

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Abad ke-21 menuntut siswa memiliki keterampilan yang mampu mendukung dalam menghadapi persaingan global dalam membentuk generasi yang kompetitif dan inovatif di masa depan (Li, 2020). Keterampilan tersebut dikenal dengan istilah 6C, yang mencakup: keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking*), berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solve*), komunikasi (*communication*), kolaborasi (*collaboration*), kewarganegaraan (*citizenship*), dan karakter (*character*) (Thornhill et al., 2023). Pendidikan memiliki peran strategis dalam menumbuhkan dan mengembangkan keterampilan 6C di berbagai bidang ilmu, khususnya dalam konteks pembelajaran kimia di abad ke-21 (Zainil et al., 2023).

Pembelajaran kimia menuntut penekanan pada keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah sebagai alat bantu kognitif untuk menghadapi kompleksitas materi kimia (Zhai et al., 2024). Oleh karena itu, keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solve*) menjadi kemampuan penting yang perlu dikembangkan dalam membantu siswa menganalisis informasi, mengevaluasi, serta merumuskan solusi terhadap berbagai persoalan kimia (Kwangmuang et al., 2021). Pengembangan keterampilan ini dapat diakomodasi melalui pendekatan desain instruksional berbasis *Cognitive Load Theory* (CLT) (Martin., et al, 2023).

Sweller. (2020) mengemukakan bahwa CLT merupakan teori desain pembelajaran yang didasarkan pada pemahaman sistem kognitif manusia oleh John Sweller, yang mengacu pada bagaimana memori kerja dan memori jangka panjang dikelola dalam pembelajaran (Paul., et al, 2024). Pembelajaran kimia seringkali memuat informasi kompleks yang dapat membebani memori kerja siswa (Rexigel et al., 2024). Keterbatasan kapasitas memori kerja ini berdampak pada kesulitan dalam memahami

informasi, terlebih pada materi dengan tingkat kompleksitas tinggi (Houichi et al., 2020). Ketika informasi yang diproses melebihi kapasitas memori kerja, maka meningkatnya beban kognitif yang dapat menghambat efektivitas belajar (Hu et al., 2017; Van Nooijen et al., 2024).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa strategi pengajaran yang tepat dalam pembelajaran kimia dapat mengurangi beban kognitif, hal ini terdapat dalam penelitian yang dilakukan Evans et al. (2024), serta dalam penelitian tersebut CLT dapat meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan prestasi akademik siswa. Kala et al. (2023) menemukan bahwa penerapan prinsip desain instruksional berbasis CLT pada pembelajaran kimia dapat meningkatkan performa akademik, retensi, dan transfer pengetahuan. Urbano et al. (2020) juga menunjukkan bahwa penurunan beban kognitif berdampak positif terhadap pemahaman konseptual siswa dalam pembelajaran kimia. Temuan-temuan tersebut memperkuat pentingnya pemilihan strategi pembelajaran yang tidak hanya efektif dalam menyampaikan materi, tetapi juga mampu mengelola beban kognitif siswa, terutama dalam topik-topik kimia yang kompleks seperti laju reaksi.

Berdasarkan hasil observasi yang sudah dilakukan, siswa mengalami kesulitan memahami materi laju reaksi, khususnya konsep dasar dan penentuan orde reaksi dari tetapan laju. Materi ini dinilai kompleks dan abstrak, serta pembelajaran tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi kurang optimal. Hal ini disebabkan oleh minimnya variasi metode pembelajaran dan tidak tersedianya fasilitas laboratorium basah untuk praktikum. Guru juga jarang melakukan eksperimen sederhana maupun berbasis mobile learning, sehingga siswa tidak mendapatkan pengalaman belajar secara langsung. Hal ini diperkuat dengan teori yang sesuai dengan penelitian Taylor et al. (2023), bahwa laju reaksi mencakup banyak konsep abstrak yang menuntut keterkaitan antara representasi makroskopis, mikroskopis, dan simbolik secara bersamaan, yang dapat meningkatkan beban kognitif siswa (Milenkovic et al., 2015).

Penelitian oleh Horvat et al. (2023) menunjukkan bahwa topik laju reaksi memiliki kompleksitas kognitif tinggi, yang dapat menyebabkan beban kognitif dan memperkuat miskonsepsi (Darling et al., 2018). Kesulitan ini sering disebabkan oleh minimnya visualisasi dalam pembelajaran (Sweller et al., 2019). Penggunaan visualisasi dapat mempermudah pemahaman siswa dengan merepresentasikan konsep-konsep abstrak dalam laju reaksi (Jere et al., 2024). Simulasi interaktif memungkinkan siswa mengeksplorasi hubungan suhu, konsentrasi, dan laju reaksi secara lebih efektif (Ramirez et al., 2020). Akan tetapi dalam praktiknya, pembelajaran masih dominan berpusat pada guru (*teacher-centered*), sehingga siswa cenderung pasif dan hanya bergantung pada informasi dari guru (Alruwaili et al., 2025; Lizeth et al., 2024). Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan pembelajaran aktif yang mendorong keterlibatan langsung siswa melalui diskusi, eksplorasi, dan pemecahan masalah, dengan dukungan teknologi sebagai media pembelajaran interaktif (Dorian et al., 2017; Adipat et al., 2021; Houichi et al., 2020).

Era digitalisasi telah mendorong pemanfaatan teknologi menjadi kebutuhan dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam bidang pendidikan (UNESCO, 2023; Sevgi et al., 2018). Pesatnya perkembangan teknologi telah mendorong transformasi digital dalam pendidikan. Pembelajaran sains, khususnya kimia, mulai memanfaatkan teknologi 3D seperti laboratorium virtual menjadi alternatif inovatif yang efektif (Manyilizu, 2023). Laboratorium kering (*dry lab*) menawarkan sejumlah manfaat, seperti peningkatan produktivitas dan keselamatan kerja, karena tidak melibatkan bahan kimia berbahaya secara langsung (Ghorbani et al., 2022; Galasso et al., 2023). Manfaat ini menjadi semakin relevan mengingat pelaksanaan laboratorium basah (*wet lab*) sering menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan waktu pembelajaran, potensi bahaya bahan kimia, jumlah siswa yang banyak, serta kurangnya fasilitas laboratorium (Chiu et al., 2015).

VR merupakan teknologi yang menciptakan lingkungan buatan melalui perangkat lunak dan unit komputasi, memungkinkan pengguna merasakan kehadiran secara fisik di dalamnya (Jiang et al., 2025). Pemanfaatan VR dalam pendidikan terbukti efektif untuk mensimulasikan konsep-konsep ilmiah yang abstrak dan sulit dipahami melalui metode konvensional (Algerafi et al., 2023). Selain itu, VR menawarkan fleksibilitas tinggi karena dapat diakses kapan saja dan di mana saja (Kumar et al., 2022). Teknologi ini memungkinkan visualisasi struktur molekul dan dinamika reaksi secara interaktif dalam pembelajaran kimia, sehingga mampu meningkatkan partisipasi siswa serta membantu mengurangi beban kognitif melalui pengalaman belajar yang imersif (Lin et al., 2024; Sudar et al., 2023).

Studi Li et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan VR dengan *scaffolding* dan petunjuk yang jelas dapat menurunkan beban kognitif dan meningkatkan pemahaman konsep siswa. Sementara itu, Ali et al. (2022) menekankan pentingnya penyajian informasi yang terstruktur dan bantuan visual dalam laboratorium virtual kimia untuk mengurangi kognitif. Berbeda dari keduanya, Jian et al. (2024) membuktikan bahwa lingkungan pembelajaran imersif berbasis VR lebih efektif dibanding media digital konvensional dalam mengembangkan kemampuan spasial dan mengurangi beban kognitif. Oleh karena itu, teknologi VR dapat dimanfaatkan guru untuk menurunkan beban kognitif siswa di era digital melalui penyediaan simulasi yang memungkinkan pengalaman langsung (Albus et al., 2021).

Kompleksitas kognitif yang tinggi pada materi laju reaksi, disertai minimnya ketersediaan fasilitas laboratorium, menghambat siswa dalam memperoleh pengalaman belajar yang bermakna. Situasi ini dapat meningkatkan risiko miskonsepsi dan menurunkan partisipasi aktif siswa selama proses pembelajaran. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi pembelajaran yang mampu menjembatani keterbatasan fasilitas dan kerumitan konsep, seperti pemanfaatan VR. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan VR dalam

laboratorium virtual terhadap beban kognitif siswa pada topik laju reaksi. Penelitian ini juga mendasari perlunya penelitian tentang pemanfaatan VR dalam pembelajaran laju reaksi, untuk mengetahui sejauh mana teknologi ini mampu menurunkan beban kognitif siswa (Oubibi et al., 2024). Dengan demikian, pemanfaatan VR bukan hanya sebagai solusi teknologis, melainkan sebagai pendekatan inovatif yang berpotensi pada pembelajaran kimia di masa depan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan Latar belakang penelitian yang sudah dijelaskan, masalah yang teridentifikasi dalam penelitian ini mencakup:

1. Belum optimalnya pengelolaan beban kognitif siswa selama proses pembelajaran.
2. Pembelajaran di kelas masih didominasi oleh metode *teacher-centered*.
3. Siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak, dan bersifat kompleks dalam topik pembelajaran kimia laju reaksi.
4. Kurangnya inovasi media pembelajaran dengan teknologi, seperti integrasi pembelajaran VR.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, penelitian ini difokuskan pada pengelolaan beban kognitif siswa yang kurang diperhatikan, sehingga dapat berdampak pada meningkatnya beban kognitif. Penelitian ini dibatasi pada pengaruh penggunaan VR dalam beban kognitif siswa pada topik laju reaksi di kelas XI MIPA. Penelitian ini akan menganalisis bagaimana VR dapat membantu meningkatkan pembelajaran dengan memperhatikan beban kognitif siswa selama proses belajar.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah ada pengaruh penggunaan VR terhadap beban kognitif siswa pada topik laju reaksi, dan apakah

penggunaan VR dapat mengurangi beban kognitif siswa dalam memahami konsep laju reaksi.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan VR terhadap beban kognitif siswa pada topik laju reaksi.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi siswa, penerapan VR diharapkan mampu menurunkan beban kognitif siswa pada materi laju reaksi dan memberikan pengalaman belajar yang baru dan menarik.
2. Bagi guru, penelitian ini dapat memberikan pengalaman inovatif dalam pembelajaran kimia untuk membantu mengelola beban kognitif siswa melalui desain instruksional baru dengan penerapan aplikasi VR.
3. Bagi sekolah, penelitian diharapkan dapat menjadi wadah evaluasi dalam memperhatikan media pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran sehingga tercipta kualitas pembelajaran yang baik.
4. Bagi peneliti, penelitian ini dapat menjadi ilmu dan wawasan baru dalam penerapan VR dalam beban kognitif siswa pada topik laju reak