

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Praktikum merupakan komponen esensial dalam pembelajaran kimia karena berfungsi sebagai sarana untuk memverifikasi konsep, hukum, dan teori melalui pengalaman belajar langsung. Melalui kegiatan praktikum, peserta didik dapat mengembangkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis melalui aktivitas pengamatan, analisis data, serta penarikan kesimpulan secara ilmiah (Dogru et al., 2011; Adiningsih et al., 2019). Namun demikian, pelaksanaan praktikum kimia di sekolah masih menghadapi berbagai kendala, antara lain keterbatasan sarana laboratorium, penggunaan modul praktikum yang bersifat konvensional, serta kurangnya keterkaitan antara materi kimia dan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari (Lestari., 2023).

Salah satu materi kimia yang memerlukan pendekatan praktikum kontekstual adalah laju reaksi kimia. Materi ini bersifat abstrak dan menuntut kemampuan penalaran tingkat tinggi, sehingga sering kali sulit dipahami peserta didik apabila hanya disampaikan secara teoretis. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa bahan ajar praktikum yang tersedia saat ini belum sepenuhnya mampu menjawab tuntutan pembelajaran abad ke-21 maupun implementasi Kurikulum Merdeka, khususnya dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pembelajaran mandiri (Noer et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan inovasi bahan ajar praktikum yang adaptif, kontekstual, dan bermakna bagi peserta didik.

Penerapan pendekatan *Green Chemistry* dalam pembelajaran kimia menjadi alternatif strategis untuk menjawab permasalahan tersebut. *Green chemistry* menekankan pencegahan limbah, penggunaan bahan yang lebih aman, efisiensi energi, serta keselamatan dalam proses kimia (Anastas & Warner, 1998). Integrasi prinsip *green chemistry* dalam praktikum laju reaksi memungkinkan peserta didik tidak hanya memahami konsep kimia secara

konseptual, tetapi juga menumbuhkan kesadaran ekologis dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Pendekatan ini sejalan dengan tujuan *Education for Sustainable Development* (ESD) dan mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) melalui praktik pendidikan berkelanjutan (Paristiowati et al., 2019; Anggraeni et al., 2024).

Pendekatan praktikum berbasis lingkungan yang mengintegrasikan konsep berbasis *green chemistry*, seperti pemanfaatan Eco-Enzyme dan Biowash Promic, terbukti lebih efektif dibandingkan pendekatan konvensional. Pendekatan ini mendorong pemanfaatan bahan alami, lebih ekonomis, ramah lingkungan, serta mendukung prinsip keberlanjutan. Penelitian terkini menekankan pentingnya integrasi prinsip dalam pembelajaran kimia berbasis eksperimen, sebagai bagian dari pendidikan keberlanjutan. Analisis bibliometrik menunjukkan bahwa dari 4.489 publikasi global terkait sustainability education, 22,72% di antaranya berasal dari kolaborasi internasional (Fatmawati dan Irwanto, 2024).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti konsentrasi, suhu, luas permukaan, dan katalis merupakan determinan utama dalam laju reaksi kimia. Pemahaman siswa terhadap konsep ini dapat diperkuat melalui pendekatan pembelajaran kontekstual yang mengaitkan teori dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu pendekatan inovatif yang mendukung hal ini adalah penggunaan praktikum berbasis *green chemistry*, yang tidak hanya memungkinkan pembelajaran yang bermakna, tetapi juga menumbuhkan kesadaran lingkungan siswa. Penelitian oleh Kamilah dan Louise (2025) menunjukkan bahwa pembelajaran praktikum dengan pendekatan *green chemistry* pada materi faktor-faktor laju reaksi kimia secara signifikan meningkatkan keterampilan proses sains dan kesadaran lingkungan peserta didik. Praktikum ini menggunakan bahan-bahan ramah lingkungan seperti cuka dapur, baking soda, dan sabun cuci piring, yang lebih relevan dengan konteks kehidupan siswa. Pendekatan ini juga memberikan kontribusi nyata dalam pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDGs 4

(pendidikan berkualitas) dan SDGs 12 (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab).

Relevansi Penelitian Terdahulu Keterbatasan sarana laboratorium di banyak sekolah menegaskan pentingnya e-modul praktikum berbasis green chemistry yang tidak hanya memanfaatkan bahan lokal, tetapi juga memperkuat keterkaitan materi kimia dengan kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini, terutama yang mengintegrasikan unsur etnosains, terbukti meningkatkan keterlibatan peserta didik serta pemahaman terhadap konsep dasar kimia. Kemampuan berpikir kritis yang mencakup analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi dapat dikembangkan secara optimal melalui praktikum berkelanjutan berbasis project-based learning. Penerapan prinsip *Green Chemistry* dalam praktikum, seperti penggunaan Eco-Enzyme pada topik laju reaksi, memungkinkan peserta didik mengevaluasi faktor-faktor reaksi dalam konteks nyata, sehingga menumbuhkan penalaran ilmiah dan kesadaran ekologis. Penelitian oleh (Hafzhiah *et al.*, 2013) dan Yusuf (2018) menunjukkan bahwa bahan ajar seperti LKS berbasis lingkungan mampu meningkatkan pemahaman konsep sekaligus menginternalisasi nilai-nilai kimia ramah lingkungan. Selanjutnya, studi oleh (Rama *et al.*, 2022) menegaskan bahwa modul praktikum berbasis sustainability education dapat meningkatkan kesadaran peserta didik terhadap penggunaan bahan lokal yang aman dan berkelanjutan. Konsistensi temuan-temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis *Green Chemistry*, khususnya pada materi laju reaksi, merupakan strategi efektif untuk membentuk peserta didik yang tidak hanya unggul secara akademik, tetapi juga memiliki tanggung jawab terhadap pelestarian lingkungan. Berdasarkan informasi dari Nara Sumber: Berdasarkan Data Analisa Kebutuhan Peserta didik disebarkan angket Google Form Untuk mengidentifikasi kebutuhan Peserta didik pada Modul Praktikum Kimia dengan Angket Kualitatif Betul, Salah sebagai berikut: Analisis mengintegrasikan Kebutuhan Pengembangan Modul Praktikum Berbasis *Green Chemistry*.

Selain hal tersebut sebagai atribut, penulis juga lebih pada mengembangkan atribut Analisa diagnostic peserta didik pada gaya belajar

visual dan kinestetik, Pengembangan e-modul praktikum pada materi laju reaksi kimia berpotensi meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, terutama jika disesuaikan dengan gaya belajar mereka. Gaya belajar kinestetik dan visual memainkan peran penting dalam efektivitas pembelajaran, dimana peserta didik kinestetik merespons lebih baik melalui aktivitas praktik langsung, sedangkan peserta didik visual lebih mudah memahami konsep melalui media grafis dan visualisasi proses. E-modul yang mengintegrasikan simulasi interaktif dan elemen visual tidak hanya meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar, tetapi juga memfasilitasi pemahaman konsep kimia yang kompleks dan mendorong kemampuan analisis serta evaluasi peserta didik. Sejumlah penelitian menyatakan bahwa media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik gaya belajar terbukti mampu meningkatkan capaian kognitif dan keterampilan berpikir kritis secara signifikan (Fitriani *et al.*, 2021). Oleh karena itu, pengembangan e-modul yang adaptif terhadap gaya belajar kinestetik dan visual menjadi strategi pembelajaran yang relevan dan efektif dalam mendukung pencapaian kompetensi abad 21, khususnya dalam penguasaan materi laju reaksi kimia yang membutuhkan kemampuan analitis, evaluatif, dan pemecahan masalah. Berdasarkan latar belakang tersebut, penting dilakukan penelitian mengenai pengembangan e-modul praktikum berbasis green chemistry yang dirancang sesuai dengan gaya belajar peserta didik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis mereka.

Pemanfaatan sumber daya lokal berbasis limbah organik, seperti eco-enzyme, Promic, dan Biowash Promic, memberikan konteks nyata dan kontekstual dalam pembelajaran laju reaksi kimia. Produk hasil fermentasi tersebut mengandung aktivitas mikroorganisme yang berperan sebagai katalis biologis, sehingga relevan untuk mengkaji faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi, meliputi suhu, konsentrasi, dan penggunaan katalis. Integrasi bahan-bahan tersebut ke dalam pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) mendorong peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam proses perencanaan, eksperimen, analisis data, dan pemecahan masalah berbasis lingkungan, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan aplikatif. Menurut (Fitriani,

2023) Pendekatan ini yang menyatakan bahwa penerapan PjBL berbasis potensi lokal mampu meningkatkan keterkaitan konsep kimia dengan fenomena nyata serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konseptual peserta didik). Selain berfungsi sebagai media pembelajaran, pemanfaatan bahan berbasis limbah organik juga menjadi sarana edukatif dalam pengelolaan limbah secara ramah lingkungan, sehingga pembelajaran kimia terhubung langsung dengan permasalahan lingkungan di sekitar peserta didik..

Kimia merupakan ilmu yang menekankan pemahaman materi dan perubahannya melalui pendekatan eksperimen, sehingga sebagian besar konsep kimia diperoleh melalui kegiatan praktikum di laboratorium. Dalam konteks pembelajaran tersebut, guru kimia memiliki peran strategis untuk berkontribusi dalam mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan, khususnya yang berkaitan dengan pengelolaan sampah. Penelitian menunjukkan bahwa pendidikan lingkungan yang terintegrasi dalam kurikulum sekolah mampu memberikan dampak positif terhadap peningkatan kesadaran peserta didik terhadap isu-isu lingkungan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka (Ilham *et al.*, 2023). Peserta didik yang memperoleh pendidikan lingkungan yang baik cenderung memiliki pemahaman yang lebih kuat mengenai pentingnya menjaga kelestarian lingkungan serta menunjukkan kecenderungan untuk terlibat dalam tindakan berkelanjutan, seperti pengurangan penggunaan air dan energi, pengelolaan sampah yang lebih bertanggung jawab, serta partisipasi aktif dalam kegiatan lingkungan yang terintegrasi dengan pendekatan *green chemistry* (Ilham *et al.*, 2023).

Berangkat dari permasalahan pembelajaran dan keprihatinan terhadap rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran kimia di kelas, diperlukan kepedulian dan peran aktif guru kimia dalam mengupayakan peningkatan keterampilan tersebut. Upaya ini dapat diawali melalui penguatan karakter peserta didik, khususnya dalam menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan. Oleh karena itu, pembelajaran kimia perlu mengangkat aspek-aspek berbasis *green chemistry* yang berorientasi pada prinsip ramah lingkungan serta diintegrasikan secara kontekstual ke dalam materi pembelajaran. Salah satu

materi kimia yang relevan untuk mengintegrasikan pendekatan tersebut adalah laju reaksi kimia, karena memiliki keterkaitan langsung dengan penerapan prinsip keberlanjutan dalam kehidupan sehari-hari.

Dari sisi materi kurikulum pembelajaran laju reaksi kimia: bahan ajar yang tersedia masih belum mampu menjawab tuntutan pembelajaran abad ke-21 dan Kurikulum Merdeka. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengembangkan bahan ajar laju reaksi yang diharapkan dapat memenuhi tuntutan pembelajaran abad ke-21 dan Kurikulum 2013, yaitu melalui pengembangan e-modul praktikum laju reaksi kimia sebagai bahan ajar mandiri (Noer *et al.*, 2021).

Produk pada sampel yang diteliti, diantaranya yaitu : Promic sebagai starting, Biowash promic dan Pengembangan Produk Eco-Enzyme. Pemilihan produk ini mendapatkan inisiasi dari berbagai ahli, yakni diantaranya penulis mendapatkan banyak masukan dan ide inisiatif dari penelitian terdahulu. masukan yang dapat dikaji sebagai research yang memiliki tujuan meminimalisir polusi lingkungan serta pengelolaan limbah secara ramah lingkungan yakni pada Eco-Enzym dan Promic sebagai starting dan Biowash Promic. Hal ini dirasa sangat membantu memfasilitasi penulis untuk mengkaji lebih dalam menimbang masih pentingna pengembangan produk e-modul praktikum yang memiliki esensi e-modul praktikum yang memfasilitasi materi laju reaksi. Berbasis *green chemistry dan sustainability and education*. Sehingga penulis mengujikan pengembangan e-modul petunjuk praktikum yang berorientasi pada Eksperimen skala kecil pada objek Eco-Enzym, Promic dan Biowash Promic untuk selanjutnya dikembangkan secara konsisten, antar sekolah.

Dari sisi akademisi, yaitu Data dari angket peserta didik berupa Google *Form* pada Analisa kebutuhan guru dan peserta didik yang ditujukan pada peserta didik dan Guru: menunjukkan bahwa dari 100 jumlah peserta didik menilai perlunya modul praktikum berbasis lingkungan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran laju reaksi kimia. Hasil wawancara dengan ahli pendidikan kimia juga mendukung urgensi ini, menggaris bawahi pentingnya media pembelajaran inovatif yang aplikatif.

Penggunaan bahan berbasis Biowash Promic dalam modul praktikum menjadi nilai tambah dalam mendukung faktor-faktor laju reaksi serta meningkatkan kesadaran lingkungan, peserta didik menjadikan gerakan masif masyarakat sekitar dan seluruh warga negara Indonesia harapannya.

Berdasarkan pengembangan penelitian pengembangan biowash promic Biowash-Promic merupakan produk hasil fermentasi limbah organik rumah tangga yang dikembangkan sebagai solusi ramah lingkungan dalam pengolahan limbah sayur dan buah. Proses fermentasi yang berlangsung selama kurang lebih tiga hari menghasilkan larutan kaya unsur hara, khususnya nitrogen, fosfor, dan kalium (NPK), yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan organisme hidup. Pemanfaatan Biowash-Promic berbahan dasar limbah sawi hijau, kulit buah naga, kulit nanas, serta serasah daun kelor, pepaya, dan trembesi terbukti mampu meningkatkan biomassa dan kandungan protein *Azolla pinnata*, yang menunjukkan bahwa limbah organik dapat diolah menjadi produk bernilai guna sekaligus berkontribusi dalam pengurangan pencemaran lingkungan

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas maka dapat diidentifikasi masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Guru masih menggunakan pembelajaran modul *text* praktikum sekolah yang belum banyak mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang dapat mengakibatkan masih rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik di Indonesia.
2. Pembelajaran dilakukan oleh guru masih berorientasi pada ketercapaian hasil, belum mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis peserta didik
3. Kebutuhan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik maka dibutuhkan media pembelajaran yang dapat mengakomodir gaya belajar yang sesuai dan menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

4. Pentingnya kemampuan guru dalam mengemas pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir peserta didik dengan mengintegrasikan pembelajaran kimia dengan metode praktikum yang berbasis *green chemistry*

C. Pembatasan Penulisan

Berdasarkan identifikasi masalah maka penting dibatasi pada pengembangan e-modul praktikum berbasis *green chemistry* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik ditinjau dari gaya belajar kelas XI SMA Negeri 7 Tangerang Selatan pada materi laju reaksi kimia. Media pembelajaran yang digunakan adalah e-modul praktikum berbasis *green chemistry* dan modul *text* praktikum, sedangkan gaya belajar peserta didik diklasifikasikan menjadi gaya belajar Visual dan Kinestetik.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengembangkan e-modul praktikum berbasis *Green Chemistry* yang layak untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik?
2. Apakah terdapat perbedaan pembelajaran menggunakan e-modul praktikum berbasis *green chemistry* dengan pembelajaran menggunakan modul *text* praktikum sekolah terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik?
3. Apakah terdapat pengaruh interaksi antara penggunaan e-modul praktikum berbasis *green chemistry* dan gaya belajar terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik?
4. Apakah terdapat perbedaan pembelajaran menggunakan e-modul praktikum berbasis *green chemistry* dengan pembelajaran menggunakan modul *text* praktikum sekolah terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang memiliki gaya belajar visual?

5. Apakah terdapat perbedaan pembelajaran menggunakan e-modul praktikum berbasis *green chemistry* dengan pembelajaran menggunakan modul *text* praktikum terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang memiliki gaya belajar kinestetik?

E. Tujuan Umum

Tujuan penulisan pengembangan e-modul praktikum berbasis *green chemistry* pada laju reaksi kimia ini adalah:

1. Peserta didik

Penulisan diharapkan bermanfaat bagi peserta didik sebagai alternatif bahan ajar mandiri dan sekaligus petunjuk dalam melaksanakan praktikum, serta memberikan kemampuan pada keterampilan berpikir kritis yang berprinsip *Green Chemistry* pada laju reaksi kimia serta membantu memecahkan isu lingkungan dengan integrasi pada pembelajaran praktikum kimia.

2. Guru

E-Modul praktikum laju reaksi kimia berbasis *green chemistry* akan diterapkan dan dikembangkan menjadi rujukan bagi guru dalam merancang kegiatan praktikum pada materi laju reaksi kimia yang berbasis *green chemistry* lainnya, dan salah satu sumber alternatif bahan ajar dalam melakukan kegiatan praktikum guru pada materi laju reaksi kimia.

3. Penulis

Memberikan informasi kepada penulis tentang kelayakan produk e-modul praktikum laju reaksi kimia berbasis *green chemistry* yang dihasilkan dan memberikan pengetahuan kepada penulis tentang *green chemistry* Sebagai bahan untuk membuat artikel ilmiah yang bisa diterbitkan di jurnal.