

**PENGARUH PENGGUNAAN *VIRTUAL REALITY*
LABORATORY TERHADAP *METACOGNITIVE*
AWARENESS PESERTA DIDIK PADA MATERI ASAM
BASA**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan**



**Fairez Melano Fourthly
1303622044**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2026

ABSTRAK

FAIREZ MELANO FOURTHLY. Pengaruh Penggunaan *Virtual Reality Laboratory* terhadap *Metacognitive Awareness* Peserta Didik pada Materi Asam-Basa. Skripsi, Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Juli 2026.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh *virtual reality laboratory* (VRL) terhadap kesadaran metakognitif peserta didik pada materi asam-basa. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain *quasi-experimental pretest-posttest non-equivalent control group*. Penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* yang melibatkan 80 siswa kelas XI dari dua kelas di sebuah SMA negeri di Bekasi pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Kelas eksperimen menerapkan VRL dengan model POEE (*Predict-Observe-Explain-Evaluate*). Instrumen yang digunakan adalah *Metacognitive Awareness Inventory* (MAI) dengan skala likert 5 poin. Data analisis menggunakan statistik deskriptif, *independent sample t-test*, dan *Paired t-test*. Hasil *independent t-test* menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelas pada saat *pretest* ($p = 0,657$), tetapi terdapat perbedaan signifikan pada *posttest* ($p = 0,001$), yang menunjukkan bahwa VRL memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan video pembelajaran. Sementara itu, hasil *paired t-test* menunjukkan peningkatan kesadaran metakognitif yang signifikan pada kelas eksperimen ($p = 0,000$), sedangkan kelas kontrol tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan ($p = 0,577$). Hasil ini memperjelas bahwa VRL efektif digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kesadaran metakognitif siswa SMA pada materi asam-basa, yang berkontribusi pada pengembangan strategi pembelajaran kimia berbantuan teknologi di SMA.

Kata kunci: *virtual reality laboratory*, kesadaran metakognitif, asam basa, model POEE, *quasi-experimental*

ABSTRACT

FAIREZ MELANO FOURTHLY. The Effect of Using a Virtual Reality Laboratory on Students' Metacognitive Awareness of Acid-Base Concepts. Thesis, Chemistry Education Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Jakarta State University. July 2026

This study aims to examine the effect of a virtual reality laboratory (VRL) on students' metacognitive awareness regarding acid-base concepts. This study employs a quantitative method with a quasi-experimental pretest-posttest design using a non-equivalent control group. This study employed a purposive sampling technique involving 80 eleventh-grade students from two classes at a public high school in Bekasi during the second semester of the 2025/2026 academic year. The experimental class used a VRL integrated with the POEE (Predict-Observe-Explain-Evaluate) model, while the control class used YouTube instructional videos based on the same POEE model. The instrument used was the Metacognitive Awareness Inventory (MAI) with a 5-point Likert scale. Data analysis employed descriptive statistics, the independent samples t-test, and the paired t-test. The results of the independent t-test showed no significant difference between the two classes on the pretest ($p = 0.657$), but a significant difference was found on the posttest ($p = 0.001$), indicating that VRL had a greater impact than instructional videos. Meanwhile, the results of the paired t-test showed a significant increase in metacognitive awareness in the experimental class ($p = 0.000$), whereas the control class did not show a significant increase ($p = 0.577$). These results make it clear that VRL is effective as a learning medium for enhancing high school students metacognitive awareness of acid-base concepts, which contributes to the development of technology-assisted chemistry learning strategies in high school..

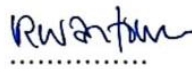
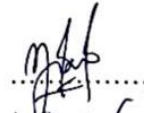
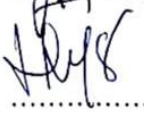
Keywords: virtual reality laboratory, metacognitive awareness, acids and bases, POEE model, quasi-experimental

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENGGUNAAN *VIRTUAL REALITY LABORATORY* TERHADAP *METACOGNITIVE AWARENESS* PESERTA DIDIK PADA MATERI ASAM BASA

Nama: Fairez Melano Fourthly

No. Registrasi: 1303622044

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: <u>Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si</u> NIP 197909162005011004		29/7-26
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: <u>Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc.</u> NIP 197905042009122002		29/7-26
Ketua Penguji	: <u>Arif Rahman, M.Sc.</u> NIP 197902162005011003		23/7-26
Sekretaris	: <u>Sarina Hanifah, S.Pd., M.Si.</u> NIP 198910282024062001		22/7-26
Anggota			
Pembimbing I	: <u>Dr. Irwanto, M.Pd.</u> NIP 199201282020121012		24/7-26
Pembimbing II	: <u>Tiwi Nur Astuti, M.Pd.</u> NIP 199306272024062002		23/7-26
Penguji Ahli	: <u>Irwan Saputra, Ph.D.</u> NIP 197410182006041001		22/7-26

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal 17 Juli 2026

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang berjudul ”Pengaruh Penggunaan *Virtual Reality Laboratory* terhadap *Metacognitive Awareness* Peserta Didik Pada Materi Asam Basa” ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan diajukan guna memenuhi persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, di bawah bimbingan dosen pembimbing.

Setiap kutipan, rujukan, dan sumber informasi yang saya gunakan dalam penulisan karya ini telah saya sertakan lengkap dalam Daftar Pustaka di bagian akhir, sesuai dengan norma dan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku serta ketentuan akademik di lingkungan Universitas Negeri Jakarta.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa sebagian besar isi skripsi ini bukan merupakan karya asli saya, saya bersedia menerima pencabutan gelar akademik yang telah saya peroleh, beserta sanksi-sanksi lain yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 28 Juli 2026



Fairez Melano Fourthly

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN
Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Fairez Melano Fourchly
NIM : 1303622049
Fakultas/Prodi : FMIPA/Pendidikan Kimia
Alamat email : fairez2mff@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pengaruh Penggunaan Virtual Reality Laboratory Terhadap Metacognitive Awareness Peserta Didik Pada Materi Asam Basa

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta 31 Juli 2026

Penulis


(Fairez Melano Fourchly)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta pertolongan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penggunaan *Virtual Reality Laboratory* terhadap *Metacognitive Awareness* Peserta Didik pada Materi Asam Basa”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Irwanto, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga dengan penuh kesabaran dan ketelitian selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Tiwi Nur Astuti, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta masukan konstruktif yang sangat membantu penulis dalam menyempurnakan skripsi ini.
3. Prof. Dr. Maria Paristiowati, M.Si. , selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Kimia, yang telah memberikan dukungan dan arahan selama masa studi dan penyusunan skripsi.
4. Kepala SMA Negeri Bekasi beserta seluruh guru dan staf, khususnya guru mata pelajaran kimia, yang telah memberikan izin dan fasilitas sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik
5. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moril maupun materil, serta motivasi yang tak pernah putus sepanjang masa studi hingga penyelesaian skripsi ini
6. Seluruh peserta didik kelas XI SMA Negeri A Bekasi serta teman-teman seperjuangan Program Studi Pendidikan Kimia Angkatan 2022, yang telah

memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan selama proses pengambilan data dan penyusunan skripsi

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang terbaik atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pendidikan kimia, serta menjadi bahan referensi bagi peneliti dan pendidik lainnya.

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa memberikan kemudahan dan keberkahan bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Jakarta, 13 Juli 2026

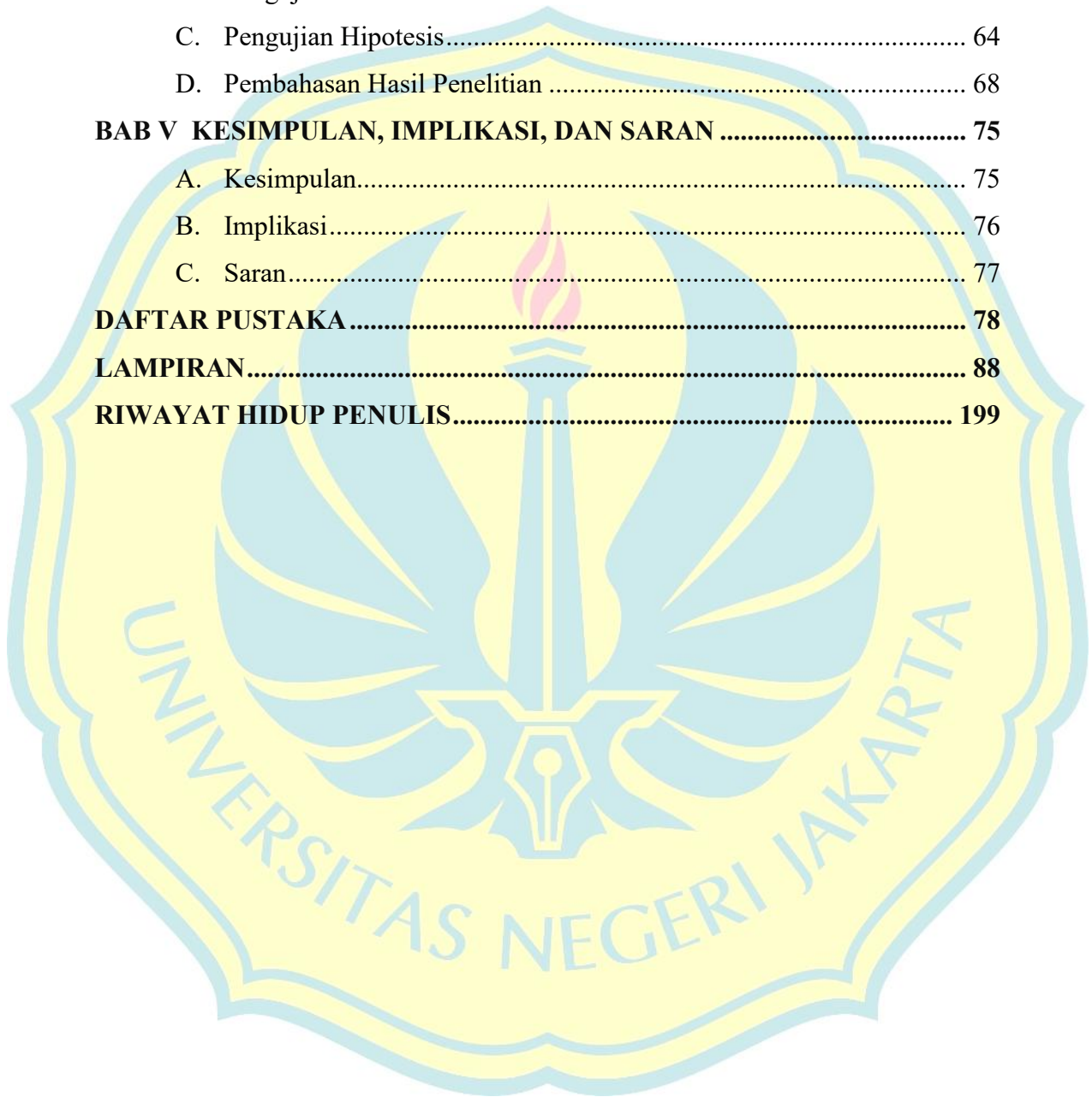


Fairez Melano Fourthly

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah	8
D. Perumusan Masalah.....	8
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
A. Deskripsi Konseptual	10
B. Hasil Penelitian yang Relevan.....	25
C. Kerangka berpikir.....	27
D. Hipotesis Penelitian.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
A. Tujuan Operasional Penelitian	30
B. Tempat dan Waktu Penelitian	30
C. Metode Penelitian.....	30
D. Tahap Perlakuan.....	32
E. Populasi dan Sampel	40
F. Teknik Pengumpulan Data	41
G. Instrumen Penelitian.....	42

H. Hipotesis Statistik.....	49
I. Teknik Analisis Data.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
A. Deskripsi Data.....	56
B. Pengujian Asumsi.....	62
C. Pengujian Hipotesis.....	64
D. Pembahasan Hasil Penelitian	68
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN	75
A. Kesimpulan.....	75
B. Implikasi.....	76
C. Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN.....	88
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	199



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pemetaan TP dan IKTP Materi Asam Basa	23
Tabel 2. Pemetaan IKTP dalam Dimensi Pengetahuan dan Kognitif	24
Tabel 3. Pemetaan IKTP Dimensi Psikomotorik	24
Tabel 4. <i>Pretest-posttest non-equivalent group design</i>	31
Tabel 5. Kisi-Kisi <i>Metacognitive Awareness Inventory</i> (MAI)	43
Tabel 6. Hasil Perhitungan I-CVI dan S-CVI	45
Tabel 7. Hasil Perhitungan Validitas Butir Pernyataan	47
Tabel 8. Kriteria Reliabilitas Instrumen	48
Tabel 9. Kategori Cohen's <i>d Effect Size</i>	55
Tabel 10. Data Deskriptif Kesadaran Metakognitif Peserta Didik	56
Tabel 11. Data Deskriptif Kesadaran Metakognitif Peserta didik Kelas Eksperimen	57
Tabel 12. Data Deskriptif Kesadaran Metakognitif Peserta didik Kelas Kontrol	60
Tabel 13. Hasil Uji Normalitas Data Kesadaran Metakognitif	63
Tabel 14. Hasil Uji Homogenitas Data Kesadaran Metakognitif	64
Tabel 15. Hasil <i>Independent T-Test</i>	65
Tabel 16. Hasil <i>Paired t-test</i> pada Kelas Eksperimen	67
Tabel 17. Hasil <i>Paired t-test</i> pada Kelas kontrol	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tata letak lingkungan laboratorium virtual	11
Gambar 2. Pemilihan alat percobaan virtual	12
Gambar 3. Panduan interaktif yang mendemonstrasikan prosedur eksperimen	12
Gambar 4. Simulasi Titrasi Asam-Basa dalam Lingkungan VR	13
Gambar 5. Tetrahedral pembelajaran kimia	22
Gambar 6. Kerangka Berpikir	28
Gambar 7. Pembuatan Ruangan Laboratorium Menggunakan Blender 4.5	32
Gambar 8. Pembuatan Animasi Molekul Menggunakan Blender 4.5	32
Gambar 9. Pemrograman VR Menggunakan Unity 2022.3.10f1	33



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan	88
Lampiran 2. Modul Ajar Kelas Eksperimen	90
Lampiran 3. Modul Ajar Kelas Kontrol.....	95
Lampiran 4. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	100
Lampiran 5. Tampilan Visual <i>Virtual Reality Laboratory</i>	148
Lampiran 6. Instrumen Metacognitive Awareness Inventory	149
Lampiran 7. Lembar Validasi Instrumen Metacognitive Awareness Inventory	154
Lampiran 8. . Lembar Validasi Media <i>Virtual Reality Laboratory</i>	158
Lampiran 9. Contoh Jawaban MAI.....	160
Lampiran 10. Contoh Jawaban Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	163
Lampiran 11. Tabulasi Data Uji Coba MAI	185
Lampiran 12. Tabulasi Data Kelas Eksperimen.....	186
Lampiran 13. Tabulasi Data Kelas Kontrol	188
Lampiran 14. Hasil Uji Validitas MAI Ahli	190
Lampiran 15. Hasil Uji Validitas Media <i>Virtual Reality Laboratory</i>	191
Lampiran 16. Hasil Uji Asumsi	192
Lampiran 17. Uji Hipotesis.....	193
Lampiran 18. Surat Izin Penelitian	195
Lampiran 19. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	196
Lampiran 20. Dokumentasi Penelitian.....	197

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.

