

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran kimia menjadi salah satu pilar penting dalam membangun kompetensi peserta didik untuk memahami berbagai konsep ilmiah. Pembelajaran kimia memiliki karakteristik unik karena melibatkan tiga level representasi, yaitu makroskopik, mikroskopik, dan simbolik (Treagust et al., 2003). Jansoon et al., (2009) mengelompokkan model mental ke dalam model makroskopik, sub-mikroskopik dan simbolik. Ketiga level ini memainkan peran penting dalam membantu peserta didik memahami konsep-konsep kimia yang abstrak dan kompleks. Level makroskopik berkaitan dengan fenomena yang dapat diamati secara langsung, seperti perubahan warna, suhu, atau pembentukan endapan. Level mikroskopik menjelaskan fenomena tersebut pada tingkat partikel, seperti atom, ion, atau molekul. Sedangkan level simbolik menggunakan representasi seperti rumus kimia, persamaan reaksi, dan grafik untuk menggambarkan hubungan antar komponen (Atikah et al., 2023). Ketiganya harus dipahami secara holistik agar peserta didik dapat membangun mental model yang benar tentang konsep kimia.

Salah satu topik yang krusial dan kompleks dalam pembelajaran kimia adalah materi larutan penyangga. Larutan penyangga memiliki peranan esensial dalam berbagai bidang, termasuk biokimia, farmasi, industri makanan, hingga teknologi lingkungan. Secara praktis, larutan penyangga digunakan untuk menjaga kestabilan pH dalam tubuh manusia, proses fermentasi, serta reaksi enzimatik. Pemahaman yang mendalam tentang larutan penyangga tidak hanya penting untuk keberhasilan akademik peserta didik, tetapi juga untuk membekali mereka dalam memecahkan masalah nyata di berbagai konteks ilmiah (Salame et al., 2022).

Data penelitian terkini menunjukkan bahwa peserta didik sering menghadapi tantangan besar dalam memahami konsep larutan penyangga dan merasa kesulitan dalam menghubungkan level makroskopik dengan level mikroskopik dan simbolik. Menurut penelitian terbaru oleh Salame et al. (2022)

mengungkapkan bahwa peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep larutan penyangga, terutama dalam menghubungkan representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Studi ini menemukan bahwa ketergantungan peserta didik pada pemecahan masalah berbasis rumus dan penggunaan kalkulator menghambat pemahaman konseptual yang mendalam tentang larutan penyangga. Temuan ini menekankan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih efektif untuk membantu peserta didik mengintegrasikan berbagai level representasi kimia.

Hasil wawancara dengan guru kimia pada 10 Januari 2025 di SMAN 11 Jakarta, terungkap bahwa pemahaman peserta didik terhadap materi larutan penyangga kelas XI masih tergolong rendah. Salah satu penyebab utamanya adalah kurangnya pemahaman peserta didik terhadap dasar-dasar reaksi asam-basa dan persamaan reaksinya. Lemahnya pemahaman ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, peserta didik cenderung menghafal rumus atau definisi asam-basa tanpa benar-benar memahami makna konseptual di baliknya. Kedua, banyak peserta didik kesulitan menuliskan dan menyetarakan persamaan reaksi kimia, terutama ketika melibatkan ion-ion dalam larutan atau reaksi reversibel yang khas dalam sistem penyangga. Selain itu, keterbatasan dalam memahami hubungan antara pH, konsentrasi ion H^+ / OH^- , dan kekuatan asam-basa juga menjadi kendala. Akibatnya, saat mempelajari materi larutan penyangga, peserta didik kesulitan dalam menyelesaikan soal dengan benar. Sebagai contoh, peserta didik mungkin memahami bahwa larutan penyangga dapat menjaga kestabilan pH (makroskopik), tetapi mereka tidak sepenuhnya mengerti bagaimana ion-ion dalam larutan bekerja untuk mencapai efek tersebut (mikroskopik). Selain itu, penggunaan simbol seperti persamaan reaksi asam-basa sering kali menjadi kendala tambahan karena kurangnya pemahaman konseptual peserta didik terhadap proses yang direpresentasikan. Hal ini terbukti dari hasil penilaian harian yang menunjukkan banyaknya peserta didik yang tidak mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) atau harus menjalani remedial.

Selain itu, model pembelajaran yang digunakan oleh guru, yaitu hanya dengan metode ceramah, kurang bervariasi sehingga tidak sepenuhnya mendukung keberagaman gaya belajar peserta didik. Penggunaan metode

pembelajaran yang lebih menekankan pada hafalan prosedural sering kali tidak memadai untuk membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual yang baik. Akibatnya, banyak peserta didik hanya mampu mengingat informasi tanpa benar-benar memahami prinsip-prinsip yang mendasari konsep tersebut.

Pengamatan selama praktik mengajar juga menunjukkan bahwa pendekatan *student-centered learning* belum diterapkan secara optimal. Peserta didik kurang dilibatkan dalam proses pembelajaran, baik dalam hal pengetahuan maupun pengembangan keterampilan ilmiah. Penyampaian materi yang bersifat satu arah membuat keaktifan peserta didik menurun, sehingga proses pembelajaran terasa monoton. Selain itu, banyak peserta didik yang kesulitan menjawab pertanyaan terkait materi kimia dan kurang mampu menjelaskan kembali konsep yang telah dipelajari dengan menggunakan bahasa mereka sendiri. Hal ini menunjukkan kurangnya pemahaman konseptual yang mendalam.

Faktor lain yang turut memengaruhi rendahnya pemahaman peserta didik mencakup karakteristik individu, seperti perbedaan gaya belajar, bakat, serta pengaruh lingkungan. Lingkungan keluarga, sekolah, dan masyarakat memiliki peranan penting dalam membentuk pola belajar peserta didik. Kondisi ini menuntut adanya pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif dan bervariasi untuk menjawab tantangan keberagaman karakteristik peserta didik dan meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses belajar.

Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah strategis untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran kimia, khususnya pada materi larutan penyangga. Dalam proses pembelajaran, mental model peserta didik memainkan peran fundamental dalam membangun pemahaman yang mendalam terhadap suatu konsep. Menurut penelitian terdahulu dari jurnal *Models and Modelling in Chemical Education* berkata bahwa ahli kimia memodelkan baik fenomena yang mereka amati maupun ide-ide yang mereka gunakan untuk menjelaskan fenomena baik pada tingkat makroskopik maupun sub-mikroskopik melalui analogi dengan apa yang sudah mereka ketahui (Justi & Gilbert, 2002). Mental model adalah representasi kognitif internal yang digunakan oleh individu untuk

memahami dan menjelaskan fenomena tertentu (McClary & Talanquer, 2011; Atikah et al., 2023). Model ini dibentuk dari pengalaman belajar yang diperoleh melalui berbagai sumber dan memengaruhi bagaimana informasi baru diproses. Menurut Garnett et al., (1995) mental model yang tidak lengkap atau keliru sering kali menjadi penyebab miskonsepsi yang menghambat pembelajaran. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis mendalam terhadap mental model peserta didik dan mengembangkan strategi pembelajaran yang dapat memperbaikinya.

Mental model peserta didik pada proses pembelajaran memainkan peran penting dalam memahami dan mengintegrasikan konsep-konsep tersebut. Mental model merupakan representasi internal peserta didik tentang suatu konsep atau fenomena, yang digunakan untuk memprediksi dan menjelaskan bagaimana suatu sistem bekerja. Dalam penelitian *Misconception Analysis Based on Students' Mental Model in Atom Structure Materials*, ditemukan bahwa peserta didik dengan model mental yang lebih tinggi memiliki tingkat miskonsepsi yang lebih rendah dalam memahami struktur atom (Majid & Suyono, 2018). Sehingga mental model yang baik memungkinkan peserta didik memahami materi secara lebih mendalam dan menghubungkan berbagai level representasi kimia. Sebaliknya, mental model yang tidak lengkap atau keliru dapat mengakibatkan miskonsepsi. Menurut Permatasari et al., (2022), miskonsepsi dalam kimia sering kali berkaitan dengan pemahaman yang kurang terhadap interaksi antar level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik.

Proses pembelajaran kimia, peserta didik memanfaatkan mental model untuk berpikir, menggambarkan, menjelaskan, memprediksi fenomena, menguji gagasan baru, serta menyajikan data berdasarkan pengetahuan mereka. Mental model ini digunakan untuk berkomunikasi dengan orang lain atau menyelesaikan berbagai masalah dalam pembelajaran kimia (Sari et al., 2022). Setiap peserta didik memiliki mental model yang berbeda-beda (Atikah et al., 2023). Perkembangan mental model dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk cara guru berkomunikasi, penyampaian konsep-konsep kimia, dan penggunaan sumber belajar. Selain itu, faktor internal di luar konteks pembelajaran, seperti

pengalaman sehari-hari dan latar belakang budaya peserta didik, juga turut memengaruhi model mental mereka.

Mental model peserta didik dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk strategi pembelajaran yang digunakan. Salah satu pendekatan pembelajaran yang efektif untuk membantu peserta didik membangun mental model yang baik adalah *Learning Cycle 5E*. Hasil penelitian terdahulu dari jurnal *Chemistry Education Research and Practice* membuktikan adanya peningkatan signifikan dalam skor model mental peserta didik setelah penerapan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*, baik pada aspek makroskopik maupun sub-mikroskopik (Supasorn, 2015). Hal ini menguatkan bahwa penggunaan *Learning Cycle 5E* sangat efektif untuk memperkuat pembentukan model mental yang utuh dan ilmiah. *Learning Cycle 5E* menekankan partisipasi aktif peserta didik untuk mendorong terjadinya proses kognitif seperti asimilasi, akomodasi, dan organisasi dalam struktur kognitif (Imran et al., 2021). Model 5E ini, sebagaimana dijelaskan oleh Imran et al., (2019) berfungsi menghubungkan pengetahuan awal peserta didik dengan pengetahuan baru melalui beberapa tahapan, yaitu *engagement* (membangkitkan minat dan rasa ingin tahu), *exploration* (eksplorasi), *explanation* (penjelasan konsep), *elaboration* (penerapan konsep), dan *evaluation* (evaluasi). Setiap tahap dirancang untuk mendukung pembelajaran yang aktif dan terstruktur, di mana peserta didik diajak untuk mengeksplorasi konsep secara mandiri, menerima penjelasan yang mendalam, dan menerapkan konsep dalam situasi yang lebih kompleks. Menurut penelitian Jaya & Indrayani (2021) *Learning Cycle 5E* terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik karena memfasilitasi proses pembelajaran yang berpusat pada peserta didik.

Integrasi *Artificial Intelligence* (AI) ke dalam model pembelajaran *Learning Cycle 5E* memberikan peluang besar untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran kimia. Penelitian terdahulu dari jurnal *Interactive Learning Environments* membandingkan efektivitas chatbot AI yang dirancang berdasarkan model 5E dengan guru manusia dalam memberikan *scaffolding* pada pembelajaran desain instruksional. Hasilnya menunjukkan bahwa chatbot AI dapat memberikan dukungan pembelajaran yang sebanding dengan guru

manusia, terutama dalam fase "*Engage*" dan "*Explore*" dari model 5E (Bai, et al, 2024). AI dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep kimia yang kompleks dengan visualisasi interaktif, menjadikan pembelajaran lebih menarik dan mudah dipahami. Referensi dan penelitian dalam bidang ini, seperti yang dipublikasikan dalam *Journal of Chemical Information and Modeling* atau *Molecular Informatics* (Baum et al., 2021) telah menunjukkan bahwa *artificial intelligence* (AI) memiliki peran signifikan dalam memprediksi sifat molekul, menganalisis struktur kimia yang kompleks, serta memberikan wawasan mendalam mengenai interaksi molekuler.

Penelitian terdahulu lainnya juga menunjukkan bahwa AI memiliki berbagai manfaat, seperti membantu peserta didik memahami dan memperdalam pengetahuan tentang kimia, meningkatkan kreativitas dalam memecahkan masalah, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui kombinasi AI dengan *digital storytelling* (Bimantoro & Haryanto, 2016; Tarigan et al., 2023; Tedjawani et al., 2023). Temuan ini menegaskan bahwa AI memiliki peran yang sangat penting dalam dunia pendidikan, khususnya dalam pembelajaran kimia.

Namun, penelitian mengenai penggunaan *Artificial Intelligence* (AI) dalam menganalisis mental model peserta didik, khususnya pada materi larutan penyangga, masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dikembangkan untuk menganalisis mental model peserta didik dengan menerapkan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* yang terintegrasi dengan teknologi AI. Teknologi AI, seperti *ChatGPT*, dapat dimanfaatkan dalam berbagai tahap pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Misalnya, pada tahap *Explore*, peserta didik dapat menggunakan simulasi berbasis AI guna mengeksplorasi cara kerja larutan penyangga secara interaktif. Pada tahap *Explain*, AI dapat memberikan penjelasan yang lebih personal dan interaktif mengenai reaksi ion-ion dalam larutan penyangga, sehingga memudahkan peserta didik memahami keterkaitan antar level representasi kimia.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana mental model peserta didik dipengaruhi oleh penerapan *Learning Cycle 5E* yang terintegrasi dengan teknologi AI. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi

bagaimana integrasi AI dalam pembelajaran dapat membantu peserta didik memahami konsep larutan penyangga secara lebih mendalam dan holistik. Dengan adanya pemanfaatan AI, diharapkan peserta didik dapat mengembangkan pemahaman konseptual yang lebih baik dan mampu menghubungkan representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik dalam materi larutan penyangga.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan metode pembelajaran kimia yang lebih efektif dan inovatif. Dengan menyediakan data empiris tentang analisis mental model menggunakan *Learning Cycle 5E* yang terintegrasi AI, penelitian ini dapat menjadi acuan bagi guru, pengembang kurikulum, dan peneliti lainnya dalam mengoptimalkan pembelajaran sains di era teknologi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah, diantaranya:

1. Peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami dan menghubungkan level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, terutama pada materi larutan penyangga, yang berdampak pada pemahaman konseptual mereka.
2. Kurangnya pemahaman peserta didik terhadap konsep dasar reaksi asam-basa menjadi penghambat utama dalam mempelajari konsep lanjutan, seperti larutan penyangga.
3. Mental model yang tidak akurat menyebabkan miskonsepsi, sehingga peserta didik kesulitan memahami mekanisme larutan penyangga dan hubungannya dengan fenomena kimia.
4. Model pembelajaran yang kurang bervariasi dan minimnya integrasi teknologi, seperti *Artificial Intelligence* (AI), menghambat keterlibatan peserta didik dan pemahaman konseptual yang lebih mendalam.

C. Fokus Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka fokus masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah analisis model mental peserta didik pada

materi larutan penyangga menggunakan *Learning Cycle 5E* terintegrasi *Artificial Intelligence*.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh model mental peserta didik pada materi larutan penyangga menggunakan *Learning Cycle 5E* terintegrasi *Artificial Intelligence*.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat kepada beberapa pihak, diantaranya yaitu :

1. Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat membantu sekolah dalam meningkatkan kompetensi peserta didik dalam memahami konsep-konsep kimia, sehingga dapat meningkatkan hasil ujian dan prestasi akademik secara keseluruhan.

2. Guru

Penelitian ini memberikan wawasan baru bagi guru dalam merancang dan mengimplementasikan model pembelajaran yang lebih inovatif dan interaktif dengan memanfaatkan kecerdasan buatan, serta meningkatkan keterampilan guru dalam menggunakan teknologi untuk mendukung proses pembelajaran.

3. Peserta Didik

Penelitian ini diharapkan dapat memotivasi peserta didik untuk belajar secara mandiri, lebih percaya diri dalam menyelesaikan permasalahan kimia, serta lebih siap menghadapi tantangan akademik dan profesional di masa depan.

4. Peneliti

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi yang bernilai bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan lebih lanjut integrasi AI dalam pembelajaran kimia maupun bidang sains lainnya. Dengan adanya kajian ini, peneliti akan lebih termotivasi untuk menggali berbagai potensi teknologi dalam mendukung pembelajaran abad ke-21 yang lebih adaptif, inklusif, dan berbasis data empiris.