

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi digital telah mengubah banyak sektor kehidupan, termasuk dunia pendidikan. Namun, di balik pesatnya perkembangan teknologi tersebut, minat peserta didik terhadap bidang STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) justru menurun, terutama di tingkat pendidikan menengah (Ayuso *et al.*, 2022). Di Indonesia, meskipun peserta didik pada awalnya menunjukkan minat yang tinggi di bidang STEM, minat tersebut menurun seiring waktu, yang terlihat dari rendahnya jumlah lulusan STEM di Indonesia (Amalia *et al.*, 2025). Penurunan minat ini berdampak pada kesenjangan antara jumlah lulusan yang tersedia dengan tingginya kebutuhan sumber daya manusia di bidang STEM (Ayuso *et al.*, 2022). Sementara itu, penelitian menunjukkan bahwa metakognisi memiliki hubungan dengan sikap siswa terhadap STEM, di mana peserta didik dengan metakognisi yang lebih tinggi cenderung menunjukkan sikap yang lebih positif terhadap STEM (Liu *et al.*, 2022). Temuan ini mengindikasikan bahwa kesadaran metakognitif merupakan salah satu variabel yang berkontribusi terhadap sikap dan minat peserta didik dalam bidang STEM. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan minat STEM perlu mempertimbangkan kesadaran metakognitif peserta didik.

Penurunan minat peserta didik terhadap bidang STEM menjadi perhatian serius dalam dunia pendidikan. Untuk menjawab tantangan tersebut, inovasi teknologi digital seperti *Virtual Reality Laboratory* (VRL) menawarkan peluang besar dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan menarik. Teknologi VR memungkinkan peserta didik berinteraksi dengan objek dan fenomena abstrak dalam lingkungan simulasi realistis. Saprudin *et al.* (2025) dalam penelitiannya menemukan bahwa laboratorium *virtual* AR/VR secara signifikan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep sains yang abstrak, mendorong pemikiran kritis, serta mendukung pemecahan masalah secara kolaboratif melalui simulasi yang memberikan umpan balik langsung. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Degeng dan

Triretnoningrum (2025) yang menunjukkan bahwa teknologi seperti VR dan media belajar interaktif lainnya membuat peserta didik dalam menangkap materi yang diajarkan. Dengan teknologi ini, peserta didik menjadi lebih terlibat dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam karena dapat mencoba langsung apa yang dipelajari. Selain memudahkan pemahaman, VR juga menjadi solusi bagi sekolah-sekolah yang fasilitas laboratoriumnya masih terbatas. Saprudin *et al.* (2025) menegaskan bahwa meskipun alat dan bahan praktik di sekolah minim, VR tetap mampu memberikan pengalaman praktikum sains yang berkualitas bagi peserta didik. Potensi VR tidak hanya sebagai pelengkap, tetapi juga sebagai strategi untuk membangkitkan kembali minat siswa terhadap STEM.

Namun, upaya membangkitkan minat terhadap STEM saja tidak cukup. Salah satu target utama dalam pendidikan di tingkat menengah adalah membantu peserta didik mengenali dan mengendalikan cara berpikir peserta didik sendiri. Kemampuan ini terdiri dari dua bagian besar, yaitu pertama, pengetahuan tentang bagaimana kita belajar, seperti memahami kapan harus menggunakan strategi tertentu, dan kedua, kemampuan untuk mengendalikan proses belajar itu sendiri, seperti merencanakan, memantau pemahaman, dan mengevaluasi hasil belajar (Yazici & Dogan, 2024). Pencapaian target tersebut sangat bergantung pada tingkat kesadaran metakognitif peserta didik. Secara konseptual, metakognisi adalah kesadaran dan kemampuan mengatur proses berpikir sendiri. Penelitian terdahulu juga menemukan bahwa intervensi pertanyaan reflektif dapat meningkatkan kesadaran metakognitif (Yazici & Dogan, 2024), dan kesadaran metakognitif menentukan cara siswa menilai keberhasilan belajarnya, terutama dalam pembelajaran kolaboratif (Çini *et al.*, 2023). Dengan demikian, peningkatan minat terhadap STEM perlu diiringi dengan pengembangan kesadaran metakognitif peserta didik. Namun, penelitian tentang pemanfaatan teknologi imersif seperti VR untuk meningkatkan kesadaran metakognitif pada materi kimia yang kompleks masih terbatas, terutama di tingkat pendidikan menengah (Huang & Tseng, 2025), dan fokus penelitian VR di kimia masih terpusat pada laboratorium virtual dan visualisasi molekul, belum menyentuh aspek metakognitif (chiu, 2021). Kesenjangan ini yang mendasari penelitian ini.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa kesadaran metakognitif siswa SMA di Indonesia masih tergolong rendah. Mustopa *et al.* (2024) dalam penelitiannya terhadap 280 siswa dari delapan SMA di Indonesia menemukan bahwa secara kuantitatif, sebanyak 88% siswa tidak mengetahui strategi membaca yang tepat untuk diri peserta didik sendiri, dan 89% berperilaku pasif dalam pembelajaran, serta belum mampu mengidentifikasi solusi atas kesulitan belajar yang peserta didik hadapi. Penelitian ini juga mengonfirmasi bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kemampuan membaca siswa dengan metakognisi tinggi dan siswa dengan metakognisi rendah, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi kesadaran metakognitif seseorang, semakin tinggi pula potensi peningkatan kemampuan belajarnya. Rendahnya kesadaran metakognitif tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga menjadi tantangan di negara maju sekalipun. Morphew (2024) juga menemukan fenomena serupa di jenjang perguruan tinggi di Amerika Serikat, di mana mahasiswa berprestasi rendah cenderung terlalu percaya diri dan kurang mampu menilai pemahamannya sendiri.

Namun, di Indonesia, keterampilan mengajar guru justru tidak ditemukan berkontribusi signifikan terhadap kesadaran metakognitif siswa (Maryati *et al.*, 2020). Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan *teacher-centered* yang selama ini dominan belum mampu mendorong peserta didik untuk merefleksikan pemahamannya sendiri. Sebaliknya, Van Loon *et al.* (2021) menegaskan bahwa pendekatan yang berpusat pada peserta didik berkaitan positif dengan kemampuan memantau pemahaman diri, sedangkan pendekatan *teacher-directed* membuat siswa kurang tepat dalam menilai pemahamannya sendiri. Artinya, keleluasaan peserta didik dalam mengatur pembelajarannya menentukan perkembangan metakognitif peserta didik. Namun, temuan tersebut tidak berarti mengesampingkan peran guru. Penelitian yang sama menegaskan bahwa guru memainkan kunci dalam mendukung metakognisi dan pembelajaran anak (Van Loon *et al.*, 2021). Dalam konteks pembelajaran berbantuan teknologi seperti VR, guru tetap berperan sentral sebagai fasilitator yang mengarahkan dan memaknai pengalaman belajar siswa, sejalan dengan temuan bahwa guru berperan sebagai mentor, fasilitator, dan inovator dalam pembelajaran (Gavrilas

& Kostis, 2025). Dengan demikian tantangan utama bukan mengganti peran guru, melainkan menggeser perannya dari pengajar yang mendominasi menjadi fasilitator yang membimbing agar siswa dapat mengembangkan kesadaran metakognitifnya (Morrison, 2014; King, 1993).

Hal yang sama juga terlihat di SMA A Bekasi, tempat penelitian ini dilakukan. Dari hasil wawancara dengan guru kimia di sana, terungkap bahwa kegiatan belajar di kelas masih didominasi oleh metode ceramah dan pengerjaan soal. Dengan pembelajaran seperti ini, siswa lebih banyak menerima informasi materi secara pasif dan kurang terlatih untuk berpikir kritis. Guru juga menyebutkan bahwa praktikum di laboratorium nyata jarang sekali dilakukan, baik karena keterbatasan alat dan bahan maupun karena keterbatasan waktu yang tersedia. Kondisi itu tentu berimbas pada pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kimia yang kompleks, yang selama ini hanya diperoleh dari pembelajaran pasif di kelas tanpa pengalaman langsung. Selaras dengan itu, hasil ulangan harian pada materi prasyarat sebelumnya masih tergolong rendah. Dari permasalahan tersebut, SMA A Negeri Bekasi dipilih sebagai lokasi penelitian karena kondisi di sekolah ini mencerminkan permasalahan yang ingin dikaji, sekaligus menegaskan bahwa sekolah tersebut membutuhkan inovasi media pembelajaran yang tidak hanya memungkinkan praktikum virtual, tetapi juga mampu mendorong siswa agar lebih aktif dan reflektif dalam proses belajarnya.

Penelitian Jordan (2011) pada siswa SMA menunjukkan bahwa praktik guru yang tidak mendorong siswa untuk merefleksikan pengetahuannya secara mendalam dapat menanamkan pendekatan pasif terhadap pembelajaran. Akibatnya, peserta didik mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada soal-soal yang memerlukan penalaran tingkat tinggi atau konsep-konsep abstrak seperti materi asam-basa (Rahayu *et al.*, 2011). Oleh karena itu, diperlukan perubahan dari pendekatan yang *teacher-centered* menuju pembelajaran yang lebih berpusat pada peserta didik agar peserta didik memiliki ruang untuk aktif membangun pemahaman sekaligus melatih kesadaran metakognitif secara lebih bermakna. Rahayu *et al.* (2011) membuktikan bahwa program pembelajaran *student-centered* pada materi asam-basa di SMA Indonesia lebih

efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa dibandingkan pendekatan tradisional *teacher-centered*.

Pembelajaran kimia yang efektif sudah seharusnya melibatkan kegiatan praktikum di laboratorium. Akan tetapi, pelaksanaan praktikum di laboratorium nyata dihadapkan pada berbagai kendala, seperti biaya pengadaan alat dan bahan yang mahal, ketersediaan fasilitas yang terbatas, serta risiko keselamatan akibat penggunaan bahan kimia berbahaya (Hu-Au & Okita, 2021). Hambatan-hambatan inilah yang kemudian mendorong perlunya perubahan pendekatan pembelajaran yang lebih berpusat pada peserta didik, salah satunya dengan memanfaatkan perkembangan teknologi. Dari sekian banyak teknologi yang berkembang saat ini, *virtual reality* (VR) menjadi salah satu inovasi yang paling menjanjikan di dunia pendidikan (Chiu, 2021). VR mampu menciptakan lingkungan belajar yang imersif dan interaktif, sehingga cocok digunakan untuk mensimulasikan pengalaman praktikum secara digital (Chiu, 2021). Beberapa studi menunjukkan bahwa VR mampu meningkatkan motivasi belajar lebih dari 90% siswa merasa termotivasi (Pietikäinen *et al.*, 2021) serta memberikan hasil belajar yang sebanding dengan laboratorium nyata, bahkan dengan kecemasan siswa yang lebih rendah (Hu-Au & Okita, 2021).

Potensi penggunaan VR dalam pendidikan semakin meningkat. Studi bibliometrik oleh Nawaz *et al.* (2025) menunjukkan lonjakan publikasi tentang VR dari tahun ke tahun dengan pertumbuhan tahunan 42,55%. Meskipun memiliki beberapa keunggulan, VR tidak dimaksudkan untuk menggantikan laboratorium nyata. Penelitian Hu-Au dan Okita (2021) membuktikan hasil belajar di laboratorium VR sebanding dengan laboratorium nyata, sehingga VR lebih cocok sebagai pelengkap yang efektif, terutama ketika akses ke laboratorium fisik terbatas. Temuan ini sejalan dengan studi terdahulu tentang teknologi simulasi digital. Alzahrani dan Alharthi (2023) membuktikan bahwa penggunaan *virtual laboratory* dapat meningkatkan kesadaran metakognitif siswa secara signifikan, dengan hasil uji statistik yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol ($p < 0,05$).

Teknologi VR tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga dapat dirancang untuk secara aktif melatih kesadaran metakognitif peserta

didik. Chen (2026) menunjukkan bahwa VR yang dilengkapi dengan pemicu metakognitif mampu membimbing peserta didik merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses belajarnya secara efektif. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi pemicu metakognitif dalam lingkungan VR yang imersif dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan kesadaran metakognitif peserta didik, terutama pada materi abstrak seperti titrasi asam basa.

Sementara itu, *systematic literature review* oleh Huang dan Tseng (2025) yang menganalisis 56 studi empiris menemukan bahwa VR masih jarang diterapkan di tingkat SMA. Dari 32 studi yang menggunakan VR, hanya 3 studi (9%) di tingkat SMA dan 1 studi (3%) di tingkat SMP, sementara sebagian besar implementasi VR berlangsung di perguruan tinggi (26 studi 81%) sisanya 2 studi (7%) dilaksanakan di jenjang pascasarjana atau mencakup kombinasi antar jenjang pendidikan. Kesenjangan ini juga terlihat dalam pendidikan kimia. Chiu (2021) mengungkapkan bahwa penelitian VR di kimia masih terfokus pada laboratorium virtual dan visualisasi molekul, belum menyentuh keterampilan metakognitif. Dengan demikian, penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan VR laboratory pada materi asam basa guna meningkatkan kesadaran metakognitif peserta didik SMA.

Hu-Au (2024) menjelaskan bahwa kimia merupakan mata pelajaran yang sulit dipelajari oleh banyak peserta didik karena menggabungkan konsep abstrak, istilah-istilah khusus, dan perhitungan matematis. Hal ini sejalan dengan temuan Hu-Au dan Okita (2021) yang menegaskan bahwa sifat abstrak dalam kimia menjadi tantangan utama bagi peserta didik dalam memahami materi, termasuk titrasi asam basa. Tingkat kesulitan materi ini semakin tinggi karena banyaknya miskonsepsi yang dialami peserta didik. Penelitian Siska dan Ritonga (2021) membuktikan bahwa rata-rata peserta didik mengalami miskonsepsi pada materi asam basa mencapai 55%, sementara peserta didik yang benar-benar paham konsep hanya 11%. Miskonsepsi ini terjadi pada berbagai bagian materi, termasuk perhitungan pH larutan yang erat kaitannya dengan titrasi. Karakteristik ilmu kimia yang abstrak, kompleks, dan bergantung pada tiga level representasi (*makroskopik*, *submikroskopik*, dan *simbolik*) menjadikannya mata pelajaran yang sulit dipahami peserta didik (Salame *et al.*, 2022). Pemahaman

kimia tidak hanya membutuhkan hafalan, tetapi juga kemampuan evaluasi dan penalaran tingkat tinggi. Di antara berbagai topik dalam kimia, materi asam basa, khususnya titrasi, merupakan salah satu yang paling sulit karena peserta didik mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan proses pada tingkat *mikroskopik* dan memahami konsep-konsep abstrak seperti perubahan pH, titik ekuivalen, serta peran indikator (Salame *et al.*, 2022). Untuk mengatasi tantangan tersebut, VR digunakan dalam pembelajaran kimia khususnya pada materi asam basa.

Hamidon *et al.* (2025) menegaskan bahwa VR menyediakan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif, sehingga mampu menjembatani kesenjangan antara konsep teoritis yang abstrak dengan penerapan langsung di kehidupan sehari-hari. Sementara itu, Chiu (2021) juga menunjukkan bahwa laboratorium kimia virtual efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep abstrak. Kemampuan VR dalam memvisualisasikan konsep kimia yang abstrak ini membuka peluang untuk lebih sekedar pemahaman konseptual. Chen (2026) menunjukkan bahwa VR yang dilengkapi dengan pemicu metakognitif dapat membimbing peserta didik dalam merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses belajarnya. Dengan demikian, penggunaan VR dalam pembelajaran asam-basa berpotensi tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga mengembangkan kesadaran metakognitif peserta didik.

B. Identifikasi Masalah

1. Pembelajaran kimia masih berpusat pada guru (*teacher-centered*), sehingga peserta didik tidak terbiasa merefleksikan pemahamannya sendiri. Akibatnya, kesadaran metakognitif peserta didik rendah.
2. Pemanfaatan VR *laboratory* sebagai inovasi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik belum optimal diterapkan.
3. Karakteristik materi asam basa yang abstrak dan keterbatasan fasilitas praktikum menghambat pemahaman konseptual peserta didik.
4. Kondisi tersebut menimbulkan hambatan metakognisi, seperti kesulitan memvisualisasikan proses mikroskopik, merencanakan strategi, memantau pemahaman, dan mengevaluasi hasil belajar.

C. Pembatasan Masalah

1. Kesadaran metakognitif peserta didik menjadi variabel dependen yang akan diukur.
2. Materi Asam Basa, khususnya topik titrasi asam basa, menjadi konten yang digunakan dalam penelitian.

D. Perumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada skor rata-rata kesadaran metakognitif peserta didik antara kelas yang menggunakan *Virtual Reality Laboratory* dan kelas yang tidak menggunakan *Virtual Reality Laboratory* pada materi asam basa?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada skor rata-rata kesadaran metakognitif peserta didik antara kelas yang menggunakan *Virtual Reality Laboratory* dan kelas yang tidak menggunakan *Virtual Reality Laboratory* pada materi asam basa.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan pengetahuan di bidang pendidikan kimia, khususnya mengenai pemanfaatan teknologi *Virtual Reality (VR) Laboratory* untuk meningkatkan kesadaran metakognitif peserta didik pada materi asam basa yang bersifat abstrak. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi pengembangan lebih lanjut tentang integrasi teknologi imersif dalam strategi pembelajaran yang berorientasi pada peningkatan keterampilan metakognitif di pendidikan sains.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi sekolah

Memberikan kontribusi pemikiran untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran kimia di sekolah serta menjadi bahan pertimbangan

dalam pengembangan kebijakan pemanfaatan teknologi imersif seperti *Virtual Reality* (VR) sebagai bagian dari inovasi pembelajaran.

b. Bagi Guru

Memberikan alternatif media pembelajaran inovatif berupa *VR Laboratory* yang dapat diterapkan dalam pembelajaran materi asam basa untuk mengatasi keterbatasan sarana laboratorium sekaligus melatih kesadaran metakognitif peserta didik.

c. Bagi Peserta didik

Memberikan pengalaman belajar yang interaktif, aman, dan imersif dalam memahami konsep abstrak asam basa melalui simulasi virtual, sehingga dapat melatih kesadaran akan proses berpikir sendiri serta meningkatkan kemandirian dan hasil belajar.

d. Bagi Peneliti Selanjutnya

Dapat dijadikan sebagai referensi dan dasar untuk penelitian lanjutan pada materi kimia lainnya atau pengembangan integrasi teknologi imersif dalam pembelajaran sains.

