

BAB II

STUDI KEPUSTAKAAN

A. Konsep Pembelajaran Kimia di SMA

Pembelajaran kimia di SMA tidak hanya fokus pada menghafal rumus dan fakta, tetapi diarahkan untuk membangun pemahaman konsep kimia yang mendalam. Pemahaman ini mencakup relasi antara teori dan fenomena nyata serta aplikasi konsep dalam kehidupan sehari-hari. Fokus ini penting untuk mencegah miskonsepsi konsep dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa terhadap fenomena kimia (Indriyani, Purwaningsih, & Khaokhajorn, 2022).

Pembelajaran kimia di SMA dirancang tidak hanya untuk menguasai konsep teoritis, tetapi juga untuk mengembangkan keterampilan proses sains seperti berpikir kritis, pemecahan masalah kompleks, dan kolaborasi melalui aktivitas laboratorium, diskusi, dan proyek kontekstual (Setyaningrum *et al.*, 2025).

Pemahaman konsep dan keterampilan proses sains, pembelajaran kimia di SMA saat ini juga semakin diarahkan untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, dan komunikasi. Pembelajaran yang berfokus pada siswa (*student-centered learning*) dan aktivitas yang memicu keterlibatan aktif misalnya melalui laboratorium nyata, simulasi, atau aktivitas berbasis masalah membantu siswa menghubungkan konsep teoritis dengan konteks kehidupan nyata serta meningkatkan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah yang kompleks dan autentik. Integrasi keterampilan ini selaras dengan tuntutan kurikulum abad ke-21 yang tidak hanya menekankan penguasaan pengetahuan, tetapi juga kemampuan berpikir tingkat tinggi yang esensial bagi kesiapan siswa menghadapi tantangan global dan dunia kerja yang dinamis (Setiawati *et al.*, 2021).

Implementasi strategi pembelajaran yang inovatif seperti *Problem Based Learning* (PBL) terbukti efektif meningkatkan aktivitas belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran kimia di SMA. PBL menempatkan siswa dalam posisi aktif untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan permasalahan nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual. Penelitian

menunjukkan bahwa penerapan PBL pada pembelajaran kimia tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa, tetapi juga mendorong peningkatan keterampilan berpikir kritis yang merupakan salah satu kompetensi utama pembelajaran abad ke-21. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran kimia modern perlu mengadopsi pendekatan yang mendorong eksplorasi, kolaborasi, dan refleksi untuk menguatkan pemahaman konsep sekaligus keterampilan ilmiah siswa (Imanah *et al.*, 2023).

B. Keterampilan Proses Sains (KPS)

Keterampilan proses sains (KPS) merupakan kompetensi kunci yang memungkinkan siswa berpikir logis, melakukan penyelidikan sistematis, dan memecahkan masalah melalui pendekatan ilmiah. Pembelajaran sains abad ke-21, KPS berperan sebagai pondasi utama untuk mengembangkan berpikir kritis, analitis, dan reflektif (Fauziah, 2022; Nursan *et al.*, 2025). Melalui observasi, eksperimen, dan analisis data empiris, siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis tetapi juga mengaplikasikannya dalam konteks nyata (Fauziah, 2022).

Menurut Suja (2023) dan Geovana *et al.* (2023), indikator KPS dapat dikelompokkan ke dalam dua kategori utama, yaitu keterampilan proses dasar (*basic science process skills*) dan keterampilan proses terpadu (*integrated science process skills*).

Kategori pertama, keterampilan proses dasar, mencakup kemampuan:

- a. Mengamati (*Observing*), yaitu kemampuan menggunakan pancaindra dan alat bantu untuk mengidentifikasi ciri atau fenomena tertentu.
- b. Mengklasifikasi (*Classifying*), yakni mengelompokkan objek atau fenomena berdasarkan persamaan dan perbedaan karakteristik.
- c. Mengukur (*Measuring*), yaitu menggunakan alat ukur dengan satuan yang tepat serta mencatat hasil pengukuran secara akurat.
- d. Mengomunikasikan (*Communicating*), yakni menyampaikan hasil pengamatan, ide, atau data dalam bentuk tabel, grafik, diagram, maupun laporan ilmiah.

- e. Membuat Inferensi (*Inferring*), yaitu menarik kesimpulan sementara berdasarkan data empiris yang diperoleh.
- f. Memprediksi (*Predicting*), yakni memperkirakan hasil atau fenomena yang akan terjadi berdasarkan pola data dan pengalaman sebelumnya.

Kategori kedua, keterampilan proses terpadu, mencakup kemampuan yang lebih kompleks, yaitu:

- a. Merumuskan Hipotesis (*Formulating Hypotheses*), yaitu mengajukan dugaan sementara yang dapat diuji secara empiris.
- b. Mengidentifikasi dan Mengendalikan Variabel (*Identifying and Controlling Variables*), yaitu menentukan variabel bebas, terikat, dan kontrol dalam eksperimen serta mengelolanya secara sistematis.
- c. Merancang Eksperimen (*Designing Experiments*), yakni menyusun langkah-langkah eksperimen yang logis dan sesuai prosedur ilmiah.
- d. Menginterpretasi Data (*Interpreting Data*), yaitu menganalisis data hasil eksperimen untuk menemukan hubungan, pola, atau kesimpulan ilmiah.
- e. Menerapkan Konsep (*Applying Concepts*), yakni menggunakan prinsip atau teori ilmiah untuk menjelaskan fenomena dan memecahkan masalah nyata.
- f. Mengevaluasi (*Evaluating*), yaitu menilai keakuratan hasil eksperimen, keandalan data, serta validitas kesimpulan yang diperoleh.

Indikator keterampilan proses terpadu menjadi landasan penting dalam mengembangkan Panduan praktikum berbasis *Problem Based Learning* (PBL) ini yang terintegrasi dengan rubrik penilaian, serta instrumen observasi keterampilan ilmiah. Penerapan indikator ini, pembelajaran sains dapat difokuskan pada proses berpikir ilmiah yang sistematis, bukan sekadar pada hasil akhir percobaan.

Menurut OECD (2024), literasi sains tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan melakukan penyelidikan ilmiah, mengevaluasi bukti, serta membuat keputusan berbasis data. Pembelajaran praktikum berbasis *Problem Based Learning* menjadi strategi yang relevan untuk mengembangkan keterampilan proses sains siswa (OECD, 2024).

Kurikulum Merdeka menempatkan keterampilan proses ilmiah (KPS) sebagai salah satu elemen capaian pembelajaran utama dalam mata pelajaran

Kimia Fase E. Dokumen capaian pembelajaran Kimia menyatakan bahwa siswa harus mampu mengamati, merumuskan pertanyaan, merencanakan dan melakukan penyelidikan, menganalisis dan mengevaluasi data, serta mengomunikasikan hasil secara ilmiah (Kemdikbudristek, 2022). Menurut Capaian Pembelajaran Kimia Fase E dalam Kurikulum Merdeka (Kemendikbudristek, 2022), siswa diperlakukan sebagai agen aktif yang mampu merespons isu global melalui proyek sederhana, merancang solusi, mengambil keputusan, dan mengomunikasikannya (BSKAP, 2022). Pengembangan bahan ajar seperti panduan praktikum berbasis *Project Based Learning* (PBL) sangat relevan untuk mendukung implementasi kurikulum ini di sekolah menengah, seperti yang dicontohkan dalam modul pengajaran kimia berbasis proyek untuk Kurikulum Merdeka (Diva & Junaidi, 2024) serta e-LKPD kimia hijau PBL (Rehman & Atun, 2026).

Penguasaan keterampilan proses sains (KPS) memiliki manfaat luas dalam pembelajaran sains dan pengembangan kompetensi abad ke-21. Penelitian terkini menunjukkan bahwa KPS:

1. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis Siswa melalui penalaran ilmiah dan evaluasi bukti (Nursan *et al.*, 2025).
2. Memperkuat keterampilan pemecahan masalah (*problem-solving*) dengan penerapan langkah-langkah ilmiah dalam investigasi fenomena nyata (Fauziah, 2022).
3. Menumbuhkan rasa ingin tahu dan sikap ilmiah melalui kegiatan eksperimen dan refleksi (Sangkota *et al.*, 2024).
4. Meningkatkan kolaborasi dan komunikasi ilmiah dalam kerja kelompok dan diskusi hasil eksperimen (UMA, 2025).
5. Memfasilitasi pembelajaran bermakna dan kontekstual dengan mengaitkan konsep sains dengan fenomena kehidupan nyata melalui praktikum (Matsna *et al.*, 2023).
6. Menjadi fondasi bagi penguasaan bidang STEM, karena KPS mendukung berpikir ilmiah, kreatif, dan kolaboratif dalam konteks proyek sains (Fadilah *et al.*, 2024).

C. Panduan Praktikum

2.2.1 Pengertian Panduan Praktikum

Panduan praktikum adalah dokumen atau instrumen yang berisi langkah-langkah kegiatan praktikum yang sistematis, jelas, dan terstruktur, yang digunakan untuk membimbing siswa dalam melakukan percobaan atau eksperimen di laboratorium. Panduan praktikum dirancang untuk memfasilitasi proses belajar dengan tujuan meningkatkan keterampilan proses sains, pemahaman konsep, dan kemampuan siswa dalam menerapkan teori ke dalam praktik (Aulia & Haryani, 2025).

Panduan praktikum umumnya memuat komponen seperti tujuan praktikum, alat dan bahan, prosedur kerja, lembar pengamatan, analisis data, serta pertanyaan reflektif atau evaluatif. Panduan semacam ini menjadikan kegiatan laboratorium lebih terarah dan terkontrol, memungkinkan siswa belajar secara mandiri, sistematis, dan aman (Amizera *et al.*, 2023; Tim Kimia Dasar UNP, 2023).

2.2.2 Fungsi Panduan Praktikum

Panduan praktikum memiliki beberapa fungsi penting dalam pembelajaran sains, antara lain sebagai pedoman kerja yang memberikan arahan langkah demi langkah agar siswa dapat melakukan praktikum dengan benar; sebagai alat evaluasi yang membantu guru menilai keterampilan proses sains dan pemahaman konsep siswa; sebagai media pembelajaran aktif yang mendorong keterlibatan langsung, pemecahan masalah, dan berpikir kritis; serta untuk meningkatkan keselamatan laboratorium melalui prosedur kerja yang jelas (Agnesa & Sari, 2024; Rahmat, 2025).

2.2.3 Ciri-ciri Panduan Praktikum yang Baik

Panduan praktikum dikatakan efektif apabila memenuhi beberapa kriteria berikut: jelas dan sistematis (langkah-langkah praktikum dijelaskan secara runtut), mengandung tujuan pembelajaran yang sesuai dengan kompetensi dasar, fleksibel dan kontekstual (dapat disesuaikan dengan kondisi laboratorium dan karakteristik siswa), mendorong keterampilan proses sains (seperti observasi, hipotesis, analisis data, dan kesimpulan), serta menyertakan evaluasi dan refleksi melalui pertanyaan analisis karena dengan

kriteria tersebut, panduan praktikum tidak hanya menjadi instruksi, tetapi juga media pembelajaran aktif dan penilaian ilmiah (Darmawan & Sangaji, 2023; Safna *et al.*, 2025).

Panduan praktikum yang baik harus mencakup komponen-komponen yang sistematis, antara lain judul praktikum, tujuan, landasan teori, alat dan bahan, prosedur kerja, tabel pengamatan, pertanyaan analisis, serta kesimpulan atau laporan hasil praktikum yang terstruktur agar kegiatan praktikum berjalan efektif dan terarah (Rizky *et al.*, 2025; Sitorus, 2025).

2.2.4 Peran Panduan Praktikum dalam Pembelajaran Berbasis PBL

Pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) pada panduan praktikum tidak hanya berfungsi sebagai petunjuk teknis, tetapi juga sebagai fasilitator pembelajaran, karena membantu siswa mengidentifikasi masalah, merancang eksperimen, mengumpulkan dan mengevaluasi data secara kritis (Laulaleng *et al.*, 2025). Langkah-langkah *Problem Based Learning* (PBL) dalam panduan praktikum tidak berdiri sebagai Bab tersendiri, tetapi diintegrasikan ke dalam beberapa bagian utama panduan praktikum, terutama pada bagian kegiatan praktikum.

D. Problem-Based Learning (PBL)

Model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan pendekatan pembelajaran berorientasi pada pemecahan masalah autentik sebagai sarana membangun pengetahuan dan mengembangkan berpikir tingkat tinggi. PBL menempatkan siswa sebagai pusat proses pembelajaran, sementara guru berperan sebagai fasilitator dalam investigasi ilmiah (Wardani, 2023). Penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan PBL tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga memperkuat keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi ilmiah yang esensial dalam pembelajaran sains (Sipahutar, 2022). PBL memberikan pengalaman belajar bermakna melalui eksplorasi dan refleksi atas fenomena nyata, yang menumbuhkan rasa ingin tahu ilmiah serta tanggung jawab dalam proses belajar (Syam *et al.*, 2024).

Pada konteks pembelajaran kimia, *Problem Based Learning* (PBL) terbukti menjadi strategi efektif untuk mengaitkan konsep teoritis dengan praktik

laboratorium. PBL yang diintegrasikan dengan *inquiry-based laboratory* mampu melibatkan Siswa langsung dalam proses penemuan ilmiah sehingga meningkatkan pemahaman konseptual dan literasi sains (Rahmadhea, 2026).

Menurut Syarani *et al.* (2025), penerapan PBL memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan kreatif. Menurut Asmara & Septiana (2023), *Problem Based Learning* memfasilitasi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, serta kemandirian belajar melalui proses diskusi dan penyelidikan, dengan demikian dalam konteks pembelajaran kimia, PBL secara langsung melatih siswa mengembangkan Keterampilan Proses Sains (KPS) seperti merumuskan hipotesis, mengendalikan variabel, merancang eksperimen, menginterpretasi data, dan mengkomunikasikan hasil ilmiah.

Menurut, Wena (2019) menegaskan bahwa PBL memberikan pengalaman belajar empiris yang menuntun siswa untuk memahami konsep kimia secara mendalam melalui kegiatan laboratorium terbuka (*open-ended laboratory*). PBL tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga memperkuat aspek afektif seperti rasa ingin tahu, tanggung jawab ilmiah, dan ketekunan belajar. Penelitian oleh Sari *et al.* (2025) menemukan bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengendalikan variabel dan menginterpretasi data eksperimen, khususnya pada materi laju reaksi.

Selain aspek kognitif, penerapan *Problem Based Learning* (PBL) juga terbukti meningkatkan keterlibatan afektif siswa, termasuk motivasi belajar dan rasa keingintahuan ilmiah. Penelitian PTK di SD menunjukkan bahwa PBL dapat menaikkan motivasi Siswa secara signifikan (Tovan *et al.*, 2024). Temuan lain juga melaporkan bahwa PBL dalam pembelajaran sains memberikan pengalaman emosional yang lebih mendalam karena siswa merasa tertantang untuk menyelesaikan masalah nyata melalui eksplorasi dan refleksi (Widodo *et al.*, 2025). Kondisi di SMA Negeri 1 Seluma, penerapan PBL masih sangat terbatas karena minimnya skenario masalah, instrumen penilaian keterampilan proses sains (KPS), dan panduan praktikum yang sistematis kondisi ini menghambat potensi PBL untuk mengembangkan kompetensi ilmiah siswa secara optimal.

Problem Based Learning (PBL) merupakan pendekatan pembelajaran berlandaskan teori konstruktivisme yang menempatkan masalah nyata dan autentik sebagai titik awal proses belajar (Parwata *et al.*, 2023; Wiraningtyas, 2024).

Pengembangan panduan praktikum kimia, model *Problem Based Learning* (PBL) memberikan kesempatan bagi siswa untuk membangun pengetahuan melalui investigasi ilmiah, kolaborasi kelompok, dan refleksi hasil eksperimen. Pendekatan ini sangat relevan untuk menguatkan Keterampilan Proses Sains (KPS), karena menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam merumuskan hipotesis, mengendalikan variabel, dan menganalisis data (Khairah *et al.*, 2023). Penerapan PBL dalam panduan praktikum berpotensi memperkuat integrasi antara aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik dalam pembelajaran kimia abad ke-21.

Pengembangan panduan praktikum berbasis *Problem Based Learning* (PBL), sejumlah penelitian terkini menunjukkan struktur yang mirip dengan sintaks PBL klasik: tahap orientasi masalah (siswa mengidentifikasi fenomena dan rumusan masalah), investigasi melalui eksperimen, analisis data, dan refleksi atau diskusi (Jehadut *et al.*, 2023; Syam *et al.*, 2024). Dalam konteks kimia, modul praktikum PBL memungkinkan siswa merumuskan hipotesis, merancang dan melakukan eksperimen, mencatat serta menganalisis data, lalu menyajikan hasilnya secara ilmiah (Jehadut *et al.*, 2023). Proses ini tidak hanya menguatkan *Keterampilan Proses Sains* (KPS), tetapi juga memperkuat pemahaman konseptual siswa melalui pendekatan investigatif dan reflektif.

Berikut Sintaks *Problem-Based Learning* (PBL), menurut (Nurwidodo *et al.*, 2025):

1. *Students Orientation to the Problem*

Pada tahap *students orientation to the problem*, guru memperkenalkan topik pembelajaran, mengkaji isu yang relevan, dan mengajukan pertanyaan esensial. Kegiatan ini bertujuan untuk mengarahkan perhatian siswa pada permasalahan yang akan dipelajari. Siswa mengekspresikan pendapat, ide, dan konsep, serta merumuskan masalah esensial berdasarkan isu yang disajikan oleh guru. Tahap ini menekankan keterlibatan awal siswa dalam memahami dan mengidentifikasi permasalahan pembelajaran.

2. *Organize Students*

Pada tahap *organize students*, guru membimbing siswa untuk bekerja secara kolaboratif dalam memecahkan masalah melalui kegiatan *problem solving*. Guru berperan dalam mengarahkan proses kerja kelompok agar pembelajaran berlangsung terstruktur. Siswa merencanakan pemecahan masalah melalui penyusunan rencana penelitian, memilih aktivitas, serta menentukan alat dan bahan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah secara mandiri. Tahap ini berfokus pada pengorganisasian aktivitas belajar siswa.

3. *Individual and Group Research Guide*

Pada tahap *individual and group research guide*, guru membimbing kegiatan penelitian siswa untuk memecahkan masalah, baik melalui penyelidikan secara individual maupun kelompok. Guru memberikan arahan selama proses penelitian berlangsung. Siswa bekerja secara individual untuk memecahkan masalah, melakukan eksplorasi dan investigasi, serta memanfaatkan berbagai sumber belajar dalam kegiatan penelitian. Tahap ini menekankan aktivitas penyelidikan sebagai inti pembelajaran.

4. *Develop and Assess the Achievement*

Pada tahap *develop and assess the achievement*, guru mengembangkan hasil kerja penelitian siswa, memberikan kesempatan kepada siswa untuk mempresentasikan hasil penelitian, serta memberikan umpan balik terhadap hasil kerja yang disajikan. Siswa menyusun laporan tertulis hasil penelitian dan mempresentasikan hasil yang diperoleh. Tahap ini berfokus pada penyajian hasil penelitian dan penilaian terhadap pencapaian belajar siswa.

5. *Analysis and Evaluate the Problem-Solving Process*

Pada tahap *analysis and evaluate the problem-solving process*, guru membimbing siswa untuk merefleksikan kegiatan penelitian dan hasil yang diperoleh dalam upaya memecahkan masalah yang dihadapi. Siswa melakukan refleksi diri dengan menyusun jurnal refleksi terhadap rangkaian tugas penelitian yang telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan. Tahap ini menekankan evaluasi proses pemecahan masalah yang telah dilalui.

Tabel 2.1

Sintak PBL Terintegrasi Keterampilan Proses Sains (KPS)

No.	Sintaks PBL	Indikator Keterampilan Proses Sains (KPS)
1.	Orientasi Siswa pada Masalah	Mengamati; Mengidentifikasi masalah; Merumuskan pertanyaan ilmiah
2.	Mengorganisasi Siswa	Merumuskan hipotesis; Mengidentifikasi variabel; Merancang percobaan
3.	Membimbing Penyelidikan Individual dan Kelompok	Melakukan eksperimen; Mengumpulkan dan mencatat data; Menggunakan alat dan bahan
4.	Mengembangkan dan Menilai Pencapaian Hasil	Menginterpretasi data; Mengomunikasikan hasil; Menarik kesimpulan
5.	Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah	Mengevaluasi proses dan hasil eksperimen; Merefleksi kegiatan ilmiah

Tabel 2.2

Skenario Pembelajaran Problem Based Learning (PBL)

No	Sintaks	Aktivitas Pembelajaran Guru	Aktivitas Pembelajaran Siswa
1	Orientasi Siswa pada Masalah	Memperkenalkan topik pembelajaran, mengkaji isu atau permasalahan yang relevan, serta mengajukan pertanyaan esensial	Mengemukakan pendapat, ide, dan konsep awal, serta merumuskan masalah esensial
2	Mengorganisasi Siswa	Membimbing siswa untuk bekerja secara kolaboratif dalam memecahkan masalah melalui kegiatan problem solving	Menyusun rencana pemecahan masalah melalui perencanaan penelitian, memilih kegiatan, serta menentukan alat dan bahan secara mandiri
3	Membimbing Penyelidikan Individual dan Kelompok	Membimbing proses penyelidikan siswa untuk memecahkan masalah, baik secara individual maupun kelompok	Bekerja secara mandiri dan kelompok dalam memecahkan masalah, melakukan eksplorasi dan investigasi dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar
4	Mengembangkan dan Menilai Pencapaian Hasil	Membimbing pengembangan hasil penelitian siswa, memberikan kesempatan presentasi, serta	Menyusun laporan tertulis hasil penelitian dan mempresentasikan hasil yang diperoleh

		memberikan umpan balik	
5	Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah	Membimbing siswa melakukan refleksi terhadap kegiatan dan hasil penelitian dalam upaya memecahkan masalah yang dihadapi	Melakukan refleksi diri melalui penyusunan jurnal refleksi atas rangkaian tugas penelitian untuk memecahkan masalah

(Nurwidodo *et al.*, 2025)

Tabel 2.3

Keterkaitan Sintaks Problem Based Learning (PBL), Keterampilan Proses Sains (KPS), dan Peran Panduan Praktikum Kimia

No	Sintaks PBL	Aktivitas Inti Pembelajaran	Indikator Keterampilan Proses Sains (KPS)	Peran Panduan Praktikum Kimia
1	Orientasi Siswa pada Masalah	Siswa mengidentifikasi fenomena dan merumuskan masalah berdasarkan isu kontekstual	Mengamati; Mengidentifikasi masalah; Merumuskan pertanyaan ilmiah	Menyajikan fenomena atau permasalahan kontekstual sebagai pemicu kegiatan praktikum serta membantu siswa merumuskan masalah
2	Mengorganisasi Siswa	Siswa menyusun rencana pemecahan masalah dan perencanaan penelitian	Merumuskan hipotesis; Mengidentifikasi variabel; Merancang percobaan	Memberikan panduan perencanaan praktikum, termasuk perumusan hipotesis, identifikasi variabel, serta penentuan alat dan bahan
3	Membimbing Penyelidikan Individual dan Kelompok	Siswa melakukan eksperimen, eksplorasi, dan pengumpulan data	Melakukan eksperimen; Mengumpulkan dan mencatat data; Menggunakan alat dan bahan	Menyediakan langkah kerja praktikum yang fleksibel dan terbuka, serta memfasilitasi pengumpulan dan pencatatan data hasil percobaan

4	Mengembangkan dan Menilai Pencapaian Hasil	Siswa mengolah data, menyusun laporan, dan mempresentasikan hasil	Menginterpretasi data; Mengomunikasikan hasil; Menarik kesimpulan	Menyediakan format pengolahan data, laporan praktikum, dan panduan presentasi hasil kegiatan eksperimen
5	Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah	Siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pemecahan masalah	Mengevaluasi proses dan hasil eksperimen; Merefleksi kegiatan ilmiah	Menyediakan pertanyaan reflektif dan lembar evaluasi untuk membantu siswa menilai proses dan hasil praktikum

Tabel tersebut menunjukkan bahwa sintaks *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi secara sistematis dalam panduan praktikum kimia untuk memfasilitasi keterampilan proses sains (KPS) siswa. Setiap tahap PBL dioperasionalkan melalui aktivitas praktikum yang terstruktur, mulai dari pengamatan fenomena reaksi kimia hingga refleksi ilmiah. Panduan praktikum berperan sebagai perangkat pedagogis yang menjembatani model PBL dengan pengembangan KPS, sehingga siswa tidak hanya mengikuti prosedur eksperimen, tetapi juga terlibat aktif dalam proses berpikir ilmiah. Panduan praktikum berbasis PBL secara konseptual dan empiris mampu mendukung pengembangan KPS siswa kelas X pada materi reaksi kimia.

E. Ruang Lingkup Materi Reaksi Kimia

Materi reaksi kimia merupakan materi dasar dalam pembelajaran Kimia kelas X yang wajib dikuasai siswa. Berdasarkan Kurikulum Merdeka (Kemdikbudristek, 2022), siswa diharapkan mampu: Mengidentifikasi ciri-ciri reaksi kimia, seperti terjadinya perubahan warna, munculnya gelembung gas, terbentuknya endapan, dan fluktuasi suhu.

Materi ini memiliki potensi besar untuk mengembangkan Keterampilan Proses Sains (KPS) karena sifatnya yang sangat empiris dan fenomenologis. Pada konteks pembelajaran reaksi kimia, kegiatan praktikum seperti reaksi

pengendapan antara larutan AgNO_3 dan NaCl memungkinkan siswa mengamati terbentuknya endapan putih (AgCl), mengklasifikasikan jenis reaksi yang terjadi (reaksi pengendapan atau double displacement), mengukur konsentrasi larutan, serta mengomunikasikan mekanisme reaksi yang diamati secara ilmiah. Aktivitas tersebut mencerminkan penerapan langsung indikator KPS, yaitu observasi, klasifikasi, pengukuran, interpretasi data, dan komunikasi ilmiah (Virginia, 2022).

Menurut Jegstad (2023), topik-topik kimia yang menampilkan perubahan visual atau fenomena nyata seperti perubahan warna, pembentukan endapan, dan pelepasan gas sangat efektif dalam menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah siswa karena memberikan pengalaman empiris yang konkret dan mudah diobservasi. Saputra & Purnomo (2023) menegaskan bahwa eksperimen berbasis fenomena visual seperti pengendapan dan reaksi asam-basa tidak hanya meningkatkan KPS dasar (observasi dan klasifikasi), tetapi juga mendorong pengembangan KPS terpadu seperti interpretasi data dan pengujian hipotesis. Materi reaksi kimia merupakan konteks ideal untuk penerapan pendekatan *Problem-Based Learning* (PBL) dalam pengembangan panduan praktikum, karena dapat menstimulasi siswa untuk mengajukan pertanyaan ilmiah, melakukan eksperimen, serta merefleksikan hasil berdasarkan data empiris yang diperoleh.

Potensi ini belum maksimal dimanfaatkan di banyak sekolah karena kurang tersedia panduan praktikum yang dapat merangsang proses ilmiah aktif siswa. Penelitiannya yang berjudul “*Development of PBL-based e-panduanes to boost students' science process skills*”, Hamidi et al. (2024) menyimpulkan bahwa penerapan panduan berbasis *Problem Based Learning* pada topik reaksi kimia secara signifikan meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan proses sains siswa SMA. Panduan tersebut efektif karena memadukan kegiatan eksperimen dengan skenario masalah kontekstual yang menuntut penyelidikan ilmiah aktif. Kondisi tersebut menegaskan pentingnya pengembangan panduan praktikum yang berbasis masalah dan kontekstual, khususnya di SMA Negeri 1 Seluma yang memiliki keterbatasan sumber daya.

F. Penelitian Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu bertujuan untuk memberikan landasan empiris terhadap pengembangan panduan panduan praktikum berbasis *Problem Based Learning* (PBL) guna meningkatkan keterampilan proses sains (KPS) siswa SMA. Penelitian-penelitian sebelumnya, baik di tingkat nasional maupun internasional, menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara penerapan model pembelajaran berbasis masalah dan peningkatan keterampilan berpikir ilmiah, pemahaman konsep kimia, serta kemampuan kolaboratif siswa.

Pengembangan pembelajaran yang mengintegrasikan KPS, PBL, dan model ADDIE makin marak, namun masih relatif terbatas pada materi kimia seperti larutan elektrolit (Fitriani, Abdulah, & Mustadi, 2021), redoks (Wulandari *et al.*, 2026), dan laju reaksi (Ee *et al.*, 2022). Belum ada penelitian yang secara khusus mengembangkan panduan praktikum reaksi kimia kelas X dengan kombinasi ketiga elemen tersebut.

Kebanyakan penelitian sebelumnya dilakukan di sekolah perkotaan dengan sarana dan prasarana lengkap, sedangkan di daerah seperti Kabupaten Seluma, dengan keterbatasan sumber daya, penelitian semacam ini masih sangat kurang. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengembangkan panduan praktikum reaksi kimia yang adaptif dengan situasi sekolah menengah di daerah dan tetap mampu mendukung pengembangan KPS melalui pendekatan PBL.

Beberapa Penelitian Terdahulu yang Relevan:

1. Hamidi *et al.* (2024) meneliti pengembangan e-panduan praktikum berbasis PBL untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa SMA pada materi reaksi kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan e-panduan berbasis PBL meningkatkan aktivitas ilmiah Siswa hingga 82% dan pemahaman konsep kimia sebesar 76%, lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional. Penelitian ini relevan sebagai rujukan untuk pengembangan panduan praktikum yang menekankan kegiatan investigatif dan reflektif.
2. Kamila *et al.* (2026) meneliti penerapan pendekatan STEM berbasis PBL dalam pembelajaran kimia di SMA. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada kemampuan pemecahan masalah dan keterampilan berpikir

tingkat tinggi siswa. Integrasi PBL dan STEM memperkuat bukti bahwa pembelajaran berbasis masalah efektif dalam memfasilitasi KPS melalui eksperimen kontekstual.

3. Putra & Handayani (2023) mengembangkan panduan praktikum berbasis PBL menggunakan model ADDIE. Panduan yang dihasilkan dinyatakan valid (rata-rata skor 3,62, kategori sangat baik) dan praktis diterapkan dalam pembelajaran kimia SMA. Panduan ini meningkatkan motivasi belajar dan kemampuan berpikir ilmiah siswa, sehingga menjadi rujukan langsung untuk desain pengembangan panduan praktikum.
4. Hermana *et al.* (2022) meneliti pelaksanaan laboratorium daring selama pandemi COVID-19. Kegiatan praktikum berbasis virtual yang dirancang dengan prinsip inkuiri dan masalah kontekstual tetap mampu mempertahankan KPS siswa. Temuan ini menegaskan pentingnya fleksibilitas desain panduan agar efektif dalam berbagai situasi pembelajaran, baik tatap muka maupun daring.
5. Razan & Nawawi (2025) penelitian ini menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* pada materi hidrokarbon telah berhasil dikembangkan dan terbukti valid, praktis, dan efektif dalam memfasilitasi pembelajaran siswa pada topik senyawa kimia, termasuk dalam aspek keterampilan berpikir ilmiah dan kolaborasi antar siswa.
6. Saputra & Purnomo (2023) dalam studi bibliometrik tentang tren penelitian KPS di Indonesia (2016–2023) menemukan bahwa sebagian besar penelitian masih fokus pada pengukuran KPS, sementara inovasi media pembelajaran berbasis PBL masih terbatas. Pengembangan panduan praktikum berbasis PBL memiliki potensi kebaruan (novelty) yang tinggi.
7. Jegstad (2023) melakukan tinjauan sistematis implementasi pembelajaran berbasis inkuiri di SMA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laboratorium yang menggunakan pendekatan berbasis masalah dan inkuiri mampu meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir ilmiah siswa, khususnya dalam materi kimia dan fisika.

Tabel 2.4
Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti dan Tahun	Fokus Penelitian	Model yang Digunakan	Hasil Utama	Relevansi terhadap Penelitian Ini
1	Hamidi <i>et al.</i> (2024)	Pengembangan e-panduan berbasis PBL untuk reaksi kimia	PBL, ADDIE	Meningkatkan aktivitas ilmiah dan pemahaman konsep siswa	Relevan dengan peningkatan KPS dan desain panduan praktikum kontekstual
2	Kamila <i>et al.</i> (2026)	Integrasi STEM-PBL dalam pembelajaran kimia	STEM-PBL	Peningkatan pemecahan masalah dan HOTS siswa	Menguatkan efektivitas PBL dalam konteks kimia eksperimental
3	Reviliana (2025)	Pengembangan panduan praktikum berbasis PBL	ADDIE	Panduan valid dan praktis meningkatkan motivasi dan KPS siswa	Rujukan metodologis utama penelitian ini
4	Marfubah & Isnaini (2022)	Pembelajaran praktikum daring berbasis inkuiri	Inkuiri	Pembelajaran daring tetap mampu melatih KPS	Menunjukkan adaptabilitas panduan PBL dalam konteks modern
5	Razan & Nawawi (2025)	Pengembangan LKPD berbasis Problem Based Learning pada materi hidrokarbon kelas XI SMA	PBL	LKPD yang dikembangkan memenuhi kriteria valid dan praktis serta mampu meningkatkan keterlibatan dan kolaborasi siswa dalam pembelajaran kimia	Menjadi dasar empiris bahwa PBL efektif diterapkan pada materi kimia; penelitian ini melanjutkan dengan mengembangkan panduan praktikum kimia berbasis PBL yang terintegrasi dengan

					keterampilan proses sains
6	Saputra & Purnomo (2023)	Analisis tren penelitian KPS di Indonesia	Analisis Bibliometrik	Kesenjangan inovasi pada pengembangan media berbasis PBL	Menunjukkan <i>research gap</i> yang diisi oleh penelitian ini
7	Jegstad (2023)	Tinjauan sistematis pembelajaran berbasis inkuiri	Inkuiri	Peningkatan penguasaan konsep dan KPS siswa	Menguatkan dasar teoretis penelitian ini

G. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian ini didasarkan pada permasalahan pembelajaran kimia pada materi reaksi kimia, yaitu belum berkembangnya keterampilan proses sains siswa secara optimal. Kondisi tersebut tercermin dari keterbatasan siswa dalam melakukan pengamatan sistematis, merumuskan hipotesis, merancang dan melaksanakan eksperimen, menganalisis data, serta mengomunikasikan hasil percobaan secara ilmiah. Permasalahan ini dipengaruhi oleh praktik pembelajaran yang masih berorientasi pada penyampaian informasi dan praktikum yang masih bersifat demonstratif serta jarang dilakukan, sehingga aktivitas praktikum belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai wahana pengembangan keterampilan proses sains. Diperlukan suatu perangkat pembelajaran yang secara terencana mampu memfasilitasi keterlibatan aktif siswa dalam proses ilmiah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan panduan praktikum kimia berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi reaksi kimia. Pengembangan panduan praktikum ini memandang belajar sebagai proses membangun pengetahuan melalui pengalaman dan refleksi, serta model PBL yang menekankan pemecahan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran. Integrasi sintaks PBL ke dalam kegiatan praktikum diharapkan mampu mengarahkan siswa pada aktivitas ilmiah yang sistematis, mulai dari identifikasi masalah, perumusan hipotesis, pelaksanaan eksperimen, analisis data, hingga refleksi terhadap hasil pembelajaran. Panduan praktikum yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai petunjuk teknis,

tetapi sebagai perangkat pedagogis yang mendukung proses pembelajaran bermakna.

Penerapan panduan praktikum kimia berbasis PBL diharapkan menghasilkan pembelajaran yang lebih efektif dalam memfasilitasi pengembangan keterampilan proses sains Siswa. Peningkatan keterampilan tersebut mencakup kemampuan mengamati, merumuskan hipotesis, mengendalikan variabel, menganalisis data, serta mengomunikasikan hasil eksperimen secara ilmiah. Tercapainya tujuan tersebut, pengembangan panduan praktikum kimia berbasis PBL dipandang sebagai solusi pedagogis yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran kimia di sekolah menengah dan selaras dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka.

Kerangka berpikir tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir