

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi digital pada abad ke-21 mendorong transformasi yang sangat signifikan dalam sistem pendidikan, termasuk dalam penyediaan bahan ajar yang lebih interaktif, fleksibel, dan mudah diakses. Pembelajaran sains khususnya kimia, merupakan pembelajaran yang menuntut representasi konsep pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik secara terpadu (Fatmawati & Sukarmin, 2024). Pembelajaran sains tidak lagi hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi teknologi. Hal tersebut membuat pembelajaran kimia membutuhkan media yang mampu memvisualisasikan konsep abstrak secara efektif. Bahan ajar digital seperti modul elektronik (*e-modul*) yang interaktif dinilai mampu meningkatkan keterlibatan siswa karena memadukan teks, gambar, dan animasi dalam satu media pembelajaran terpadu. Sejumlah penelitian pengembangan menunjukkan bahwa modul elektronik layak digunakan dalam pembelajaran kimia dan mendapat respon positif dari siswa (Fatmawati & Sukarmin, 2024; Sari *et al.*, 2025). Dengan demikian, bahan ajar digital menjadi kebutuhan strategis untuk menjawab tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Secara konseptual, kimia memiliki karakteristik yang menuntut pemahaman pada tiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Laohapornchaiphan & Chenprakhon, 2024). Ketiga level tersebut harus dipahami secara terstruktur agar siswa mampu membangun pemahaman konseptual secara utuh. Namun, dalam praktik pembelajaran, siswa sering mengalami kesulitan menghubungkan fenomena nyata dengan representasi partikel dan simbol kimia. Kondisi ini menyebabkan munculnya miskonsepsi, terutama pada materi yang bersifat abstrak seperti ikatan kimia. Materi ikatan kimia merupakan salah satu materi yang bersifat abstrak, materi tersebut menuntut pemahaman struktur partikel, bentuk molekul, dan interaksi antar atom pada level submikroskopik (Reina *et al.*, 2024). Tanpa dukungan bahan ajar dan media yang mampu memvisualisasikan konsep tersebut secara

dinamis, siswa akan cenderung mengalami kesulitan dalam membangun pemahaman konseptual yang utuh. Oleh karena itu, pembelajaran kimia membutuhkan media yang dapat menjembatani ketiga representasi tersebut melalui visualisasi yang dinamis dan penyajian interaktif, sehingga konsep yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami.

Permasalahan tersebut diperkuat dengan adanya hasil analisis kebutuhan pendahuluan yang dilakukan peneliti melalui penyebaran kuesioner yang diisi oleh 67 siswa sebagai responden. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan tersebut, sebanyak 61,2% siswa menyatakan belum memahami jenis dan sifat ikatan kimia, sedangkan pemahaman mengenai jenis dan sifat ikatan kimia memiliki peranan penting dalam menjelaskan berbagai fenomena yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Sifat zat seperti kelarutan, titik leleh, titik didih, dan daya hantar listrik sangat dipengaruhi oleh jenis ikatan yang menyusunnya. Hasil lain juga menunjukkan bahwa 64,2% siswa menyatakan bahwa sumber belajar yang mereka gunakan belum mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran kimia masih cenderung berorientasi pada hafalan konsep tanpa mengaitkan secara kontekstual dengan fenomena sehari-hari. Sedangkan hasil analisis kebutuhan juga menunjukan bahwa 98,5% siswa menyatakan bahwa visualisasi tiga dimensi menarik untuk membantu memahami bentuk molekul. Data ini menunjukan adanya kebutuhan terhadap media pembelajaran yang mampu menghadirkan representasi struktur molekul secara lebih konkret dan interaktif.

Hasil analisis kebutuhan juga menunjukkan bahwa 67,2% responden menyatakan bahwa ketersediaan buku kimia di perpustakaan cukup lengkap, namun 89,6% menyatakan bahwa jumlah tersebut juga tidak mencukupi untuk seluruh siswa. Hal ini menunjukkan bahwa kendala utama bukan berada pada keterbatasan materi, melainkan pada keterbatasan akses dan distribusi bahan ajar cetak. Dengan demikian, modul elektronik dapat menjadi solusi karena dapat diakses secara fleksibel tanpa keterbatasan jumlah fisik.

Selain kebutuhan visualisasi dan aksesibilitas, analisis kebutuhan juga menunjukkan bahwa 95,5% siswa tertarik mempelajari materi melalui studi

kasus permasalahan nyata, dan 97% siswa tertarik menggunakan pendekatan STEM untuk membantu mereka dalam melakukan proses pembelajaran kimia. Ketertarikan terhadap studi kasus nyata sejalan dengan karakteristik model *Problem-Based Learning* (PBL), yaitu model pembelajaran yang berpusat pada siswa dan menggunakan permasalahan kontekstual sebagai pemicu pembelajaran untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. PBL memungkinkan siswa mengonstruksikan pengetahuan melalui proses penyelidikan terhadap masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Dengan mengintegrasikan pendekatan STEM dan karakteristik PBL dalam modul elektronik, pembelajaran kimia tidak hanya berfokus pada pemahaman konsep, tetapi juga pada penerapan konsep dan konteks nyata.

Analisis kebutuhan juga dilakukan kepada guru kimia di salah satu SMA Negeri di Jakarta untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai kebutuhan pembelajaran. Hasil analisis kebutuhan tersebut menunjukkan bahwa ada kebutuhan terhadap inovasi bahan ajar yang mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual. Guru menyatakan bahwa selama ini mereka hanya mengetahui konsep STEM, namun belum pernah menerapkannya secara langsung dalam proses pembelajaran di kelas. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan bahan ajar yang secara eksplisit mengintegrasikan STEM dalam materi pembelajaran, khususnya pada materi ikatan kimia. Selain itu, guru juga menyatakan bahwa selama ini pembelajaran lebih banyak menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL), namun belum pernah mengintegrasikannya dengan pendekatan STEM dalam suatu kegiatan pembelajaran yang utuh. Meskipun demikian, guru beranggapan bahwa pendekatan STEM berpotensi membantu siswa memahami konsep ikatan kimia yang bersifat abstrak melalui kombinasi konsep sains dengan penerapan teknologi, rekayasa, dan matematika. Guru juga menyatakan ketertarikan untuk menggunakan modul elektronik sebagai bahan ajar dan media pembelajaran tambahan, dengan harapan bahan ajar tersebut dapat diakses dengan mudah oleh siswa kapan saja dan di mana saja. Guru mengharapkan modul elektronik yang dikembangkan memiliki komponen yang lengkap, seperti penyajian materi yang mudah dipahami, visualisasi yang

mendukung pemahaman konsep, serta penyediaan latihan soal yang lebih bervariasi untuk memperkuat pemahaman siswa.

Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan modul elektronik atau multimedia berbasis STEM untuk pembelajaran kimia, pengembangannya masih memiliki keterbatasan. Fatmawati dan Sukarmin (2024) mengembangkan modul elektronik interaktif pada materi ikatan kimia dengan fokus pada peningkatan kecerdasan visual spasial, namun belum mengintegrasikan pendekatan STEM dan studi kasus berbasis masalah secara eksplisit. Sari *et al.* (2025) mengembangkan modul elektronik interaktif pada materi ikatan kimia dan memperoleh kategori layak, tetapi belum memadukan pendekatan STEM, dan karakteristik PBL dalam satu produk yang padu. Sementara itu, Nur & Ekaputra (2024) mengembangkan multimedia berbasis STEM, namun bukan dalam bentuk modul elektronik mandiri yang dirancang berdasarkan analisis kebutuhan akses sumber belajar siswa (Nur & Ekaputra, 2024). Kesenjangan yang ditemukan berupa belum adanya pengembangan modul elektronik (*e-modul*) ikatan kimia secara terpadu yang mengintegrasikan pendekatan STEM dan studi kasus *Problem Based Learning* serta didasarkan pada analisis kebutuhan nyata siswa disekolah. Penelitian ini akan mengembangkan modul elektronik ikatan kimia terintegrasi STEM-PBL untuk siswa SMA.

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah pengembangan modul elektronik ikatan kimia terintegrasi STEM-PBL untuk siswa SMA yang dapat digunakan sebagai sumber belajar siswa di dalam kelas maupun secara mandiri sesuai dengan kebutuhan siswa.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan fokus penelitian yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan modul elektronik ikatan kimia terintegrasi STEM-PBL yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan guru?
2. Bagaimana hasil uji kelayakan modul elektronik ikatan kimia terintegrasi STEM-PBL?

D. Manfaat Penelitian

Produk hasil pengembangan modul elektronik ikatan kimia terintegrasi STEM-PBL ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk:

1. Bagi siswa, produk bahan ajar berupa modul elektronik ikatan kimia terintegrasi STEM-PBL untuk siswa SMA ini mampu meningkatkan kemandirian belajar dan membantu siswa memahami konsep materi ikatan kimia dengan baik.
2. Bagi guru, sebagai bentuk alternatif bahan ajar pada materi ikatan kimia yang lebih inovatif, interaktif, dan fleksibel.
3. Bagi sekolah, dapat memberikan bahan ajar yang lebih inovatif dan interaktif, untuk membantu pembelajaran pada materi ikatan kimia menjadi lebih efektif.
4. Bagi peneliti, sebagai bentuk implementasi dari hasil belajar berupa pengembangan bahan ajar yang layak digunakan oleh siswa dan guru.

