BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi digital informasi dan komunikasi yang pesat menyebabkan transformasi besar dalam berbagai segi kehidupan terutama pada bidang pendidikan (Tekindur & Kara, 2025). Perkembangan ini mendorong pemanfaatan berbagai teknologi dalam pendidikan untuk mendukung proses pengajaran dan pembelajaran (Radianti *et al.*, 2020). Berbagai inovasi teknologi mulai diterapkan dalam proses pembelajaran guna menyesuaikan perbedaan gaya belajar siswa serta memenuhi kebutuhan pembelajaran yang semakin beragam (DiLullo *et al.*, 2011). Melalui berbagai alat teknologi seperti program pembelajaran, simulasi, dan konten multimedia, siswa memiliki kesempatan untuk secara aktif mengeksplorasi, memecahkan masalah, dan memperdalam pengetahuan mereka (Alegre, 2023). Penerapannya tidak hanya menggantikan metode pembelajaran yang berpusat pada guru, tetapi juga berperan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran (López-Belmonte *et al.*, 2022). Oleh karena itu, pembelajaran berbasis teknologi semakin banyak digunakan dan menjadi bagian penting dari pendidikan abad ke-21 (Lampropoulos *et al.*, 2022).

Science, Technology, Engineering, and Mathematics atau yang dikenal dengan istilah STEM berperan utama dalam memenuhi kebutuhan pembelajaran abad ke-21 (Zainil *et al.*, 2022). Pembelajaran STEM dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa, melatih kemampuan komunikasi, kerja sama, berpikir kritis, serta berpikir kreatif (Rahmawati *et al.*, 2022). Kemajuan teknologi yang semakin pesat belum diikuti oleh tingginya minat siswa untuk melanjutkan studi di bidang STEM. Menurut data Pangkalan Data Pendidikan Tinggi (PDDikti) tahun 2025, jumlah mahasiswa yang menempuh pendidikan pada bidang STEM masih lebih sedikit dibandingkan bidang non-STEM. Sebanyak 68,9% mahasiswa tercatat menempuh pendidikan pada bidang non-STEM, sedangkan 31,1% lainnya menempuh

pendidikan pada bidang STEM (Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi, 2025).

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi yang mampu memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan proses pembelajaran seperti *Virtual Reality* (VR) (Hendajani *et al.*, 2019). Teknologi VR menciptakan pengalaman belajar yang nyata dan mendalam sehingga konsep STEM, khususnya kimia yang bersifat abstrak, menjadi lebih mudah dipahami (Kahveci & Sondaş, 2023). Selain itu, VR dapat mengatasi keterbatasan pembelajaran yang kurang memberikan pengalaman belajar secara langsung melalui lingkungan virtual yang interaktif dan menyerupai kondisi nyata, sehingga siswa terdorong untuk aktif dalam proses belajar, bereksplorasi, dan merefleksikan pengalamannya (Surer *et al.*, 2021). Seiring dengan perkembangan teknologi, VR berpotensi menjadi salah satu inovasi yang mendukung peningkatan kualitas pembelajaran di bidang sains.

Keterlibatan siswa merupakan salah satu indikator penting dalam pencapaian akademik siswa. Keterlibatan ini menunjukkan sejauh mana siswa berpartisipasi secara fisik dan mental dalam proses pembelajaran (Reeve *et al.*, 2020). Aspek kognitif, perilaku, dan emosional dalam keterlibatan tersebut memberikan kontribusi yang berbeda terhadap hasil belajar siswa (Reid *et al.*, 2022). Siswa yang terlibat dalam pembelajaran umumnya lebih siap mengambil peran aktif dan berani mencoba dalam menyelesaikan tugas belajar (Pandita & Kiran, 2023). Namun, tingkat keterlibatan siswa dalam pembelajaran kimia masih tergolong rendah (Ross *et al.*, 2020). Kondisi ini berdampak pada rendahnya prestasi, tingginya angka putus sekolah serta tingginya kebosanan siswa dalam pembelajaran (Zava *et al.*, 2022). Menurut Haugan *et al.* (2019), penurunan keterlibatan siswa baik dari aspek perilaku, kognitif, dan emosional terjadi selama sekolah menengah. Siswa dengan keterlibatan yang rendah cenderung tidak memperhatikan kegiatan pembelajaran sehingga mereka kesulitan untuk memahami konsep kimia yang tidak dapat diamati secara langsung (Lee *et al.*, 2022). Rendahnya keterlibatan

siswa dalam pembelajaran kimia ini dapat dipengaruhi oleh pemilihan metode dan media pembelajaran yang digunakan (Han, 2021).

Berdasarkan penelitian Lee *et al.* (2021) menemukan bahwa penerapan media pembelajaran berbantuan simulasi digital memberikan dampak positif terhadap keterlibatan siswa karena mampu meningkatkan fokus, keaktifan, serta ketekunan siswa dalam menyelesaikan aktivitas belajar. Nadeem *et al*. (2023) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis *game* digital mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa sehingga mendorong pemahaman terhadap materi pembelajaran, keaktifan dalam diskusi, dan mengajukan pertanyaan. Adapun menurut Antonelli *et al.* (2023), penggunaan media digital yang interaktif, seperti *Virtual Laboratory* (VL) mampu meningkatkan keterlibatan, pemahaman, dan retensi siswa terhadap materi dibandingkan dengan pembelajaran berbasis ceramah. Dengan demikian, inovasi metode dan media belajar berbantuan teknologi perlu diterapkan untuk meningkatkan ketelibatan siswa dalam pembelajaran kimia.

Seiring pesatnya perkembangan teknologi, proses pembelajaran di kelas masih berpusat oleh guru yang membuat siswa cenderung berperan sebagai penerima informasi secara pasif melalui kegiatan mendengarkan penjelasan dan mencatat materi (Martin-Alguacil *et al.*, 2024). Pembelajaran yang berpusat pada siswa telah banyak disarankan (Kibirige & Lehong, 2022), namun metode pembelajaran yang berpusat pada guru masih lebih sering diterapkan, terutama di Indonesia (Puad & Ashton, 2023; Revina *et al.*, 2023). Kondisi ini dapat menghambat berkembangnya keterampilan abad ke-21 yang meliputi komunikasi, kerja sama, kemampuan berpikir kritis, serta kreativitas. Selain itu, pendekatan pembelajaran *teacher-centered* belum sepenuhnya mampu memfasilitasi karakteristik kimia yang bersifat multilevel, yaitu tingkat makroskopik, simbolik, dan submikroskopik (Adu-Gyamfi & Asaki, 2023). Pembelajaran seperti ini dapat menyebabkan siswa merasa bosan, lelah, serta pemahaman materi menjadi tidak utuh karena hanya berfokus pada teori dari buku dan penggunaan metode yang berulang (Broman & Simon, 2015). Oleh karena itu, penggunaan teknologi digital yang interaktif dalam pembelajaran kimia seperti VR dapat menjadi salah satu solusi untuk mendorong penerapan

pembelajaran yang lebih berpusat pada siswa dibandingkan pembelajaran yang didominasi oleh guru (Mwazi *et al.*, 2023).

Pemanfaatan VR membuka banyak peluang dan potensi dalam pembelajaran praktikum kimia di jenjang SMA. Melalui VR, siswa dapat melakukan praktikum di lingkungan digital, mengamati proses dan reaksi kimia, serta mengatasi keterbatasan waktu, ruang, dan faktor keselamatan yang sering ditemui dalam praktikum di laboratorium sekolah (Fan *et al.*, 2021). Fitur interaktif dalam praktikum berbasis VR dapat meningkatkan keterlibatan siswa, melakukan latihan tanpa risiko pemborosan bahan atau kecelakaan, serta mendukung eksperimen yang sulit dilakukan di laboratorium nyata (Ali, 2020). Selain itu, VR berperan sebagai pelengkap pembelajaran praktikum kimia dan bukan sebagai pengganti laboratorium basah sepenuhnya karena dapat membantu siswa untuk lebih siap sebelum melakukan praktikum secara langsung (Tsirulnikov *et al.*, 2023; Ernawati & Ikhsan, 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan VR semakin meluas dan mulai dimanfaatkan di berbagai bidang, salah satunya pendidikan (Kuleva, 2023). Secara bibliometrik, tren penelitian VR dalam pendidikan STEM menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan 364 publikasi yang terindeks pada periode 2008-2023 dengan laju pertumbuhan publikasi tahunan sebesar 22,75% (Koc & Yildirim, 2025). Pembelajaran berbasis VR terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa karena siswa dapat merasakan lingkungan belajar yang nyata dan mendalam dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran yang kurang interaktif (Radianti *et al.*, 2020). Lalu, temuan Liu *et al.* (2020) menunjukkan bahwa penggunaan *Immersive Virtual Reality* (IVR) dalam pembelajaran sains mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa. Meskipun banyak penelitian telah menunjukkan manfaat VR dalam pembelajaran STEM, penelitian yang secara sistematis membandingkan simulasi VR yang dapat diterapkan oleh guru kimia masih terbatas (Kayumov *et al.*, 2025). Selain itu, teknologi VR umumnya lebih banyak diterapkan pada perguruan tinggi (Poggianti *et al.*, 2025) dan masih jarang diimplementasikan di jenjang SMA, khususnya dalam pembelajaran kimia. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang dapat memberikan bukti

empiris mengenai efektivitas penerapan VR dalam pembelajaran kimia di tingkat SMA.

Kimia merupakan cabang ilmu sains yang mempelajari sifat, komposisi, struktur, serta reaksi suatu zat. Konsep-konsep ini digunakan untuk menjelaskan berbagai fenomena yang terjadi di kehidupan sehari-hari serta berhubungan dengan bidang ilmu sains lainnya (Liu *et al.*, 2022). Namun, karakteristik materi kimia yang bersifat abstrak, melibatkan representasi dua maupun tiga dimensi, serta memerlukan kemampuan visualisasi spasial menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami materi kimia (Qorbani *et al.*, 2024). Larutan penyangga merupakan salah satu materi dalam pembelajaran kimia yang memiliki peran penting dalam sistem biologis, perairan alami, serta struktur dan fungsi protein dan obat-obatan (Brown *et al.*, 2018). Konsep larutan penyangga yang kompleks memerlukan penguasaan konsep yang kuat tentang reaksi kimia, kesetimbangan kimia, asam-basa, dan stoikiometri sehingga siswa masih mengalami miskonsepsi mengenai mekanisme kerja larutan penyangga serta kesulitan memvisualisasikan sistem penyangga (Orgill & Sutherland, 2008).

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, siswa mengalami kesulitan memahami materi larutan penyangga karena konsepnya yang kompleks dan abstrak. Pembelajaran juga masih didominasi oleh metode yang kurang bervariasi dan pelaksanaan praktikum yang belum optimal akibat keterbatasan kesempatan penggunaan laboratorium sehingga siswa jarang memperoleh pengalaman belajar secara langsung. Hal tersebut diperkuat oleh hasil studi Salame *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa salah satu kesulitan yang dihadapi siswa dalam mempelajari materi larutan penyangga adalah menghubungkan representasi sub-mikroskopik, makroskopik, dan simbolik. Kesulitan tersebut dapat memengaruhi keterlibatan siswa dalam pembelajaran karena siswa menjadi kurang aktif dalam mengeksplorasi dan membangun pengetahuannya (Makransky & Petersen, 2021). Temuan tersebut juga didukung oleh Mahdian *et al.* (2024) berdasarkan wawancara dengan guru kimia di salah satu SMA negeri Banjarmasin mengungkapkan bahwa rendahnya keterlibatan siswa dalam pembelajaran larutan penyangga

dipengaruhi oleh pembelajaran yang kurang menarik dan masih didominasi oleh guru. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu menyajikan visualisasi konsep kimia secara lebih konkret dan interaktif untuk membantu siswa memahami hubungan antarketiga level representasi (Fatemah *et al.,* 2020). Dengan karakteristik tersebut, VR berpotensi menjadi alternatif pembelajaran untuk meningkatkan keterlibatan siswa pada pembelajaran materi larutan penyangga.

Berdasarkan uraian tersebut, pemanfaatan teknologi digital menjadi salah satu inovasi untuk meningkatkan kualitas proses belajar di era modern. VRL merupakan salah satu teknologi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran karena mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan mendalam. Penggunaan VRL dapat menjadi alternatif untuk mengatasi kendala dalam pembelajaran kimia, seperti rendahnya keterlibatan siswa serta kesulitan dalam memahami konsep-konsep yang abstrak. Melalui lingkungan belajar yang lebih visual dan interaktif, VRL diharapkan mampu mendukung pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kimia yang kompleks, terutama materi larutan penyangga. Dengan demikian. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan terhadap skor rata-rata keterlibatan siswa antara kelas eksperimen yang menggunakan VRL dengan kelas kontrol yang tidak menggunakan VRL pada topik larutan penyangga.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dijabarkan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Proses pembelajaran yang masih didominasi oleh guru menyebabkan siswa cenderung pasif dan kurang terlibat dalam aktivitas belajar.
2. Keterlibatan siswa dalam pembelajaran masih tergolong rendah sehingga berdampak pada pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa.
3. Siswa kesulitan memahami materi larutan penyangga karena melibatkan konsep yang kompleks dan berbagai representasi kimia.
4. Pemanfaatan teknologi, seperti VR, sebagai media pembelajaran kimia di jenjang SMA masih belum optimal.

C. Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini, meliputi:

1. Keterlibatan siswa pada pembelajaran kimia berperan sebagai variabel dependen dalam penelitian ini.
2. VRL dimanfaatkan sebagai variabel independen dan media pembelajaran dalam penelitian ini.
3. Materi yang digunakan dalam penelitian ini ialah larutan penyangga.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu, "Apakah terdapat perbedaan signifikan terhadap skor rata-rata keterlibatan siswa antara kelas eksperimen yang menggunakan VRL dengan kelas kontrol yang tidak menggunakan VRL pada topik larutan penyangga?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan signifikan terhadap skor rata-rata keterlibatan siswa antara kelas eksperimen yang menggunakan VRL dengan kelas kontrol yang tidak menggunakan VRL pada topik larutan penyangga.

F. Manfaat Penelitian

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

1) Bagi siswa

   Pemanfaatan *Virtual Reality Laboratory* dalam penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran kimia, khususnya pada materi larutan penyangga, melalui pengalaman belajar yang imersif, menarik, dan bermakna.

2) Bagi guru

   Hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi guru untuk mengembangkan strategi pembelajaran berbasis teknologi secara inovatif, terutama dalam menciptakan suasana belajar yang mampu meningkatkan keterlibatan siswa terhadap materi kimia.

3) Bagi sekolah

   Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi sekolah dalam mengembangkan serta memilih media pembelajaran terintegrasi teknologi guna mendorong peningkatan kualitas pembelajaran kimia di sekolah.

4) Bagi peneliti

   Penelitian ini dapat menjadi referensi awal bagi peneliti selanjutnya yang mengkaji pemanfaatan *Virtual Reality Laboratory* atau teknologi pembelajaran imersif lainnya dalam meningkatkan keterlibatan siswa pada pembelajaran kimia maupun mata pelajaran sains lainnya.