

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kimia adalah salah satu mata pelajaran sains yang sangat penting dalam kurikulum pendidikan tingkat menengah. Pemahaman prinsip-prinsip kimia memungkinkan siswa untuk memahami bagaimana zat berinteraksi, bereaksi, dan berubah. Kimia merupakan salah satu cabang ilmu yang menantang untuk dipelajari dan diajarkan karena mengandung banyak konsep serta istilah abstrak yang seringkali tidak familiar bagi siswa, serta karena representasi mereka kerap bertentangan dengan penjelasan ilmiah yang mereka terima (Maksimenko et al., 2021; Treagust & Chittleborough, 2001). Pembelajaran kimia di sekolah masih menghadapi keterbatasan dalam memfasilitasi keterkaitan antara representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik secara terpadu. Banyak siswa masih sulit memahami konsep unsur, senyawa, dan campuran, sering keliru membedakan sifatnya, dan belum mahir menerjemahkan gambar atau simbol kimia ke bentuk lain (Gkitzia et al., 2020). Senyawa kimia ada di kehidupan nyata, tetapi kita tidak dapat melihat struktur molekulnya hanya dengan mata (Maksimenko et al., 2021). Hal ini menyebabkan adanya miskonsepsi pada siswa yang ditandai dengan adanya kesalahpahaman dalam menginterpretasikan sifat partikel dan membedakan antara partikel dengan materi (Slapnicar et al., 2017). Siswa cenderung menjelaskan peristiwa di tingkat partikel menggunakan cara pandang

makroskopik sehingga penjelasannya tidak sesuai dengan konsep yang sebenarnya (Özalp & Kahveci, 2015; Slapnicar et al., 2017). Siswa juga mengalami kesulitan dalam menjelaskan proses pelarutan dalam tingkat partikel (Özalp & Kahveci, 2015).

Praktikum memegang peranan yang penting karena memungkinkan siswa untuk mengaplikasikan teori kimia dalam konteks kehidupan yang nyata. Ilmuwan kimia berpikir dalam dunia nanoskopik yang sangat visual tetapi eksperimen dan pengamatan dalam skala makroskopik menggunakan peralatan laboratorium tetap perlu untuk dilakukan. Kedua pendekatan ini saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan (Oxtoby et al., 2016). Kerja laboratorium tidak hanya mendukung pengembangan kemampuan praktis (misalnya melakukan eksperimen), tetapi juga dapat meningkatkan minat dan rasa ingin tahu siswa, mendorong pemikiran kreatif dan aktivitas pemecahan masalah, serta mengembangkan pemahaman konseptual (Hofstein & Hugerat, 2022). Aspek yang paling menarik dari mata pelajaran kimia adalah saat melakukan eksperimen (Sausan et al., 2023).

Keterampilan yang esensial dalam aktivitas laboratorium adalah Keterampilan Proses Sains (KPS) (Irwanto et al., 2017). Kegiatan di laboratorium memberikan pengalaman penting tentang proses ilmiah dimana KPS dapat berkembang dan membantu siswa berpikir serta bertindak seperti ilmuwan (Artun et al., 2020). Selain itu, KPS membantu siswa untuk berinteraksi langsung dengan materi saat menyelesaikan masalah (Abungu et al., 2014). KPS penting untuk diajarkan dan dinilai karena berperan untuk

menemukan dan mengembangkan fakta serta konsep, sekaligus mendorong pembentukan sikap, pemahaman, dan nilai-nilai (Amali et al., 2024). Adapun KPS diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu *Basic Science Process Skill* dan *Integrated Science Process Skill* (Padilla, 1990).

Beberapa penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa KPS yang dimiliki siswa cenderung rendah (Herda et al., 2020; Hunegnaw & Melesse, 2023; Irwanto et al., 2017, 2018). Persentase KPS siswa SMA cenderung rendah dengan nilai tertinggi berada pada aspek *planning experiment* dengan nilai 38,62% (Irwanto et al., 2017). Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan Herda et al. (2020), bahwa tingkat KPS kimia siswa SMA masih rendah. Begitupun dengan mahasiswa kimia, rata-rata KPS mahasiswa untuk kategori *basic* berada pada tingkat sedang (53,75%), sedangkan rata-rata skor KPS untuk kategori *integrated* masih tergolong rendah (43,60%) (Irwanto et al., 2018).

Rendahnya KPS pada siswa mengindikasikan adanya tantangan dalam membantu siswa mengembangkan kemampuan ini secara efektif. Pada dasarnya, perkembangan belajar didukung oleh faktor internal dan eksternal. Salah satu faktor internal yang dapat mempengaruhi KPS siswa adalah kemampuan metakognisi (Cindiati et al., 2021). Sesuai dengan hal tersebut, ketika digabungkan dengan elemen lain dari proses ilmiah, seperti mengajukan pertanyaan atau membuat klaim berdasarkan bukti, metakognisi berkontribusi pada terciptanya proses yang lebih efektif untuk mendukung pembelajaran siswa (Van Opstal & Daubenmire, 2017). Hasil penelitian lain

juga menunjukkan bahwa dengan mengembangkan kesadaran metakognitif siswa, keterampilan siswa dalam mengidentifikasi variabel, merancang investigasi, dan keterampilan operasional lainnya dapat meningkat yang berkontribusi pada pengembangan KPS secara lebih efektif (Saribas & Bayram, 2009).

Faktor utama yang menentukan efektivitas pembelajaran pengalaman adalah interaktivitas. Laboratorium pembelajaran memungkinkan tingkat interaktivitas yang tinggi melalui kegiatan eksperimen untuk mempraktikkan konsep teoretis. Namun terdapat keterbatasan untuk melakukan eksperimen seperti kebutuhan ruang yang besar, peralatan yang mahal, minimnya langkah keselamatan, dan tenaga ahli yang terbatas (Wojciechowski & Cellary, 2013). Kendala seperti risiko bahan kimia beracun, tingginya biaya pembangunan laboratorizum, keterbatasan fasilitas, dan eksperimen yang dapat dilakukan juga menjadi hambatan bagi perkembangan siswa dan membuat siswa kurang termotivasi untuk berekspeten secara mandiri sehingga pembelajaran kimia menjadi kurang fleksibel dan efektif (Lu et al., 2024). Selain itu, sejumlah siswa juga merasa khawatir untuk melakukan praktikum terutama saat menggunakan peralatan yang tidak familiar dan mahal. Dalam praktik pembelajaran kimia konvensional, siswa sering menghadapi berbagai kesulitan yang membatasi pengalaman belajar, seperti keterbatasan alat, bahan, dan kondisi fisik. Beberapa konsep, misalnya struktur molekul 3D, sulit dibayangkan hanya melalui media konvensional. Selain itu, siswa dengan keterbatasan fisik atau mobilitas mungkin tidak dapat berpartisipasi

penuh dalam praktikum karena tidak bisa berdiri lama atau menangani alat tertentu. Praktikum konvensional juga membatasi pengulangan eksperimen dan pengamatan efek variabel dalam skala besar maupun kecil, serta membutuhkan waktu lama untuk pengolahan data. Hal tersebut tentu dapat menyebabkan kecemasan terhadap kimia atau *chemophobia* (Dalgarno et al., 2009) sehingga pengembangan kemampuan KPS menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan pengembangan kemampuan KPS pada siswa, konsep-konsep abstrak dalam kimia perlu dibuat menjadi lebih konkret melalui penggunaan teknologi visual dalam pengajaran. Sejalan dengan hal tersebut, kimia juga merupakan ilmu yang visual (Wu & Shah, 2004). Dengan demikian, lingkungan belajar dapat dirancang menjadi lebih bermakna sehingga siswa mendapatkan pencapaian yang lebih baik.

Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan teknologi digital agar proses pembelajaran berlangsung lebih optimal. Teknologi yang banyak dikembangkan di pendidikan yang dapat menggambarkan konsep secara visual yaitu *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR). AR dan VR menyediakan pendekatan inovatif untuk menyampaikan, memperoleh, dan mengolah informasi dalam bentuk selain teks (Maas & Hughes, 2020). VR memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan layaknya di dunia nyata sehingga dapat mendukung proses pembelajaran melalui pengalaman praktis (Durukan et al., 2020). Selain itu, VR dapat menjadi alat yang membantu edukator untuk lebih mahir dan membantu usaha siswa dalam memahami *textbook* (Maksimenko

et al., 2021). Teknologi VR mampu menciptakan pengalaman imersif yang membuat pengguna merasa hadir di dunia lain. Namun, kurangnya sensasi fisik yang nyata dan keterpisahan dari lingkungan sekitar menjadi tantangan yang dapat mengurangi keefektifan VR dalam interaksi di dunia nyata (Steffen et al., 2019). Hal tersebut dapat diatasi dengan penambahan media AR dimana AR memungkinkan pengguna melihat dunia nyata dengan tambahan objek virtual (Azuma et al., 2001). Berbeda dengan VR yang sepenuhnya membenamkan pengguna dalam lingkungan buatan tanpa akses dunia nyata. AR membuat siswa dapat berinteraksi dengan objek 3D yang dihadirkan di dunia nyata sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam (Radu, 2014). AR memiliki keterbatasan yaitu tidak dapat memberikan kedalaman visual atau sensasi keterlibatan penuh (Azuma, 1997; Steffen et al., 2019). Sementara itu, VR memiliki kedalam visual dan dapat dilakukan dimanapun tanpa terbatas lokasi. Oleh karena itu, untuk mengatasi masing-masing keterbatasan pada AR dan VR, perlu mengombinasikan kedua media tersebut sehingga pengalaman belajar yang lebih menyeluruh dapat tercipta.

Terdapat beberapa literatur yang meneliti pengaruh virtual lab terhadap kemampuan KPS. Penelitian yang dilakukan oleh Artun et al. (2020) menunjukkan bahwa VR memiliki potensi untuk meningkatkan KPS khususnya keterampilan observasi dan eksperimen. Berdasarkan penelitian tersebut, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan peningkatan kualitas interaksi dan visual dalam teknologi VR. Oleh karena

itu, untuk hasil pengaruh yang lebih besar, penelitian ini juga disertai dengan penggunaan AR, karena menurut penelitian yang dilakukan oleh Dunleavy et al. (2009), siswa menunjukkan keterlibatan yang tinggi saat menggunakan AR dengan adanya ponsel dan GPS untuk belajar. AR juga membuat siswa dapat berinteraksi langsung dengan konten menggunakan tubuh mereka sehingga membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan meningkatkan motivasi mereka (Radu, 2014). Beberapa penelitian lain mengatakan bahwa virtual lab memberikan pengaruh yang baik terhadap kemampuan KPS (Mutlu Avinç & Yıldız, 2024; Yang & Heh, 2007) terutama pada aspek *predicting* and *measuring* (Usman et al., 2021). Selain itu penelitian yang dilakukan oleh S. Setiawaty (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan AR dapat meningkatkan kemampuan KPS siswa.

Penelitian yang dilakukan oleh Hu-au (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan VR dalam simulasi laboratorium kimia memungkinkan siswa untuk mengamati reaksi kimia pada skala sub mikro sehingga dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang bentuk molekul dan ukuran relatif atom. Sejalan dengan itu, Chen & Liu (2020) melakukan penelitian mengenai penggunaan AR dengan melibatkan siswa kelas 9 yang mempelajari elemen kimia melalui aktivitas *hands-on*, dimana siswa memanipulasi blok elemen menggunakan perangkat *mobile* untuk mengamati reaksi kimia secara virtual dan hasilnya terdapat peningkatan pemahaman konsep dan minat siswa terhadap kimia.

Berdasarkan tinjauan literatur yang ada, hingga saat ini belum ditemukan penelitian yang mengembangkan kombinasi antara AR dan VR serta menganalisis pengaruhnya terhadap KPS dilihat dari aspek kemampuan metakognitif. Sehubungan dengan masalah yang dihadapi dalam pembelajaran kimia, rendahnya KPS pada siswa untuk materi kimia, serta terbatasnya penelitian yang mengintegrasikan teknologi AR dan VR dalam konteks tersebut, maka penelitian ini penting untuk dilakukan guna mengatasi masalah tersebut.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka permasalahan yang diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Keterbatasan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep unsur, senyawa, dan campuran secara interaktif, aman, dan efektif.
2. Rendahnya kemampuan KPS siswa terhadap mata pelajaran kimia
3. Belum adanya pemanfaatan kombinasi teknologi AR dan VR sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan KPS siswa pada kimia ditinjau dari kemampuan metakognitif

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan dalam identifikasi masalah di atas, ruang lingkup masalah dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. Media yang dikembangkan berfokus pada AR dan VR
2. Cakupan materi dibatasi pada materi unsur, senyawa, dan campuran
3. Variabel terikat yang diukur dalam penelitian ini adalah KPS siswa dengan penggunaan media dan kemampuan metakognitif sebagai variabel bebas

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, penelitian ini mengidentifikasi beberapa aspek yang perlu diteliti lebih lanjut, antara lain:

1. Bagaimana pengembangan media AR dan VR yang layak dan baik untuk digunakan dalam meningkatkan KPS pada materi unsur, senyawa, dan campuran?
2. Apakah terdapat perbedaan KPS siswa yang diberi pembelajaran berbantuan media pembelajaran AR dan VR dengan siswa yang diberi pembelajaran konvensional pada materi unsur, senyawa, dan campuran?
3. Apakah terdapat pengaruh interaksi antara media pembelajaran AR dan VR serta kemampuan metakognitif terhadap KPS siswa pada materi unsur, senyawa, dan campuran?

4. Apakah terdapat perbedaan KPS siswa yang diberikan media pembelajaran dengan AR dan VR dengan siswa yang diberikan media pembelajaran konvensional pada kelompok siswa yang memiliki kemampuan metakognitif tinggi pada materi unsur, senyawa, dan campuran?
5. Apakah terdapat perbedaan KPS siswa yang diberikan media pembelajaran dengan AR dan VR dengan siswa yang diberikan media pembelajaran konvensional pada kelompok siswa yang memiliki kemampuan metakognitif rendah pada materi unsur, senyawa, dan campuran?

E. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media AR dan VR pada materi unsur, senyawa, dan campuran serta untuk mengetahui pengaruhnya terhadap KPS siswa ditinjau dari kemampuan metakognitif.

F. Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat berguna baik dari segi akademis maupun praktis. Kegunaan yang diharapkan diantaranya:

1. Kegunaan akademis
 - a. Dapat menjadi sumber belajar dan rujukan untuk pengembangan dalam penelitian selanjutnya

2. Kegunaan praktis

- a. Dapat menjadi solusi pembelajaran yang lebih bervariasi dan inovatif melalui penggunaan media AR dan VR yang telah dikembangkan
- b. Dapat meningkatkan KPS siswa pada mata pelajaran kimia
- c. Dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dalam kelas dengan memanfaatkan teknologi

