

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kurikulum Merdeka merupakan kurikulum yang menekankan pada materi esensial dan kompetensi-kompetensi sesuai dengan fasenya. Penekanan tersebut bisa terlihat dari adanya komponen Capaian Pembelajaran berupa elemen pemahaman konsep dan keterampilan proses. Dalam artian ini, pendidikan di Indonesia dirancang untuk mengembangkan penguasaan keterampilan abad 21 yang merupakan gerakan global di era Revolusi Industri 4.0 (Dewi & Arifin, 2024).

Di dalam elemen keterampilan proses, terdapat berbagai keterampilan yang harus dikuasai oleh siswa, yakni melakukan pengamatan, menyusun pertanyaan dan prediksi, membuat perencanaan dan penyelidikan, memproses dan melakukan analisis terhadap data dan informasi, melakukan evaluasi, dan refleksi. Keterampilan-keterampilan ini merupakan cakupan dari Keterampilan Proses Sains. Keterampilan Proses Sains diartikan sebagai kemampuan siswa dalam memecahkan permasalahan melalui penemuan ilmiah secara mandiri (Hamidah *et al.*, 2023). Keterampilan ini berperan penting dalam pembelajaran sains karena melibatkan siswa secara aktif dalam prosesnya (Firmansyah *et al.*, 2019).

Kimia sebagai rumpun dari pembelajaran sains memiliki karakteristik unik. Salah satunya adalah menyatukan fenomena makroskopik, mikroskopis, dan simbolik (Cahyani & Wahyudiati, 2023). Untuk memahaminya, diperlukan keterampilan dengan mengaitkannya dalam kehidupan sehari-hari (Adriani & Silitonga, 2017). Dalam hal ini, praktikum dinilai efektif untuk memperluas konsep

kimia (Sundusiyah *et al.*, 2023), dan mengukur Keterampilan Proses Sains siswa (Rusdi *et al.*, 2021).

Hasil wawancara dengan guru kimia di MAN Bintan pada Lampiran 2 mengonfirmasikan bahwa implementasi Kurikulum Merdeka untuk semua tingkat kelas dalam mata pelajaran kimia dapat dilakukan dengan penyesuaian antara Capaian Pembelajaran dan kegiatan praktikum, khususnya dalam melatih elemen keterampilan proses. Guru tersebut menyatakan bahwa metode pembelajaran paling efektif dalam materi kimia untuk melatih keterampilan proses adalah praktikum dibandingkan metode diskusi kelompok dan ceramah. Alasannya adalah metode tersebut dapat meningkatkan pemahaman konsep sekaligus mengembangkan keterampilan proses. Akan tetapi, fakta lapangan menunjukkan masih adanya permasalahan yang terjadi. Keterlaksanaan praktikum masih terbilang rendah di mana kendala utama terletak pada alat dan bahan praktikum yang terbatas, minimnya waktu efektif pembelajaran, dan tidak adanya pengelolaan limbah praktikum di laboratorium sekolah.

Keterampilan Proses Sains siswa MAN Bintan terindikasi awal belum terasah dengan baik berdasarkan hasil wawancara guru kimia di sekolah tersebut. Guru menyatakan, siswa yang berada pada fase F mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan data praktikum, dan menjawab soal dengan tingkat tinggi. Adapun terkait dengan penilaian Keterampilan Proses Sains pernah dilakukan pada dua tahun sebelumnya, akan tetapi tidak dilakukan dokumentasi oleh guru kimia tersebut.

Realitas pembelajaran di MAN Bintan relevan dengan tingkat Keterampilan Proses Sains di Indonesia yang masih tergolong rendah berdasarkan survei

Internasional. Salah satu hasil survei internasional adalah hasil PISA 2022 mengindikasikan rendahnya peringkat Indonesia dalam kategori literasi sains, yaitu hanya mencapai 383 dengan peringkat 67 dari 81 negara (Sari *et al.*, 2021). Survei ini mencakup soal-soal yang relevan dengan Keterampilan Proses Sains (Hamidah *et al.*, 2023).

Di sisi lainnya, praktikum kimia konvensional masih dijalankan di beberapa sekolah di Indonesia. Praktikum kimia konvensional seringkali menggunakan bahan sintesis yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan, seperti asam kuat atau basa kuat yang berpotensi menyebabkan kecelakaan di laboratorium (A. S. Putra & Zainul, 2024). Penggunaan bahan kimia berbahaya ini kemudian akan menghasilkan limbah yang memberikan permasalahan serius terhadap keamanan dan keberlanjutan lingkungan. Beberapa sekolah belum memiliki sistem pengelolaan limbah praktikum yang baik (Adriani, 2016), termasuk MAN Bintan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, Kimia Hijau memberikan pendekatan baru dalam pembelajaran kimia (Widyawati *et al.*, 2025). Dua belas prinsip Kimia Hijau memberikan pedoman dalam mengembangkan praktikum yang lebih aman, ekonomis, dan berkelanjutan melalui pengurangan penggunaan bahan berbahaya, pengelolaan limbah yang efektif, dan efisiensi penggunaan energi (Linkwitz & Eilks, 2022). Penerapan Kimia Hijau tidak hanya mengatasi masalah keselamatan di laboratorium, tetapi juga membantu membentuk nilai-nilai keberlanjutan pada siswa (Herranen *et al.*, 2021). Dalam hal ini, guru di MAN Bintan memberi respons positif terhadap penerapan pendekatan tersebut karena pembelajaran kini telah menekankan untuk menghubungkan materi kimia dengan Kimia Hijau (Lampiran 2). Pendekatan tersebut pernah dilakukan oleh guru MAN Bintan berupa

penggunaan bahan alami, meskipun belum optimal pelaksanaannya berdasarkan hasil wawancara siswa MAN Bintan (Lampiran 3).

Berdasarkan hasil tinjauan penelitian sebelumnya, terlihat bahwa adanya tren penelitian pendidikan kimia berupa pengembangan panduan praktikum mengarah pada keberlanjutan lingkungan. Penelitian pengembangan yang dilakukan oleh Aisyah (2024) menghasilkan penuntun praktikum elektronik berbasis Kimia Hijau dengan hasil validitasnya tinggi dan praktis bagi guru dan siswa. Di samping itu, Nurfatihah (2025) juga mengembangkan modul praktikum berbasis Kimia Hijau yang mampu menstimulus Keterampilan Proses Sains dengan kategori sangat baik. Selanjutnya, Ramdhaniah *et al.* (2021) dan Adawiyah *et al.* (2020) juga berhasil dalam menghasilkan modul praktikum dengan sampel alam, yakni bagian tumbuhan mangrove untuk isolasi senyawa metabolit sekunder.

Selain bagian tumbuhan, karakteristik fisikokimia perairan di sekitar ekosistem mangrove juga dapat berpotensi diintegrasikan dalam pembelajaran kimia. Hal ini dikarenakan penelitian Rashed *et al.* (2025) menemukan korelasi antara pH, salinitas dan konduktivitas listrik. Parameter pH perairan di sekitar ekosistem mangrove berkorelasi negatif dengan salinitas ($r = -0,91$) dan konduktivitas listrik ($r = -0,90$), sedangkan salinitas dan konduktivitas listrik berkorelasi positif ($r = 0,99$). Karakteristik ini kemudian berkaitan dengan beberapa materi kimia, seperti asam basa; larutan elektrolit dan nonelektrolit; hidrolisis garam; titrasi asam basa; larutan penyangga; elektrokimia; elektrolisis; dan redoks. Akan tetapi, tinjauan penelitian sebelumnya menunjukkan belum adanya kegiatan eksplorasi perairan di sekitar ekosistem mangrove sebagai sampel praktikum kimia untuk sekolah menengah.

Di samping itu, potensi lokal ini belum pernah diintegrasikan dalam pembelajaran, dan guru juga tidak memiliki gambaran integrasinya dalam materi kimia berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara (Lampiran 2; Lampiran 3). Hal ini diperkuat dengan hasil kuesioner pada Lampiran 1. Sebanyak 86,7% siswa belum pernah mengintegrasikan ekosistem mangrove dalam pembelajaran kimia, dan sisanya berupa 13,3% siswa menjawab pernah beberapa kali. Data persentase sebesar 13,3% ini tidak sesuai dengan hasil konfirmasi kepada guru kimia yang menyatakan belum pernah mengintegrasikannya. Kemudian, sebanyak 62,5% siswa menganggap kaitan antara materi dengan lingkungan penting dilakukan, 31,3% siswa menganggap sangat penting, dan 6,2% siswa lainnya beranggapan kurang penting. Apabila diakumulasikan, sebanyak 93,8% siswa setuju hal tersebut penting dilakukan karena dapat membantu pemahaman mereka pada materi kimia. Di sisi lainnya, lebih dari separuh jumlah siswa, yakni sebesar 68,8%, menunjukkan ketertarikan tinggi melakukan praktikum menggunakan sampel perairan di sekitar ekosistem mangrove, meski 31,2% siswa lainnya merasa kurang tertarik. Data ini kemudian mengindikasikan materi kimia masih belum optimal memanfaatkan potensi lokal, meskipun lokasi sekolah secara geografis berdekatan dengan ekosistem mangrove di daerah Kawal, Kabupaten Bintan.

Bentuk integrasi perairan di sekitar ekosistem mangrove sejalan dengan pembelajaran kontekstual, yang mana pembelajaran sains tidak bisa jauh dari lingkungan alam. Dengan hal ini, siswa akan terbantu dalam mengonstruksikan pengetahuannya melalui pengalaman langsung (Shalsabila *et al.*, 2024). Penggunaan sampel air dari lingkungan sekitar akan menciptakan pembelajaran lebih bermakna dan mengembangkan kepedulian lingkungan.

Berdasarkan analisis permasalahan di atas, peneliti mengembangkan panduan praktikum Kimia Hijau berkonteks perairan di sekitar ekosistem mangrove berorientasi Keterampilan Proses Sains. Panduan praktikum ini dirancang dengan berfokus pada dua materi kimia terpilih berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara, yakni materi asam basa; dan materi larutan elektrolit dan nonelektrolit. Dengan mengeksplorasi perairan di sekitar ekosistem mangrove sebagai sampel praktikum, diharapkan mampu berkontribusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kimia yang ramah lingkungan dengan orientasi pada Keterampilan Proses Sains.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang sebelumnya, permasalahan yang telah diidentifikasi dilakukan penelitian dengan perumusan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik fisikokimia perairan di sekitar ekosistem mangrove dan potensinya untuk diintegrasikan sebagai sumber kontekstual dalam panduan praktikum Kimia Hijau?
2. Bagaimana karakteristik panduan praktikum Kimia Hijau berkonteks perairan di sekitar ekosistem mangrove berorientasi Keterampilan Proses Sains yang dikembangkan melalui metode pengembangan 4STMD?
3. Bagaimana evaluasi kelayakan panduan praktikum Kimia Hijau berkonteks perairan di sekitar ekosistem mangrove berorientasi Keterampilan Proses Sains yang dikembangkan?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yang selaras dengan rumusan masalah di atas, yakni sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan karakteristik fisikokimia perairan di sekitar ekosistem mangrove dan potensinya untuk diintegrasikan sebagai sumber kontekstual dalam panduan praktikum Kimia Hijau.
2. Untuk mengembangkan karakteristik panduan praktikum Kimia Hijau berkonteks perairan di sekitar ekosistem mangrove berorientasi Keterampilan Proses Sains yang dikembangkan melalui metode pengembangan 4STMD.
3. Untuk menentukan hasil evaluasi kelayakan panduan praktikum Kimia Hijau berkonteks perairan di sekitar ekosistem mangrove berorientasi Keterampilan Proses Sains yang dikembangkan.

D. Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Berikut ini adalah spesifikasi dari produk yang dikembangkan oleh peneliti.

1. Panduan praktikum Kimia Hijau berkonteks perairan di sekitar ekosistem mangrove berorientasi Keterampilan Proses Sains dikembangkan sesuai dengan Kurikulum Merdeka.
2. Panduan praktikum ini dikembangkan dalam bentuk cetak sesuai dengan kebutuhan sekolah.
3. Panduan praktikum ini akan menggunakan Canva dalam pengembangannya untuk mendesain panduan praktikum.
4. Eksplorasi perairan di sekitar ekosistem mangrove ini akan terintegrasi pada kualitas kimia perairan di sekitar ekosistem mangrove di Kawal, seperti pH,

salinitas, dan konduktivitas listrik. Pemilihan tempat di Kawal dikarenakan daerah tersebut memiliki berbagai vegetasi mangrove, seperti *Rhizophora mucronata*, *Xylocarpus granatum*, dan *Lumnitzera racemosa*. (Anggriani *et al.*, 2025). Selain itu, daerah tersebut juga lebih dekat dengan lokasi penelitian, yakni MAN Bintan.

5. Adapun kelengkapan panduan praktikum dimodifikasi dari Aisyah (2024) dan Yuliana (2023) mencakup:

- a. *Cover*: Nama produk, logo universitas dan Kementerian Pendidikan dan Menengah, nama pengembang, nama institusi pengembang, dan kelas sasaran.
- b. *Pendahuluan*: Kata pengantar, tata tertib, daftar isi, daftar gambar, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan, peralatan laboratorium, simbol bahaya, konsep Kimia Hijau, dan penanganan limbah laboratorium.
- c. *Isi*: Praktikum I (judul praktikum, tujuan praktikum, peta konsep, materi asam basa, stimulus berupa kasus, *pre-lab*, rumusan hipotesis, alat dan bahan, prosedur kerja, hasil pengamatan, pertanyaan analisis, kesimpulan, daftar pustaka, *post-lab*), dan praktikum II (judul praktikum, tujuan praktikum, peta konsep, materi larutan elektrolit dan nonelektrolit, stimulus berupa kasus, *pre-lab*, rumusan hipotesis, alat dan bahan, prosedur kerja, hasil pengamatan, pertanyaan analisis, kesimpulan, daftar pustaka, *post-lab*).
- d. *Penutup*: Glosarium, rubrik penilaian Keterampilan Proses Sains, kunci jawaban, daftar referensi, dan profil pengembang.

6. Indikator Keterampilan Proses Sains yang ditargetkan adalah mengobservasi, inferensi, melakukan pengukuran, mengklasifikasi, memprediksi, mengomunikasikan, mengontrol variabel, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, dan menginterpretasikan data (*American Association for the Advancement of Science*, 1993).

E. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Guru

Panduan praktikum yang dikembangkan diharapkan dapat memberi manfaat sebagai alternatif panduan praktikum dengan menerapkan prinsip Kimia Hijau dan memperdalam relevansi materi kimia dengan lingkungan sekitar siswa. Di sisi lainnya, panduan praktikum ini dapat berkontribusi dalam mengintegrasikan Keterampilan Proses Sains pada pembelajaran kimia.

2. Bagi Peserta Didik

Panduan praktikum ini diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber belajar mandiri dan memberikan pengalaman langsung dengan memanfaatkan potensi lokal yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dengan berorientasi pada Keterampilan Proses Sains.

3. Bagi Peneliti Lainnya

Temuan dari penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai rujukan penelitian lanjutan dalam menerapkan pembelajaran kontekstual perairan di sekitar ekosistem

mangrove pada praktikum Kimia Hijau berorientasi pada Keterampilan Proses Sains.

F. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian

Dasar penelitian ini oleh berbagai asumsi dan batasan yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Asumsi Penelitian

Asumsi yang dibangun pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

- a. Perairan di sekitar ekosistem mangrove memiliki karakteristik kimia, sehingga berpotensi sebagai sampel dalam praktikum Kimia Hijau.
- b. Pembelajaran dengan eksplorasi potensi lokal perairan di sekitar ekosistem mangrove dapat memberikan pembelajaran bermakna bagi siswa.
- c. Panduan praktikum Kimia Hijau berkonteks perairan di sekitar ekosistem mangrove berorientasi Keterampilan Proses Sains memiliki nilai valid, layak dan mudah dipahami untuk mengembangkan Keterampilan Proses Sains siswa karena menuntut keterlibatan aktif dalam kegiatan eksplorasi dan pengolahan data praktikum.

2. Keterbatasan Penelitian

Pembatasan masalah disusun guna menghindari adanya perluasan dan ketidakjelasan dalam penelitian ini yang diuraikan sebagai berikut:

- a. Pengembangan panduan praktikum ini hanya akan mengintegrasikan beberapa prinsip Kimia Hijau dan berorientasi pada beberapa Keterampilan Proses Sains saja.

- b. Perairan di sekitar ekosistem mangrove yang diteliti hanya berfokus 3 jenis mangrove, yakni *Rhizophora mucronata*, *Xylocarpus granatum*, dan *Lumnitzera racemosa*.
- c. Panduan praktikum Kimia Hijau berkonteks perairan di sekitar ekosistem mangrove berorientasi Keterampilan Proses Sains hanya akan terintegrasi pada materi asam basa; dan materi larutan elektrolit dan nonelektrolit.
- d. Hanya melakukan studi evaluasi berupa uji kelayakan terbatas di satu sekolah saja, yakni MAN Bintan. Selain itu, penelitian ini tidak dilanjutkan hingga uji keterpahaman dan uji efektivitas karena keterbatasan waktu dan jumlah sampel yang terlalu kecil.

G. Definisi Operasional

Pada penelitian ini, terdapat 5 buah istilah yang harus ditegaskan oleh peneliti untuk menghindari miskonsepsi yang diuraikan sebagai berikut:

1. Perairan di sekitar ekosistem mangrove merupakan badan air dengan karakteristik fisikokimia yang fluktuatif setiap musim, sehingga diperlukan evaluasi untuk mengetahui kualitasnya (Sanjay *et al.*, 2024). Adapun karakteristik fisikokimia air mangrove yang dapat diukur, yakni pH, salinitas, konduktivitas listrik, dan TDS.
2. Pembelajaran kontekstual dapat diartikan sebagai proses mengaitkan materi pelajaran dengan situasi dunia nyata atau lingkungan sekitar siswa melalui pengalaman langsung, seperti demonstrasi dan praktikum, agar pembelajaran lebih bermakna (Welerubun *et al.*, 2022).

3. Panduan praktikum merupakan sarana pembelajaran sistematis yang berisi instruksi tertulis untuk menghubungkan teori dengan objek nyata dan dapat digunakan secara individu atau berkelompok (Maulin, 2025). Panduan praktikum seharusnya memberikan ruang untuk melatih pengetahuan dan keterampilan, terutama Keterampilan Proses Sains.
4. Kimia Hijau diartikan sebagai seperangkat praktik lingkungan sekaligus kerangka kerja pedagogis untuk mendorong siswa menghubungkan teori kimia dengan pemecahan masalah lingkungan dengan mengintegrasikan beberapa prinsipnya dalam pembelajaran (Mashami *et al.*, 2025). Beberapa prinsip-prinsip Kimia Hijau yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya pencegahan limbah, perancangan bahan kimia yang lebih aman, penggunaan pelarut atau zat tambahan yang lebih aman, desain untuk efisiensi energi, penggunaan bahan terbarukan, desain untuk degradasi, dan pencegahan kecelakaan.
5. Keterampilan Proses Sains didefinisikan sebagai sejumlah kemampuan dengan menerapkan metode ilmiah untuk memperoleh pengetahuan baru atau mengembangkan pengetahuan yang dimiliki melalui eksperimen (Hartati *et al.*, 2022). Indikator Keterampilan Proses Sains di antaranya mengobservasi, inferensi, melakukan pengukuran, mengklasifikasi, memprediksi, mengomunikasikan, mengontrol variabel, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, dan menginterpretasikan data.