBL juga mendorong berkembangnya keterampilan proses sains (KPS) karena siswa dilibatkan secara aktif dalam proses penyelidikan dan analisis. Selain itu, model ini turut memperkuat *self-regulated learning*, dengan menumbuhkan kemandirian, tanggung jawab, dan kesadaran siswa dalam mengatur proses belajarnya sendiri. Dengan demikian, PBL menjadi pendekatan yang komprehensif dalam membentuk kompetensi siswa secara kognitif, afektif, maupun keterampilan.

2.1.2.5 Kelebihan Model *Problem Based Learning*

Model *problem based learning* memiliki beberapa kelebihan. Diantaranya menurut Subiyantoro (2025) antara lain: (1) mendorong pengembangan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah secara efektif; (2) mendukung terciptanya kemandirian belajar melalui pencarian informasi secara aktif; (3) memperkuat keterampilan bekerja sama dan berkomunikasi dalam konteks kelompok; (4) meningkatkan motivasi belajar serta partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran; dan (5) memungkinkan integrasi berbagai disiplin ilmu secara holistik dalam pemecahan masalah yang kompleks. Menurut Sanjaya dalam Ardianitni (2022), kelebihan PBL : (1) Membantu siswa mendapatkan pengetahuan yang baru melalui tahapan pemecahan masalah; (2) Membiasakan siswa untuk aktif dalam pembelajaran; (3) Siswa dapat memahami proses berpikir sehingga dapat mendalami permaslaahan; (4) Memberikan suasana belajar yang menyenangkan untuk siswa; (5) Melatih siswa untuk berpikir kritis; (6) Melatih siswa menerapkan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya dalam memecahkan permasalahan yang ada; (7) Siswa berkesempatan mengembangkan minat belajarnya. Sedangkan menurut Octavia (2020), *problem based learning* memiliki kelebihan sebagai berikut : (1) Pemecahan masalah

merupakan teknik yang cukup bagus untuk memahami isi pelajaran; (2) Dapat memberi tantangan bagi kemampuan peserta didik serta kepuasan menemukan pengetahuan baru; (3) Dapat meningkatkan aktivitas pembelajaran peserta didik; (4) Membantu peserta didik menyalurkan pengetahuan dan memahami permasalahan di kehidupan nyata; (5) Membanru mengembangkan pengetahuan baru dan bertanggung jawab dalam pembelajaran yang mereka ikuti; (6) Melakukan penyelesaian masalah dapat menunjukkan bahwa setiap mata pelajaran pada dasarnya merupakan kemampuan cara berfikir dan sesuatu yang dinalar oleh peserta didik, bukan sekedar belajar dari guru dan buku saja; (7) Pembelajaran lebih menyenangkan dan disukai peserta didik; (8) Dapat mengembangkan minat peserta didik untuk terus menerus belajar sekalipun pendidikan formal sudah selesai.

2.1.2.6 Kekurangan Model *Problem Based Learning*

Model *problem based learning* memiliki kekurangan/kelemahan sebagai berikut. Menurut Subiyantoro (2025) antara lain : (1) membutuhkan alokasi waktu yang relatif panjang untuk setiap tahap pembelajaran; (2) menimbulkan beban kerja yang cukup tinggi bagi pendidik maupun peserta didik dalam merancang, melaksanakan, dan menyelesaikan tugas-tugas pembelajaran; (3) menuntut sistem penilaian yang menyeluruh dan mencakup aspek proses serta hasil belajar; serta (4) memerlukan kesiapan kognitif, afektif, dan keterampilan belajar yang memadai dari peserta didik untuk dapat mengikuti pembelajaran secara optimal. Menurut Ardianitni (2022) kelemahan PBL diantaranya : (1) Perbedaan kemampuan masing-masing siswa berpengaruh pada tingkat berpikir serta cara menyelesaikan permasalahan, sehingga perlu waktu yang lebih lama; (2) Tahapan yang berbeda dengan pembelajaran boasa membuat siswa akan sulit beradaptasi mengolah data dan mananalis hingga menyelesaikan permasalahan. Menurut Octavia (2020) *problem based learning* memiliki kekurangan sebagai berikut : (1) Apabila peserta didik tidak memiliki minat dan tidak memiliki kepercayaan bahwa masalah yang sulit diselesaikan, maka peserta didik akan cenderung enggan mencoba; (2) Membutuhkan waktu yang cukup lama dalam persiapannya; (3) Peserta didik dapat mengalami kejemuhan karena harus berhadapan

langsung dengan masalah; (4) Tanpa berusaha menyelesaikan masalah, maka tidak akan belajar apa yang akan dipelajari.

2.1.3 Pendekatan *Science, Environment, Technology, Society* (SETS)

2.1.3.1 Pengertian *Science, Environment, Technology, Society* (SETS)

Depdiknas dalam Lestari et al. (2022) berpendapat bahwa pendekatan SETS/Salingtemas diambil dari konsep pendidikan STM (Sains, Teknologi, dan Masyarakat), Pendidikan Lingkungan (Environmental Education/EE), dan STL (*Science, Technology, Literacy*). Ketiga konsep pendidikan ini dipandang tidak terpisahkan satu sama lain dalam pendekatan Salingtemas atau SETS.

Definisi SETS menurut NSTA *Position Statement* tahun 1990 dalam (Khasanah, 2015; Kuswati, 2004) SETS adalah pendekatan pembelajaran yang berpusat pada masalah dunia nyata yang melibatkan elemen sains dan teknologi, di mana peserta didik diajak untuk mengeksplorasi, menganalisis, dan menerapkan konsep serta proses tersebut dalam konteks kehidupan sehari-hari. Menurut Wulandari & Hakim (2023) SETS merupakan pendekatan terpadu yang berkaitan dengan unsur sains, teknologi, dan masyarakat. Pembelajaran dengan SETS dapat menjadikan peserta didik memiliki rasa peduli terhadap permasalahan di lingkungan. Menurut Fatchan dalam Yevira et al. (2023) pendekatan SETS adalah pendekatan pembelajaran yang berfokus pada masalah dari dunia nyata di lingkungan sekitar kita, salah satu contohnya adalah masalah lingkungan yang memiliki komponen sains dan teknologi dari perspektif peserta didik, dimana terdapat konsep dan proses, kemudian peserta didik diajak untuk menyelidiki, menganalisis, dan menerapkan konsep.

2.1.3.2 Karakteristik *Science, Environment, Technology, Society* (SETS)

Karakteristik dan tahapan dalam pendekatan SETS dalam Nurkhasanah et al. (2019) tidak hanya mempelajari konsep-konsep sains, namun juga aspek teknologi dan peran teknologi dalam masyarakat. Pendekatan SETS membuat peserta didik memahami pentingnya setiap elemen yang tidak terpisahkan antara sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat, semuanya memiliki hubungan timbal balik yang dapat dinilai manfaat dan kerugian yang ditimbulkannya. Sejalan dengan itu, Widyaningtyas dalam Nurkhasanah et al. (2019) berpendapat bahwa

pendekatan SETS memberikan kesempatan kepada anak untuk belajar melalui proses mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi yang relevan, mengevaluasi berbagai opsi penyelesaian, serta mempertimbangkan dampak dari setiap keputusan yang diambil. Pendekatan ini juga membantu peserta didik untuk menerapkan prinsip-prinsip ilmiah dalam menghasilkan karya teknologi, dengan tetap memperhatikan pencegahan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat yang mungkin terjadi akibat produk teknologi.

Karakteristik SETS melibatkan identifikasi masalah, partisipasi aktif peserta didik dalam mencari informasi untuk pemecahan masalah, serta penekanan keterampilan proses dalam menyelesaikan masalah. Pendekatan SETS meliputi enam ranah : konsep, proses, kreativitas, penerapan konsep, sikap, kecenderungan melakukan tindakan nyata. Menurut Tessarani dalam Nurkhasanah et al. (2019) pendekatan SETS dapat diawali dengan memperkenalkan konsep-konsep sederhana yang ditemukan dalam lingkungan sekitar serta kehidupan sehari-hari peserta didik. Dalam dunia pendidikan, pendekatan SETS seharusnya mencerminkan bagaimana pendidikan dilaksanakan dan hasil apa yang dapat dicapai. Pendekatan ini tidak hanya berupa gagasan abstrak atau teori semata, tetapi harus berfokus pada hal-hal nyata yang dapat dipahami, diamati, didiskusikan, dan memiliki solusi yang jelas.

Adapun beberapa poin karakteristik pendekatan SETS menurut Yager dalam Khasanah (2015) sebagai berikut :

- a. Diawali identifikasi masalah lokal
- b. Menggunakan sumber daya setempat
- c. Partisipasi aktif peserta didik menggali informasi yang dapat diimplementasikan dalam memecahkan masalah di kehidupan keseharian.
- d. Menekankan keterampilan proses yang dapat dimanfaatkan pada proses pemecahan masalah
- e. Peserta didik berkesempatan mendapatkan pengalaman memecahkan masalah yang sudah diidentifikasi.

2.1.3.3 Kelebihan Pendekatan *Science, Environment, Technology, Society (SETS)*

Pendekatan *Science, Environment, Technology, Society (SETS)* memiliki kelebihan sebagai berikut. Menurut Yager et al., (2008) dalam

(Riwu et al., 2018) kelebihan pendekatan SETS diantaranya : (1) Pengalaman dan kegiatan belajar relevan dengan tingkat perkembangan siswa; (2) Semua aktivitas pembelajaran lebih bermakna sehingga gasul belajar akan lebih bertahan lama; (3) Mengembangkan keterampilan berpikir siswa; (4) Memberikan kegiatan yang bersifat pragmatis sesuai dengan permasalahan yang sering ditemukan; (5) Mengembangkan keterampilan sosial seperti Kerjasama, komunikasi, toleransi, dan menghargai pendapat orang lain. Menurut (Suci et al., 2020), kelebihan pendekatan SETS : (1) membuat siswa lebih aktif dalam pembelajaran karena mendorong untuk menganalisa permasalahan; (2) meningkatkan kemampuan kreativitas siswa; (3) Menekankan aspek kognitif, afektif, dan psikomotor; (4) Mengembangkans sikap peduli lingkungan; (5) Melatih untuk memiliki pemikiran yang luas.

2.1.3.4 Kekurangan Pendekatan *Science, Environment, Technology, Society* (SETS)

Pendekatan *Science, Environment, Technology, Society* (SETS) memiliki kekurangan sebagai berikut. Menurut Yager et al., (2008) dalam (Riwu et al., 2018) kekurangan pendekatan SETS diantaranya : (1) Guru harus berwawasan luas, kreativitas tinggi, dan memiliki keterampilan metodologis yang mumpuni; (2) Apabila siswa tidak aktif, maka pendekatan ini tidak efektif; (3) Hanya dapat diterapkan pada kurikulum yang fleksibel (tidak mengacu pada target penyampaian materi); (4) Materi tertentu saja yang dapat menggunakan SETS. Menurut (Suci et al., 2020), kelebihan pendekatan SETS : (1) memerlukan wawasan yang cukup; (2) tidak semua materi dapat menggunakan pendekatan SETS; (3) memerlukan sikap kritis dan pemahaman tingkat tinggi; (4) memerlukan banyak waktu.

2.1.3.5 *Problem Based Learning* terintegrasi *Science, Environment, Technology, Society* (SETS)

Problem based learning yang terintegrasi SETS merupakan model pembelajaran yang berbasis penyelesaian masalah yang menghubungkan pembelajaran dengan sains, serta pengetahuan peserta didik yang dikembangkan dengan mengaitkan pada lingkungan, teknologi, dan isu-isu yang ada di masyarakat (Novitasari et al., 2024).

Problem Based Learning (PBL) berfokus pada peserta didik dengan menitikberatkan pemecahan masalah nyata sebagai sarana utama

untuk memperoleh pengetahuan, serta mendorong berpikir kritis, kerja kolaboratif, dan pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Ketika diintegrasikan dengan pendekatan *Science, Environment, Technology, Society* (SETS) yang menekankan keterkaitan antara ilmu pengetahuan, lingkungan, teknologi, dan masyarakat, akan menciptakan model pembelajaran yang tidak hanya berbasis masalah, tetapi juga kontekstual, sehingga mampu menjembatani teori dengan praktik nyata dalam kehidupan sosial serta lingkungan (Intishar et al., 2024)

Pada pembelajaran terintergrasi ini peran guru dan peserta didik sama pentingnya dalam mencapai tujuan pembelajaran . Guru memfasilitasi peserta didik dalam membuat kerangka, cara, atau pola berpikir yang terintegrasi dan mengajak peserta didik berpikir kritis dalam menghadapi permasalahan yang terintegrasi SETS (Intishar et al., 2024). Integrasi ini diharapkan dapat meningkatkan aktivitas belajar seperti memahami, serta mengajukan dan menjawab pertanyaan.(Intishar et al., 2024)

2.1.4 Deskripsi Materi Keanekaragaman Hayati

Pada penelitian ini membahas materi keanekaragaman hayati dengan tiga sub-materi yaitu tingkat keanekaragaman hayati, keanekaragaman hayati di Indonesia, serta ancaman dan pelestarian keanekaragaman hayati.

2.1.4.1 Tingkat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati dikenal sebagai biodiversitas. Keaneakaragaman hayati dimulai dari tingkatan organisme yang rendah hingga organisme yang tinggi. Menurut (Kusumaningrum & Ridniar, 2025, p. 3-5) tingkatan tersebut yaitu gen, jenis, dan ekosistem.

a. Keanekaragaman Hayati Tingkat Gen

Gen membentuk karakter dan sifat pada makhluk hidup. Struktur ini berisi instruksi pembentukan dan pengoperasian tubuh di dalam molekul asam deoksiribonukleat (DNA). DNA inilah yang ada di seluruh isi sel makhluk hidup. Keanekaragaman tingkat gen disebabkan adanya variasi atau struktur gen dalam suatu spesies makhluk hidup. Setiap susunannya akan memberi penampakan anatomi atau fisiologi pada setiap organisme. Keanekaragaman ini mudah dikenali. Karena ciri-cirinya memiliki variasi, nama ilmiah yang sama, dan perbedaan morfologi yang tidak terlalu mencolok.

Keanekaragaman hayati tingkat gen sering disebut varietas. Contohnya durian (*Durio zibethinus*) yang memiliki berbagai varietas. Seperti durian petruk, montong, dan bawor.

b. Keanekaragaman Hayati Tingkat Jenis

Secara umum, keanekaragaman hayati tingkat jenis lebih mudah dipahami dibandingkan tingkat gen. Keanekaragaman hayati tingkat jenis (spesies) dapat dikatakan sebagai keanekaragaman populasi makhluk hidup pada suatu wilayah atau ekosistem. Hal ini menandakan bahwa suatu makhluk hidup masih dalam satu genus/atau famili yang sama.

c. Keanekaragaman Hayati Tingkat Ekosistem

Ekosistem terbentuk pada suatu wilayah karena kelompok makhluk hidup beradaptasi dengan lingkungannya untuk bertahan hidup. Setiap kelompok makhluk hidup ini akan saling memengaruhi satu sama lain. Ada dua macam ekosistem, yaitu ekosistem alami dan buatan. Ekosistem alami merupakan ekosistem yang terjadi karena faktor-faktor alam. Contohnya ekosistem hutan, rawa, laut, dan terumbu karang. Adapun ekosistem yang diciptakan oleh manusia. Contohnya ekosistem sawah, kebun, dan waduk.

Di lingkungan terdapat komponen yang menjaga kestabilan lingkungan tersebut. Komponen ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik merupakan komponen yang terdiri atas berbagai makhluk hidup, baik uniseluler maupun multiseluler. Adapun komponen abiotik merupakan komponen yang terdiri atas makhluk tak hidup, seperti faktor fisik dan kimia. Faktor fisik meliputi iklim, kelembapan, cahaya, batuan, air, dan tanah. Faktor kimia meliputi salinitas, kandungan mineral, dan tingkat keasaman.

2.1.4.2 Keanekaragaman Hayati di Indonesia

Salah satu pusat keanekaragaman hayati berada di Indonesia. Indonesia terdiri atas 17.000 pulau sebagai habitat flora dan fauna. Dengan daratan 1,3% dari daratan bumi, Indonesia memiliki flora dan fauna yang unik serta luar biasa.

(Kusumaningrum & Ridniar, 2025, p. 11-15) Persebaran ini dibagi berdasarkan garis Wallace dan Weber. Kedua garis ini membagi Indonesia menjadi tiga kawasan. Ada kawasan Asiatis, kawasan

peralihan, dan kawasan Australis (Kusumaningrum & Ridniar, 2025, p. 11-15)

a. Kawasan Barat (Asiatis)

Flora dan fauna yang ada di kawasan ini memiliki karakteristik Asiatis. Dapat ditemukan di pulai Sumatera, Jawa, Bali, Kalimantan. Flora yang berada di kawasan ini umumnya berupa pohon-pohon tinggi dan besar. Selain itu, ada juga bunga-bunga yang tumbuh di kawasan ini . Seperti *Rafflesia arnoldii* dan aneka bunga anggrek. Kemudian untuk hewan yang hidup di kawasan ini contohnya gajah, harimau, badak, orang utan. Adapun burung seperti elang jawa, jalak bali, rangkong, murai, elang putih.

b. Kawasan Peralihan

Kawasan peralihan meliputi Pulau Sulawesi, NTT, NTB, dan Maluku. Flora pada peralihan merupakan tanaman yang dapat hidup di iklim kering dan suhu yang cenderung panas. Sedangkan fauna yang ada di kawasan ini ciri-ciri hewannya tidak mirip dengan fauna Asiatis maupun Australis.

c. Kawasan Timur (Australis)

Flora dan fauna di kawasan ini memiliki corak Australis. Tumbuhan yang dapat ditemukan seperti mangrove, pohon nipah, pohon sagu. Sedangkan fauna seperti walabi, kuskus, opossum. Jenis burungnya seperti cendrawasih, kasuari, kakatua raja.

2.1.4.2 Ancaman dan Pelestarian Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati bukan merupakan warisan dari leluhur, melainkan sebuah tanggung jawab yang dipercayakan untuk dijaga oleh generasi saat ini demi masa depan. Penurunan keanekaragaman hayati, yang bisa berujung pada kepunahan spesies di suatu wilayah, merupakan bentuk kerusakan serius terhadap alam. Dampak dari kerusakan ini sangat luas, terutama pada sektor-sektor yang terhubung langsung seperti lingkungan, pertanian, dan budaya, yang pada akhirnya turut memengaruhi stabilitas dan pertumbuhan ekonomi. (Asril et al., 2022)

Berdasarkan menghilangnya keanekaragaman hayati di suatu wilayah dapat disebabkan oleh beberapa faktor berikut

a. Hilangnya Habitat

Daftar merah *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) menunjukkan bahwa hilangnya habitat yang

diakibatkan manajemen pertanian dan hutan yang tidak berkelanjutan menjadi penyebab terbesar hilangnya keanekaragaman hayati. Bertambahnya jumlah penduduk, menyebabkan semakin bertambah pula kebutuhan yang harus dipenuhi. Lahan yang tersedia untuk kehidupan tumbuhan dan hewan semakin sempit karena digunakan untuk tempat tinggal penduduk, dibabat untuk digunakan sebagai lahan pertanian, atau dijadikan lahan industri. (Irnaningtyas & Sagita, 2021)

b. Pencemaran Lingkungan

Zat pencemar (polutan) adalah produk buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Polutan tersebut dapat mencemari air, tanah, dan udara. Beberapa polutan berbahaya bagi organisme. Nitrogen oksida dan sulfur oksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor jika bereaksi dengan air dapat membentuk hujan asam yang merusak ekosistem. Penggunaan *Chlorofourcarbon* (CFC) yang berlebihan menyebabkan lapisan ozon di atmosfer berulang. Akibatnya intensitas sinar ultraviolet yang masuk ke bumi meningkat dan menyebabkan banyak masalah, antara lain kurangnya biomassa fitoplankton di lautan yang menyebabkan terganggunya keseimbangan rantai makanan organisme.(Irnaningtyas & Sagita, 2021)

c. Perubahan Iklim

Panas matahari terperangkap di dalam atmosfer bumi akibat keberadaan gas-gas rumah kaca (GRK), seperti karbon dioksida (CO_2) yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil untuk kendaraan dan pembangkit listrik, serta dari kebakaran hutan. Selain itu, gas dinitrogen oksida (N_2O) dihasilkan dari penggunaan pupuk kimia dan proses industri tertentu. Gas rumah kaca lainnya mencakup metana (CH_4), sulfur heksafluorida (SF_6), perfluorokarbon (PFC), hidrofluorokarbon (HFC), serta uap air (H_2O), yang semuanya turut memperkuat efek pemanasan di atmosfer.(Asril et al., 2022)

Pemanasan global menyebabkan perubahan cuaca yang tidak biasa, seperti meningkatnya suhu laut yang membuat lebih banyak air menguap ke udara. Akibatnya, pola hujan dan tekanan udara ikut berubah. Perubahan-perubahan ini memicu terjadinya

perubahan iklim. Para ilmuwan memperkirakan bahwa pemanasan global juga memengaruhi arah pergerakan angin di atas Samudra Pasifik dan mengubah iklim di daratan, sehingga bisa berdampak pada kehidupan (Asril et al., 2022)

Menurut Raven (1995), efek rumah kaca meningkatkan suhu udara 1-3°C dalam kurun waktu 100 tahun. Kenaikan suhu tersebut menyebabkan pencairan es di kutub dan kenaikan permukaan air laut sekitar 1-2 m yang berakibat terjadinya perubahan struktur dan fungsi ekosistem lautan.(Irnaningtyas & Sagita, 2021)

d. Eksloitasi Tanaman dan Hewan

Eksloitasi hewan dan tumbuhan secara besar-besaran biasanya dilakukan terhadap komoditas yang memiliki nilai ekonomis tinggi, Eksloitasi yang berlebihan dapat menyebabkan kepunahan spesies-spesies tertentu, apalagi jika tidak diimbangi dengan usaha pengembangbiakannya. (Irnaningtyas & Sagita, 2021)

Contoh fauna langka: Badak Jawa (bercula satu), Badak Sumatera (bercula 2), Orang Utan, Harimau Sumatera, Anoa, Jalak Bali, dan Burung Cenderawasih. Sedangkan flora yang langka seperti: Raflesia arnoldii, Bunga Bangkai, Kantong Semar, Kayu Ulin. (Asril et al., 2022)

e. Adanya Spesies Pendatang/Invasif

Spesies asing invasif merupakan organisme, baik tumbuhan, hewan, maupun mikroorganisme, yang berkembang di luar ekosistem asalnya. Karena tidak memiliki predator alami di lingkungan barunya, spesies ini dapat tumbuh dan menyebar secara agresif, sehingga berpotensi menjadi gulma, hama, atau sumber penyakit bagi spesies lokal. Berdasarkan data *The Invasive Species Specialist Group* (ISSG) terdapat sekitar 100 spesies yang sangat invasif. Beberapa contoh flora yang termasuk spesies invasif yaitu: langkap (*Arenga obtusifolia*), Akasia (*Acacia nilotica*), Eceng gondok (*Eichornia crassipes*), putri malu raksasa (*Mimosa pigra*), selada air (*Pistea sp.*). Sedangkan untuk fauna di antaranya ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan alligator/kepala buaya (*Atractosteus spatula*), ikan arapaima (*Arapaima gigas*), Keong emas (*Pomacea*

speciosa). Beberapa contoh spesies invasif seperti pada gambar 2.4. (Asril et al., 2022).



Gambar 2. 4 Invasif Alien Spesies

Dari Atas Kiri : Akasia, Eceng Gondok, Keong Mas, Ikan Aligator. Sumber : Asril et al. (2022)

f. Industrialisasi Pertanian dan Hutan

Para petani cenderung menanam tumbuhan atau peliharaan hewan yang bersifat unggul dan menguntungkan, sedangkan tumbuhan dan hewan yang kurang unggul dan kurang menguntungkan akan disingkirkan. Selain itu suatu lahan pertanian atau hutan industri umumnya hanya ditanami satu jenis tanaman (monokultur), misalnya teh, karet, dan kopi. Hal ini dapat menurunkan keanekaragaman hayati tingkat spesies. Hayati yang dapat diperoleh manusia. Penurunan keanekaragaman hayati dapat dicegah dengan cara melakukan pelestarian (konservasi) keanekaragaman hayati. Konservasi keanekaragaman hayati memiliki beberapa tujuan, antara lain sebagai berikut.

- 1) Menjamin kelestarian fungsi ekosistem sebagai penyangga kehidupan
- 2) Mencegah kepunahan spesies yang disebabkan oleh kerusakan dan pemanfaatan yang tidak terkendali.
- 3) Menyediakan sumber plasma nutrimental untuk mendukung pengembangan dan budi daya kultivar-kultivar tanaman pangan, obat-obatan, maupun hewan ternak.

Konservasi keanekaragaman hayati di Indonesia diatur oleh UU No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya dan UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, dengan tiga asas,

yaitu tanggung jawab, berkelanjutan, dan bermanfaat. Konservasi keanekaragaman hayati dapat dilakukan secara *in situ* maupun *ex situ*.

Konservasi *in situ* adalah usaha pelestarian (konservasi) yang dilakukan di habitat aslinya, yaitu dengan mendirikan cagar alam, taman nasional, suaka margasatwa, taman hutan raya, dan taman laut. Contohnya, cagar alam Rafflesia di Bengkulu dan suaka margasatwa Pulau Komodo. Konservasi *ex situ* adalah usaha pelestarian yang dilakukan di luar habitat aslinya, yaitu dengan mendirikan kebun raya, taman safari, kebun koleksi, atau kebun binatang. Contohnya, Taman Safari Puncak dan Kebun Raya Bogor.

Dari hasil kerja sama dengan lembaga konservasi internasional, telah dilakukan pengembangan kawasan konservasi menjadi cagar biosfer. Cagar biosfer adalah kawasan dengan ekosistem terestrial dan pesisir yang melaksanakan konservasi biodiversitas melalui pemanfaatan ekosistem yang berkelanjutan. Cagar biosfer di Indonesia berdasarkan ketetapan *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO), antara lain Kebun Raya Cibodas dan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Taman Nasional Komodo, Taman Nasional Lore Lindu, Taman Nasional Tanjung Puting, Taman Nasional Gunung Leuser, Taman Nasional Siberut, Taman Nasional Bukit Batu, dan Taman Nasional Wakatobi.

2.2 Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang relevan berikut ini oleh Zahra et al. (2019) mengenai keterampilan proses sains melalui pembelajaran SETS (*Science, Environment, Technology, Society*) dengan praktikum. Penelitian dilaksanakan di MAN 2 Bandar Lampung dengan sampel 2 kelas berjumlah 72 siswa. Dalam penelitian menunjukkan hasil $t_{hitung} : 1,1223 > t_{tabel} : 1, 9908$ dengan taraf signifikan 0,05%, maka H_1 diterima, maka model pembelajaran SETS terbukti meningkatkan keterampilan proses sains. Keterampilan yang tertinggi didapatkan pada indikator mengamati sebesar 81,09% pada kelas eksperimen dan pada kelas kontrol sebesar 70,42%.

Penelitian berikutnya oleh Hartati et al. (2022) mendapatkan hasil bahwa penerapan model *problem based learning* (PBL) menghasilkan persentase keterampilan peserta didik yang lebih tinggi, yaitu sebesar 72,82%, yang dikategorikan sebagai aspek keterampilan

peserta didik baik, dibandingkan dengan kelas kontrol tanpa model pembelajaran PBL, yang hanya mencapai 57,3% dan dikategorikan cukup dalam aspek keterampilan proses sains. Secara umum, analisis tanggapan peserta didik menunjukkan bahwa 97,6% dari 26 responden menyatakan sangat setuju dan setuju terhadap model pembelajaran PBL. Hal ini mengindikasikan bahwa tanggapan peserta didik terhadap penerapan PBL berada pada kriteria sangat baik.

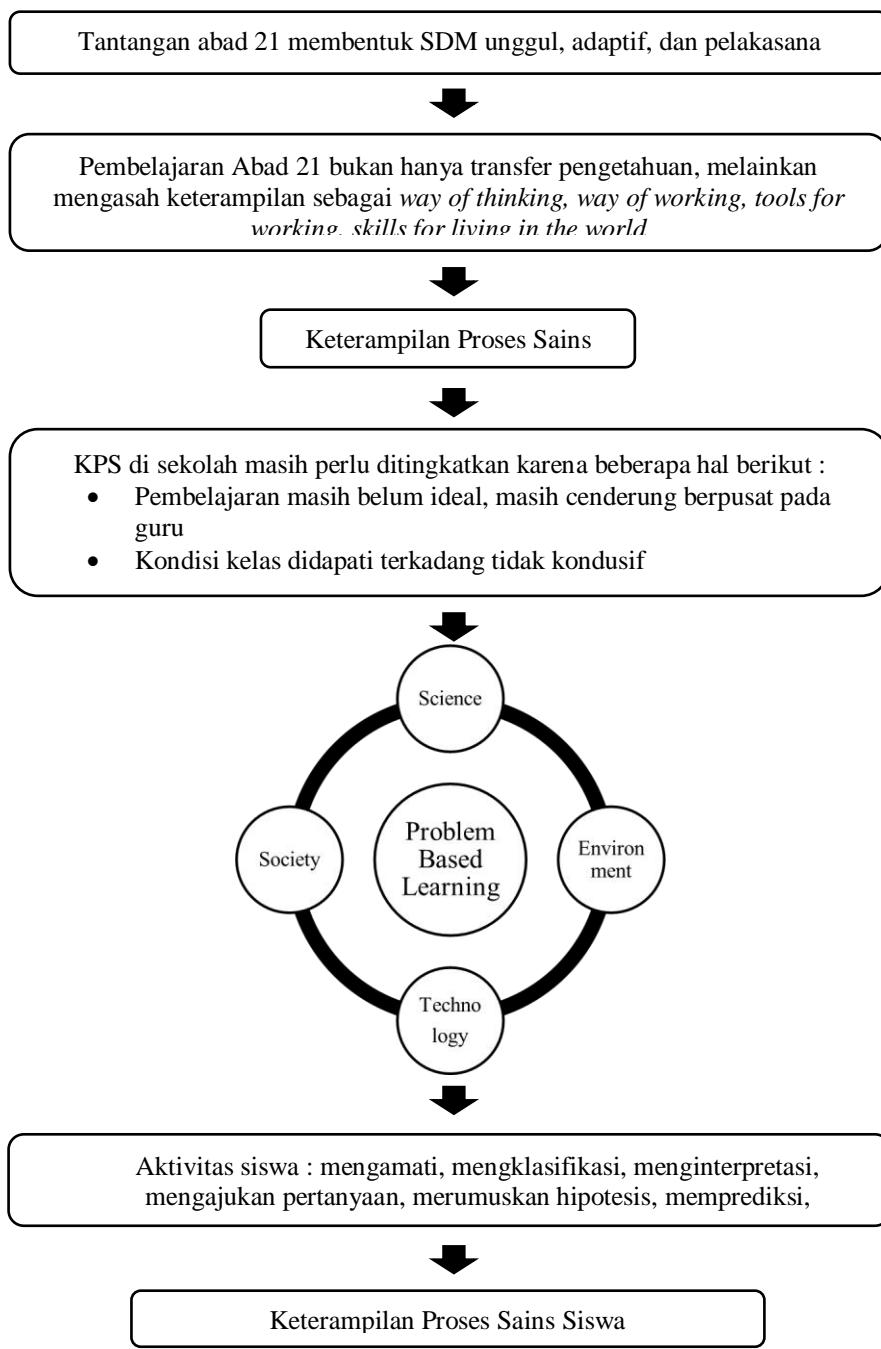
Selanjutnya penelitian dari Ramadhan et al. (2023) mendapatkan hasil skor keterampilan proses sains peserta didik mengalami peningkatan signifikan dari hasil tes akhir pada siklus I ke siklus II, dengan rata-rata nilai meningkat sebesar 17,5, yaitu dari 62,7 menjadi 80,2. Peningkatan ini mencerminkan adanya peningkatan keterampilan proses sains peserta didik setelah diterapkannya model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). Penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) menunjukkan peningkatan pada setiap aspek keterampilan proses sains peserta didik dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Dengan memberikan masalah yang perlu diselesaikan, kemampuan penalaran ilmiah peserta didik akan berkembang secara optimal.

Selanjutnya oleh Novitasari et al. (2024) yang meneliti mengenai model PBL berbasis SETS terhadap *High Order Thinking Skills*. Indikator menganalisis mendapatkan 92,9% (tinggi), hal ini dikarenakan proses sintak PBL diawali dengan orientasi masalah, selanjutnya peserta didik dilatih berpikir analisis. Indikator mengevaluasi mendapatkan 88,1% (tinggi), hal ini dikenakan peserta didik dapat menanyakan kepada rekan sejawat konsep yang kurang dimengerti, mengevaluasi, menganalisis proses pemecahan masalah. Indikator mencipta mendapatkan 76,7% (tinggi), hal ini dikarenakan terdapat sintak mengembangkan dan menyajikan hasil, peserta didik diarahkan membuat produk berupa laporan pengamatan sederhana. Model ini memiliki manfaat dalam meningkatkan kepuasan peserta didik sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Kepuasan terhadap proses pembelajaran dapat menumbuhkan ketertarikan dan mendorong motivasi belajar, memberikan dampak yang mendalam terhadap materi yang dipelajari.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang dijelaskan diatas, menunjukkan bahwa masing-masing memiliki ruang lingkup tersendiri yang diteliti. Penelitian yang dilakukan dengan judul “Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbasis *Science, Environment, Technology, Society* (SETS) terhadap Keterampilan Proses Sains pada Pembelajaran Biologi” yang menjadi perbedaan utama dengan penelitian terdahulu adalah variabel terikat yang digunakan, dimana belum ada penelitian yang membahas keterkaitan PBL berbasis SETS terhadap keterampilan proses sains pada peserta didik. Selain itu, waktu dan tempat penelitian juga menjadi dasar perbedaan dari penelitian-penelitian sebelumnya.

2.3 Kerangka Konseptual

Berikut kerangka berpikir penelitian disajikan pada gambar 2.5. Perkembangan zaman di abad ke-21 telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan, di mana pembelajaran tidak lagi sekadar berfokus pada transfer pengetahuan, melainkan juga pada pengembangan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan masa kini. Seiring peralihan dari era industri ke ekonomi berbasis pengetahuan, pendidikan dituntut untuk mencetak sumber daya manusia yang adaptif, berpikir kritis, kreatif, mampu berkomunikasi dan berkolaborasi. Pendidikan abad ke-21 menekankan pentingnya penguasaan keterampilan hidup, literasi teknologi, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi, yang secara keseluruhan dikemas dalam empat elemen utama *way of thinking, way of working, tools for working* dan *skills for living in the world*. Oleh karena itu, sistem pembelajaran di sekolah harus mampu mendukung siswa dalam mengembangkan keterampilan tersebut secara utuh.



Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir

Salah satu bentuk keterampilan abad 21 yang krusial dikembangkan dalam pembelajaran sains adalah keterampilan proses sains (KPS). KPS merupakan keterampilan yang mengintegrasikan metode ilmiah dalam memahami dan mengeksplorasi fenomena, mencakup kemampuan seperti mengamati, mengelompokkan, menafsirkan data, membuat hipotesis, dan mengomunikasikan hasil. Keterampilan ini penting dalam menumbuhkan daya nalar, logika, dan pemecahan masalah yang berlandaskan bukti. Lebih dari sekadar aspek akademik, KPS berperan dalam membentuk pola pikir ilmiah yang relevan bagi kehidupan sehari-hari. Dengan KPS, peserta didik tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga menjadi pencari dan pengolah pengetahuan secara mandiri.

Namun dalam praktiknya, pembelajaran yang terjadi di sekolah masih menemui sejumlah hambatan. Meskipun secara kurikulum pembelajaran telah beralih ke pendekatan yang berpusat pada siswa, pelaksanaannya di lapangan sering kali masih *teacher-centered*, dengan dominasi metode ceramah. Kondisi kelas yang terkadang kurang kondusif terutama pada jam pelajaran akhir, turut memengaruhi efektivitas pembelajaran. Hasil tes diagnostik awal menunjukkan bahwa capaian KPS siswa masih belum cukup baik. Pencapaian indikator juga belum merata seperti mengajukan pertanyaan, mengelompokkan, dan mengomunikasikan menunjukkan capaian yang masih rendah, menandakan perlunya inovasi dalam pembelajaran untuk memperkuat semua aspek KPS secara seimbang dan optimal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, digunakan model pembelajaran *problem based learning* berbasis *science, environment, technology, society* (SETS). Model PBL dipilih karena berpusat pada siswa dan mendorong keterlibatan aktif mereka dalam memecahkan masalah kontekstual. Melalui sintaks PBL, siswa dilatih mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah dan bekerja kolaboratif. Integrasi SETS memperkuat relevansi pembelajaran dengan kehidupan nyata, dimana setiap komponen (*science, environment, technology, society*) saling berhubungan dalam konteks keanekaragaman hayati.

Pada aspek *science*, pembelajaran berfokus pada konsep keanekaragaman hayati sebagai materi utama. Aspek *environment* diarahkan pada aktivitas identifikasi keanekaragaman hayati di

lingkungan sekitar, sehingga siswa memahami keterkaitan antara organisme dan habitatnya. Aspek *technology* diwujudkan melalui penggunaan media pembelajaran digital *iNaturalist* yang memungkinkan siswa mendokumentasikan dan mengklasifikasi spesies secara langsung berbasis data lapangan. Sedangkan aspek *society* menekankan pada relevansi hasil pembelajaran dengan kehidupan sosial, seperti kesadaran konservasi dan tanggung jawab terhadap pelestarian alam.

Melalui integrasi PBL dan SETS, aktivitas belajar siswa meliputi mengamati, mengklasifikasi, menginterpretasi, mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, memprediksi, dan mengomunikasikan hasil. Aktivitas-aktivitas tersebut merupakan indikator penting keterampilan proses sains yang diharapkan meningkat setelah penerapan model pembelajaran ini.

2.4 Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat pengaruh model *problem based learning* berbasis *science, environment, technology, society* (SETS) terhadap keterampilan proses sains pada pembelajaran biologi.

H_a : Terdapat pengaruh model *problem based learning* berbasis *science, environment, technology, society* (SETS) terhadap keterampilan proses sains pada pembelajaran biologi.