

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu proses yang memungkinkan manusia untuk mengembangkan potensi dan kemampuannya melalui kegiatan pembelajaran yang diperolehnya. Pasal 31 Ayat (I) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 menyatakan bahwa: “setiap warga negara berhak mendapatkan pendidikan”. Oleh karena itu, setiap individu memiliki hak untuk memperoleh pendidikan, dan negara berkewajiban untuk memfasilitasinya. Pendidikan merupakan upaya terencana untuk menciptakan suasana belajar yang kondusif guna membentuk generasi penerus bangsa yang cerdas dan berkualitas. Melalui pendidikan, peserta didik didorong untuk secara aktif mengembangkan potensi dirinya agar memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak, pengetahuan umum, serta keterampilan yang dapat dibutuhkan dalam kehidupan (Rizkianti *et al.*, 2024). Indonesia memiliki peran kepemimpinan dalam bidang pendidikan, terutama di era perkembangan teknologi saat ini yang mampu menciptakan solusi atas berbagai permasalahan kompleks.

Salah satu solusi dalam mengatasi permasalahan pendidikan adalah dengan menerapkan pembelajaran yang lebih inovatif dan kreatif bagi peserta didik. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, sistem pendidikan dituntut untuk beradaptasi dengan kebutuhan zaman. Di Indonesia pembelajaran yang inovatif perlu diwujudkan melalui model e-learning (pembelajaran daring) yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja, sehingga mempermudah proses pembelajaran (Daffa *et al.*, 2023). Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, tuntutan terhadap sistem pendidikan pun semakin kompleks. Saat ini, dunia memasuki era baru yang dikenal sebagai abad ke-21, di mana berbagai aspek kehidupan mengalami perubahan yang cepat dan dinamis.

Abad ke-21 merupakan abad yang mengutamakan kualitas dalam setiap aspek usaha dan kinerja manusia. Abad ini ditandai oleh pesatnya perkembangan teknologi informasi, yang menyebabkan pergeseran dari tenaga manusia ke tenaga

mesin dalam berbagai sektor. Seiring dengan perubahan tersebut, muncul berbagai alternatif pemenuhan kebutuhan hidup berbasis pada pengetahuan, khususnya dalam bidang pendidikan (Wijaya, *et al.*, 2016). Namun, dalam konteks ini, pendidikan memiliki peran penting sebagai sumber energi positif yang dapat memberdayakan peserta didik untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Hal inilah yang menjadi dasar munculnya pendidikan abad ke-21, yaitu pendidikan yang menekankan pada penguasaan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan literasi digital. Pendidikan abad ke-21 menjadi sangat relevan dalam upaya menyiapkan generasi yang mampu bersaing dan berkontribusi secara aktif.

Pendidikan abad ke-21 merupakan suatu pendekatan yang berpihak kepada peserta didik dengan memberikan perhatian dan penghargaan secara khusus pada potensi dan kemampuan dalam proses pembelajaran (Pratiwi, 2024). Pembelajaran pada pendidikan abad ke-21 berfokus dalam pengembangan keterampilan dan kompetensi terhadap potensi diri peserta didik yang disesuaikan dengan kebutuhan, minat dan kemampuan individu serta motivasi untuk belajar (Pratiwi, 2024). Pendidikan di abad ini menuntut peserta didik memiliki banyak pengetahuan yang kompleks dan berbagai keterampilan, seperti pemikiran kritis yang kuat, kemampuan dunia kerja, kemampuan menggunakan informasi, media, dan teknologi, semuanya dalam kerangka pembelajaran yang inovatif (Muhali, 2019). Seiring dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pada penguasaan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah bahwa literasi sains menjadi salah satu kompetensi esensial yang perlu dikembangkan dalam proses pembelajaran (Yusmar & Fadilah, 2023).

Literasi sains adalah kemampuan individu untuk menggunakan pengetahuan yang dimiliki dalam menjawab pertanyaan, memberikan penjelasan atau pemahaman ilmiah, menyusun atau mengembangkan pengetahuan baru, menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah, serta merumuskan hipotesis, sehingga dapat berkontribusi dalam memahami dan mengatasi berbagai ide serta permasalahan sains (Pertiwi *et al.*, 2018). Literasi sains peserta didik di Indonesia mengalami penurunan yang signifikan dari tahun ke tahunnya yang menjadi salah satu permasalahan pada bidang pendidikan. Rendahnya literasi sains menyebabkan

dampak bagi peserta didik, meliputi kecakapan dalam mengembangkan dan meningkatkan kemampuan kreatif di kehidupan sehari-hari, kesulitan terhadap pemecahan masalah dan lambatnya dalam mengambil keputusan (Yusmar & Fadilah, 2023). Penyebab lain dari rendahnya literasi sains yaitu kurang tanggap terhadap permasalahan dan perkembangan pada lingkungan sekitar, contohnya fenomena alam dan karakteristik dari lokal daerah (Safrizal, 2021). Rendahnya literasi sains peserta didik dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah keterbatasan kemampuan dalam memilih dan memanfaatkan sumber belajar yang relevan dan berkualitas. Kondisi ini menunjukkan pentingnya adanya tolak ukur yang dapat menggambarkan tingkat literasi sains peserta didik secara menyeluruh. Untuk mengukur sejauh mana literasi sains peserta didik berkembang secara global, termasuk di Indonesia, dilakukan evaluasi secara berkala melalui program *Programme for International Student Assessment* (PISA) yang diselenggarakan oleh *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) setiap tiga tahun sekali.

PISA adalah salah satu evaluasi sistem pendidikan, terutama di sekolah menengah (Yusmar & Fadilah, 2023). Hasil PISA 2022 menunjukkan hasil yang memprihatinkan dalam pencapaian pendidikan peserta didik di Indonesia, terjadi penurunan signifikan dalam bidang matematika, membaca, dan kinerja sains (Bilad *et al.*, 2024). Berdasarkan laporan PISA yang dirilis pada tahun 2022, Indonesia memperoleh skor 383 di bidang sains, yang berada di posisi ke-65 dari 81 negara, yang masih berada di bawah rata-rata skor internasional sebesar 485. Sementara itu, di bidang literasi Indonesia meraih skor 359 dan menempati posisi ke-59, juga di bawah rata-rata skor internasional sebesar 476 (OECD, 2023a), sehingga, diperlukannya solusi untuk mengatasi permasalahan literasi sains dengan adanya pengembangan suatu bahan ajar yang efektif dan inovatif serta mudah dipahami oleh peserta didik. Dalam hal ini, bahan ajar memegang peran penting sebagai media pembelajaran yang dapat menjembatani peserta didik dalam memahami konsep-konsep sains secara lebih mendalam dan aplikatif.

Bahan ajar merupakan seperangkat materi yang disusun secara sistematis dan terstruktur, baik tertulis maupun tidak tertulis, yang bertujuan menciptakan suasana

belajar yang mendorong semangat dan motivasi peserta didik (Nuryasana & Desiningrum, 2020). Bahan ajar dapat dimanfaatkan oleh peserta didik sebagai sumber informasi dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, penyusunan materi ajar yang menarik dan kreatif menjadi aspek penting dalam memudahkan peserta didik mengakses serta memahami materi pembelajaran (Magdalena, *et al.*, 2023). Seiring dengan perkembangan teknologi, pembelajaran berbasis digital menjadi salah satu alternatif dalam mengembangkan bahan ajar. Salah satu bentuk inovatif yang banyak dikembangkan saat ini adalah e-modul (Lastri, 2023).

E-modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar digital yang memuat informasi penting dalam pembelajaran, seperti animasi, gambar, grafik, video, dan teks yang diakses dengan mudah oleh peserta didik. E-modul sebagai media pembelajaran berbasis digital, memungkinkan peserta didik untuk mengakses materi secara langsung kapanpun dan di manapun. Oleh karena itu, e-modul bertujuan untuk membantu peserta didik memahami materi dengan lebih baik melalui pembelajaran yang interaktif dan menarik, berbeda dengan pembelajaran sebelumnya yang masih menggunakan teks cetak dengan akses terbatas. Keberadaan e-modul diharapkan dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi dan hasil belajar peserta didik (Lastri, 2023). Bahan ajar yang dirancang sebagai sarana belajar mandiri yang efektif, sehingga membantu peserta didik mencapai hasil belajar yang optimal dan kompetensi yang diharapkan. Selain itu, e-modul memiliki potensi besar dalam mendukung proses pembelajaran saat ini, sejalan dengan prinsip Kurikulum Merdeka yang menekankan pada kemandirian belajar dan penggunaan teknologi dalam pendidikan.

Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa e-modul layak diujicobakan sebagai bahan ajar tambahan pada pembelajaran kimia. Hasil penelitian oleh Siagian *et al.*, (2024) yang berjudul "Pengembangan E-Modul Pengolahan Limbah Organik secara Eco-Enzyme pada Materi *Green Chemistry* untuk Siswa SMA Kelas X" menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan tergolong sangat valid, dengan nilai 96,77% dari ahli media dan 98,63% dari ahli materi. Selain itu, tingkat kepraktisan e-modul berdasarkan penilaian guru dan peserta didik juga sangat baik,

yakni sebesar 95,83% menurut guru dan 83,11% menurut peserta didik, sehingga dapat dikategorikan sangat praktis.

Keberhasilan pengembangan e-modul yang valid dan praktis selaras dengan kebutuhan Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pembelajaran berbasis kompetensi dan penguatan Profil Pelajar Pancasila. Kurikulum Merdeka merupakan kurikulum berbasis kompetensi yang menekankan pada proses pembelajaran intrakurikuler serta penguatan Profil Pelajar Pancasila untuk membentuk kemampuan *soft skill* dan karakter peserta didik (Ayu Permata Sari & Suryelita, 2023). Kurikulum merdeka dikembangkan sebagai salah satu kerangka pendidikan yang berfokus pada pengembangan karakter serta kompetensi peserta didik. Materi pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka dirancang secara kompleks dan terstruktur. Salah satu materi dalam pelajaran kimia yang diajarkan dalam Kurikulum Merdeka adalah topik "struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi", yang menggabungkan konsep dasar kimia dengan penerapannya dalam teknologi modern. Salah satu sub materi dalam topik "struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi" adalah materi mengenai nanoteknologi, yang dipelajari oleh peserta didik kelas X Sekolah Menengah Atas. Materi nanoteknologi ini merupakan bahasan baru yang diperkenalkan di jenjang sekolah menengah.

Nanoteknologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari materi pada skala nanometer, yaitu antara 1 hingga 100 nanometer ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ meter}$). Dalam skala ini, sifat fisik, kimia, dan biologi suatu material dapat berubah secara signifikan dibandingkan dengan bentuk mikroskopisnya. Salah satu aspek terpenting dalam nanoteknologi adalah meningkatnya rasio luas permukaan terhadap volume seiring mengecilnya ukuran partikel, yang memungkinkan peningkatan reaktivitas dan efisiensi material tersebut (Jumini, 2017). Melalui pemahaman konsep ini, diharapkan peserta didik tidak hanya memahami konsep teoritisnya, tetapi mampu mengaitkan penerapan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Nanoteknologi memberikan berbagai manfaat bagi kehidupan manusia, terutama melalui transformasi teknologi konvensional yang semula berbasis material berskala mikrometer menjadi teknologi yang menggunakan material berskala nanometer. Salah satu aplikasi penting dari nanoteknologi adalah pengembangan

nanokomposit, yaitu material komposit yang mengandung satu atau lebih fase dalam skala nano yang memberikan sifat mekanik, termal, atau kimia yang lebih unggul dibandingkan dengan komposit konvensional.

Berdasarkan konteks keberlanjutan, perhatian mulai diarahkan pada pembuatan nanokomposit dari bahan alami yang memanfaatkan limbah organik, seperti limbah buah-buahan maupun limbah pertanian. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2022), total timbunan sampah di Indonesia mencapai sebesar 68,7 juta ton per tahun dengan komposisi yang didominasi oleh limbah organik. Diantaranya, limbah sisa makanan menyumbang sebesar 41,27%, sementara limbah yang berasal dari sektor rumah tangga diperkirakan mencapai sekitar 38,28%. Seiring meningkatnya kesadaran terhadap isu lingkungan dan keberlanjutan, pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku alternatif dalam berbagai aplikasi teknologi semakin mendapat perhatian. Salah satu pendekatan inovatif yang berkembang adalah penggunaan limbah organik sebagai bahan dasar dalam pembuatan nanokomposit berbasis ramah lingkungan. Contohnya, limbah kulit pepaya yang digunakan dalam proses ini mampu menghasilkan material ramah lingkungan dengan biaya produksi yang rendah.

Pendekatan ini menjadi semakin relevan dalam menghadapi permasalahan lingkungan, khususnya dalam penanganan limbah cair industri tekstil, yang mengandung zat warna sintesis dan senyawa berbahaya lainnya yang sulit terurai secara alami. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2023, limbah dari sektor tekstil menyumbang sekitar 2,87% dari total komposisi limbah nasional. Jika diasumsikan total limbah nasional rata-rata mencapai 70 juta per tahun, maka estimasi limbah tekstil pada tahun 2023 dapat mencapai sekitar 1,75 juta ton (Trisnadi, 2025). Oleh karena itu, dalam hal ini tidak hanya limbah cair industri tekstil yang dapat diolah lebih efektif, namun limbah organik juga mendapatkan nilai guna yang baru. Pengembangan nanokomposit yang berasal dari limbah organik untuk pengolahan limbah tekstil industri merupakan salah satu bentuk inovasi teknologi yang mendukung prinsip *green chemistry* (Nath *et al.*, 2023).

Prinsip *green chemistry* dapat diterapkan dengan adanya penggunaan bahan baku yang dapat diperbaharui dalam pembuatan produk kimia. Pembelajaran kimia yang berorientasi *green chemistry* memiliki tujuan agar peserta didik memiliki karakter peduli lingkungan, khususnya dalam penanganan masalah lingkungan, membentuk perilaku yang dapat berpartisipasi dalam pemeliharaan lingkungan (Amalia & Yulandr, 2022).

Hasil survei pendahuluan terhadap pendidik kimia di beberapa SMA Negeri di Kota Bandung, menunjukkan pendidik sepakat bahwa topik nanokomposit diperlukan dalam pembelajaran kimia karena dapat memberikan pemahaman mengenai konsep dasar nanoteknologi serta peran nanokomposit dalam mengatasi limbah industri. Selain itu, para pendidik menyatakan bahwa topik nanokomposit berbasis *green chemistry* perlu dikembangkan sebagai upaya untuk melatih literasi sains peserta didik.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka peneliti mengangkat penelitian yang berjudul "Pengembangan E-Modul Berbasis *Green Chemistry* pada Topik Nanokomposit dari Limbah Organik untuk Melatih Literasi Sains Peserta Didik" sebagai fokus penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang teridentifikasi, yaitu rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik, maka penelitian ini berfokus pada "bagaimana pengembangan e-modul berbasis *green chemistry* pada topik nanokomposit dari limbah organik untuk melatih literasi sains peserta didik?". Permasalahan tersebut dijabarkan pada beberapa pertanyaan berikut ini:

1. Bagaimana desain pengembangan e-modul berbasis *green chemistry* pada topik nanokomposit dari limbah organik untuk melatih literasi sains peserta didik yang dikembangkan?
2. Bagaimana hasil validasi ahli terhadap e-modul berbasis *green chemistry* pada topik nanokomposit dari limbah organik untuk melatih literasi sains peserta didik?
3. Bagaimana profil literasi sains dalam penggunaan e-modul berbasis *green chemistry* pada topik nanokomposit dari limbah organik yang dikembangkan?

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, maka masalah penelitian dibatasi sebagai berikut:

1. Cakupan materi dalam pengembangan e-modul ini disusun berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) mata pelajaran kimia pada Kurikulum Merdeka, dengan fokus pada topik nanokomposit sebagai bagian dari materi pengayaan "struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi" yang dikembangkan bagi peserta didik kelas X (fase E).
2. Pengembangan e-modul ini berfokus pada konteks dan konten yang berkaitan dengan aspek literasi sains berbasis *green chemistry*, sehingga penilaian dari e-modul hanya pada aspek tersebut tanpa adanya evaluasi pada aspek lainnya.
3. Profil literasi sains dapat diukur melalui beberapa indikator aspek literasi sains serta berdasarkan jawaban yang diberikan oleh peserta didik.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan utama dari penelitian ini yaitu menghasilkan e-modul berbasis *green chemistry* yang tervalidasi pada topik nanokomposit dari limbah organik untuk melatih literasi sains peserta didik. Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mendeskripsikan desain pengembangan e-modul berbasis *green chemistry* pada topik nanokomposit dari limbah organik untuk melatih literasi sains peserta didik.
2. Mengetahui hasil validasi ahli terhadap e-modul berbasis *green chemistry* pada topik nanokomposit dari limbah organik untuk melatih literasi sains peserta didik.
3. Menganalisis profil literasi sains peserta didik setelah menggunakan e-modul berbasis *green chemistry* pada topik nanokomposit dari limbah organik yang telah dikembangkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dan diharapkan mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Pendidik

Pendidik dapat menggunakannya sebagai alat bantu untuk menunjang peningkatan kualitas pembelajaran pada materi struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi berbasis *green chemistry* dan literasi sains.

2. Peserta didik

- a. Peserta didik dapat memperoleh bahan ajar berupa e-modul yang dapat digunakan untuk belajar secara mandiri.
- b. Peserta didik dapat menghubungkan ilmu kimia yang dipelajarinya dengan kehidupan sehari-hari yang ada di lingkungan sekitarnya.

3. Peneliti lain

Salah satu landasan dan bahan rujukan dalam mengembangkan bahan ajar pada materi lain yang berbasis *green chemistry* untuk melatih literasi sains.

1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Skripsi yang berjudul "pengembangan e-modul berbasis *green chemistry* pada topik nanokomposit dari limbah organik untuk melatih literasi sains peserta didik terdiri dari lima bab, yang diantaranya yaitu:

1. Bab I berisikan pendahuluan, yang berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan struktur organisasi skripsi.
2. Bab II berisikan tinjauan pustaka, yang berisi uraian teori yang berkaitan dengan penelitian.
3. Bab III berisikan metode penelitian, yang berisi metode penelitian, alur penelitian, partisipan dan tempat penelitian, instrumen penelitian, dan teknik analisis data.
4. Bab IV berisikan hasil dan pembahasan, bagian yang memaparkan hasil diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti dan bagian pembahasan berisikan mengenai kegiatan pengolahan data dari hasil penelitian berdasarkan rujukan dari rumusan masalah penelitian.

5. Bab V berisikan simpulan dan saran yang menyajikan ringkasan dari hasil penelitian serta menjawab rumusan masalah, dan termasuk dalam bagian terakhir dari penulisan skripsi.