

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran kimia memiliki peran penting dalam membentuk kemampuan berpikir ilmiah siswa untuk memahami fenomena alam di kehidupan sehari-hari. Namun, karakteristik ilmu kimia yang abstrak sering kali membuatnya dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan membosankan. Tuntutan untuk memahami materi hingga ke tingkat submikroskopik, seperti pada materi larutan elektrolit dan non-elektrolit, memicu rentannya miskonsepsi. Penelitian oleh Okmarisa *et al.* (2021) menunjukkan bahwa miskonsepsi pada materi larutan elektrolit dan non-elektrolit sering diakibatkan oleh cara mengajar guru yang membuat siswa sulit memahami materi, terutama jika hanya dijelaskan melalui metode ceramah dan hafalan teori tanpa memfasilitasi pemahaman konsep secara mendalam.

Tantangan konseptual tersebut semakin diperberat oleh realitas keterbatasan fasilitas fisik di sekolah, khususnya ketiadaan sarana laboratorium yang memadai. Penelitian yang dilakukan oleh Usman *et al.* (2019) menyatakan bahwa banyak sekolah masih menghadapi kendala keterbatasan sarana laboratorium yang berimplikasi pada proses pembelajaran yang cenderung teoritis. Di sisi lain, penelitian Adriani (2016) menunjukkan bahwa SMA Negeri di pusat kota Tanjungpinang rata-rata telah memiliki laboratorium dan sarana prasarana yang layak. Oleh karena itu, penulis memilih MAN Bintan yang berada di luar wilayah kota tersebut sebagai lokasi penelitian karena merepresentasikan kondisi keterbatasan fasilitas. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia di MAN

Bintan, terungkap bahwa sekolah hanya memiliki satu laboratorium dengan peralatan dasar yang harus digunakan bergantian untuk tiga mata pelajaran berbeda, sehingga pelaksanaan kegiatan praktikum tidak dapat diselenggarakan secara optimal.

Kondisi keterbatasan fasilitas tersebut berdampak langsung pada persepsi dan pengalaman belajar siswa. Hal ini tercermin secara kuantitatif dalam hasil angket siswa yang diberikan kepada 22 siswa kelas XI.1 MAN Bintan pada Lampiran 1. Sebanyak 81,9% siswa merasa ingin pembelajaran kimia yang lebih menyenangkan dan tidak monoton. Lebih lanjut, sebanyak 40,9% siswa menyatakan sering merasa kesulitan memahami konsep kimia hanya melalui penjelasan guru tanpa percobaan. Data ini menjelaskan bahwa metode ceramah saja tidak cukup untuk membangun pemahaman konsep yang baik pada siswa.

Ketiadaan pengalaman praktik langsung ini berdampak negatif pada tingkat pemahaman dan antusiasme belajar siswa, khususnya terkait daya hantar listrik larutan. Penelitian oleh Ratnasari (2017) telah membuktikan bahwa metode eksperimen memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar karena melibatkan siswa secara aktif. Tanpa adanya eksperimen, guru mengonfirmasi bahwa bagian paling menantang bagi siswa adalah memahami alasan mengapa suatu larutan dapat atau tidak dapat menghantarkan listrik yang terdapat pada Lampiran 2. Hal ini sejalan dengan pernyataan siswa kelas XI.1 MAN Bintan, sebanyak 72,7% siswa menyatakan lebih mudah memahami konsep kimia jika disertai kegiatan praktikum atau visualisasi data tersebut terdapat pada Lampiran 1. Temuan ini memperkuat pentingnya hadirnya media dan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual di MAN Bintan.

Berbagai inovasi pembelajaran telah dikembangkan para peneliti sebelumnya untuk merespons tantangan keterbatasan fasilitas dan abstraksi konsep kimia. Salah satu upaya yang telah dilakukan adalah penggunaan media video animasi untuk memvisualisasikan proses kimia secara dinamis, sehingga konsep-konsep yang tidak dapat diamati secara langsung dapat disajikan kepada siswa melalui tayangan visual yang interaktif. Pradilasari *et al.* (2019) membuktikan bahwa media berbasis audio visual pada materi koloid mampu meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa SMA, dan hal ini diperkuat Majora dan Rahmadani (2022) yang menunjukkan efektivitas video animasi pada materi laju reaksi di tingkat SMA.

Selain media visual, pendekatan *project-based learning* (PjBL) juga telah diterapkan sebagai alternatif kegiatan sains yang memanfaatkan bahan-bahan di lingkungan sekitar siswa. Miterianifa *et al.* (2025) dalam kajiannya menyimpulkan bahwa model PjBL terbukti efektif meningkatkan kemampuan kimia siswa SMA, dan Masruroh *et al.* (2024) juga mengonfirmasi bahwa implementasi pembelajaran kimia berbasis proyek mampu meningkatkan kreativitas berpikir dan literasi sains peserta didik.

Di sisi lain, pengembangan laboratorium virtual berbasis web yang dapat diakses tanpa perangkat keras khusus turut menjadi alternatif solusi. Rana *et al.* (2023) membuktikan bahwa penggunaan laboratorium virtual secara signifikan meningkatkan hasil belajar peserta didik, sementara Lestari *et al.* (2023) dalam ulasan sistematis mereka menegaskan peran strategis laboratorium virtual dalam mengatasi keterbatasan sarana praktikum di era digital. Pendekatan *blended learning* yang mengombinasikan pembelajaran tatap muka dengan sumber belajar daring interaktif juga telah dicoba sebagai strategi mengatasi keterbatasan ruang

dan alat laboratorium. Bili *et al.* (2023) menemukan bahwa penerapan *blended learning* berpengaruh positif terhadap hasil belajar kimia siswa SMA, dan Andriani dan Novia Andriani (2024) mengembangkan e-modul interaktif berbasis *blended learning* yang terbukti meningkatkan kemandirian serta hasil belajar siswa. Meskipun berbagai pendekatan tersebut telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, implementasinya di sekolah-sekolah dengan keterbatasan infrastruktur seperti MAN Bintan masih menghadapi kendala tersendiri, seperti ketergantungan pada koneksi internet yang stabil, biaya pengembangan media yang tinggi, serta terbatasnya keterampilan teknis guru dalam mengoperasikan platform digital secara mandiri dan berkelanjutan.

Untuk mengatasi masalah ketiadaan visualisasi konsep submikroskopik tersebut, penggunaan simulasi virtual berbasis PhET (*Physics Education Technology*) hadir sebagai solusi inovatif yang lebih terukur dan mudah diterapkan di konteks sekolah seperti MAN Bintan. Simulasi interaktif ini memungkinkan siswa untuk mengamati pergerakan ion secara virtual tanpa memerlukan alat fisik, dan telah terbukti efektivitasnya. PhET memiliki sejumlah kelebihan yang menjadikannya unggul dibandingkan alternatif media digital lainnya. Pertama, PhET dapat diakses secara gratis (*open-source*) sehingga tidak membebani anggaran sekolah. Kedua, PhET tersedia dalam mode *offline* sehingga tidak bergantung pada koneksi internet, sebuah keunggulan krusial bagi sekolah di wilayah dengan keterbatasan akses jaringan. Ketiga, PhET mendukung visualisasi tingkat submikroskopik yang memungkinkan siswa mengamati secara langsung pergerakan ion dalam larutan, menjawab kebutuhan pemahaman konseptual yang tidak dapat dipenuhi melalui metode ceramah semata. Keempat, PhET mudah

dioperasikan secara mandiri oleh siswa bahkan tanpa pendampingan teknis yang intensif. Kelima, PhET dapat digunakan baik secara daring maupun luring, menjadikannya fleksibel untuk berbagai kondisi pembelajaran (Lestari *et al.* 2023). Kebutuhan akan teknologi dalam pembelajaran ini juga terkonfirmasi dari data kuesioner, di mana sebanyak 68,2% siswa menyatakan senang jika proses belajar mengajar menggunakan bantuan teknologi, dan sebanyak 77,3% siswa menyatakan teknologi dapat membantu memahami pelajaran yang sulit pada Lampiran 1. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian oleh Nur *et al.* (2023) melaporkan bahwa pembelajaran berbasis simulasi interaktif mampu meningkatkan hasil belajar siswa, dan diperkuat oleh penelitian Wijayanti dan Isnawati (2023) yang menegaskan bahwa penggunaan media interaktif berbasis teknologi informasi sangat efektif digunakan di tingkat SMA.

Melengkapi visualisasi virtual dari PhET, eksperimen rumah tangga menawarkan solusi praktis untuk menjawab kebutuhan siswa akan pembuktian materi secara langsung (makroskopik). Pendekatan ini memanfaatkan bahan-bahan yang murah, aman, dan mudah ditemukan di sekitar siswa, seperti garam, gula, dan cuka. Kebutuhan akan pendekatan ini diperkuat oleh data angket siswa yakni 27,2% siswa merasa belum pernah melakukan eksperimen kimia menggunakan bahan-bahan sederhana. Selain itu, sebanyak 81,8% menyakini bahwa pengalaman belajar yang melibatkan praktik dapat meningkatkan pemahaman mereka. Dan sebanyak 86,3% siswa sangat setuju bahwa pembelajaran akan lebih bermakna jika mereka bisa melihat langsung hasil percobaan, meskipun dilakukan dengan bahan-bahan sederhana yang terdapat pada Lampiran 1. pernyataan tersebut sudah dibuktiksn oleh Nechypurenko dan Kushnirova (2024) dalam meningkatkan motivasi dan

keterampilan ilmiah siswa dapat dilakukan meskipun tanpa fasilitas laboratorium. Hasil wawancara dengan guru dan siswa didapati informasi bahwa mereka belum pernah mempraktikkan eksperimen berbasis bahan rumah tangga tersebut.

Agar implementasi gabungan antara simulasi PhET dan eksperimen rumah tangga ini dapat berjalan secara terencana dan konsisten, penelitian ini memanfaatkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang telah tervalidasi oleh validator yang memiliki bidang keahlian Pengembangan bahan ajar kimia dan multimedia dengan menilai dua aspek yakni, validasi materi pada Lampiran 10 dan validasi media pada Lampiran 11 serta Modul Ajar sebagai instrumen pendukung. LKPD yang dirancang penulis untuk menuntun peserta didik mengkonstruksi konsep secara bertahap, mulai dari pengamatan di ruang virtual hingga langkah-langkah pelaksanaan eksperimen nyata. Sementara itu, Modul ajar kelas XI/Fase F materi larutan elektrolit dan non-elektrolit berfungsi sebagai instrumen penjaga kualitas (*fidelity*) bagi penulis, memastikan bahwa alur kegiatan pembelajaran tetap terarah, koheren, dan meminimalkan variasi atau bias perlakuan di dalam kelas.

Penerapan PhET dan eksperimen rumah tangga sebagai keterbaruan dalam penelitian ini. Sementara, penelitian terdahulu yang umumnya hanya meneliti efektivitas simulasi virtual PhET tanpa dikombinasikan dengan pendekatan eksperimen rumah tangga yang bersifat aplikatif. Oleh karena itu, penelitian dengan judul "Implementasi Phet *Simulation* dan Eksperimen Rumah Tangga Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Larutan Elektrolit & Non-Elektrolit" sangat penting untuk dilakukan guna membuktikan peningkatan hasil belajar siswa pada materi larutan elektrolit dan non-elektrolit di sekolah yang memiliki keterbatasan sarana laboratorium.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, diperoleh rumusan masalah yaitu:

1. Apakah terdapat perbedaan antara skor *Pretest* dan *Posttest* hasil belajar kognitif siswa pada materi larutan elektrolit dan non-elektrolit setelah pembelajaran menggunakan simulasi virtual (PhET) dan eksperimen rumah tangga?
2. Seberapa besar peningkatan hasil belajar siswa setelah perlakuan menggunakan PhET dan eksperimen rumah tangga?
3. Bagaimana ukuran efek (*effect size*) pembelajaran menggunakan PhET dan eksperimen rumah tangga terhadap hasil belajar?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, diperoleh tujuan penelitian yaitu:

1. Menguji apakah terdapat perbedaan antara skor *Pretest* dan *Posttest* hasil belajar siswa setelah penerapan pembelajaran menggunakan PhET dan eksperimen rumah tangga.
2. Mengukur seberapa besar peningkatan hasil belajar siswa setelah penerapan pembelajaran menggunakan PhET dan eksperimen rumah tangga.
3. Menentukan ukuran efek (*effect size*) pembelajaran menggunakan PhET dan eksperimen rumah tangga terhadap hasil belajar.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat pendidikan yang relevan dengan tujuan yang hendak dicapai. Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini menunjukkan bahwa menggabungkan PhET *simulation* dengan eksperimen sederhana dengan menggunakan bahan rumah tangga dapat menjadi cara belajar kimia yang lebih menarik untuk materi yang abstrak seperti larutan elektrolit dan non-elektrolit. PhET *simulation* membantu membayangkan apa yang terjadi di level partikel, sementara praktik langsung membuat siswa merasakan konsepnya misalnya saat melihat lampu nyala atau mati pada uji konduktivitas. Kolaborasi dua pendekatan ini berpotensi menurunkan kebingungan, memperkuat pemahaman, dan memudahkan siswa menghubungkan level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Temuan dari studi ini diharapkan ikut menguatkan teori belajar berlandaskan konstruktivisme dan penggunaan teknologi pembelajaran yang kontekstual, sekaligus jadi dasar pengembangan model pembelajaran kimia yang realistik untuk sekolah dengan fasilitas terbatas.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian secara praktis ini bisa bermanfaat:

a. Bagi Sekolah

Sebagai alternatif pada kondisi sarana laboratorium terbatas, pembelajaran kimia dapat dioptimalkan melalui integrasi simulasi virtual (PhET) dan eksperimen sederhana berbahan rumah tangga. Pendekatan ini memungkinkan visualisasi

proses mikroskopik sembari tetap memberi pengalaman eksperimen yang aman, murah, dan relevan konteks.

b. Bagi Guru

Pendekatan PhET dan eksperimen rumah tangga mudah diterapkan, bahkan saat fasilitas laboratorium terbatas. Guru punya skenario ajar yang fleksibel dan materi tetap hidup karena konsep yang abstrak divisualkan di PhET lalu dibuktikan lewat praktik sederhana.

c. Bagi Siswa

Visual interaktif membantu siswa melihat proses yang tidak kasat mata seperti ionisasi dan pergerakan ion sementara uji konduktivitas dengan bahan rumah tangga membuat konsep terasa nyata. Keterlibatan langsung mendorong rasa ingin tahu, diskusi, dan refleksi, sehingga pemahaman lebih cepat terbentuk dan lebih lama bertahan. Alur ini sekaligus menjembatani representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik yang sering jadi sumber miskonsepsi.

d. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan rujukan dalam pengembangan penelitian lanjutan, khususnya dalam bidang media pembelajaran berbasis digital atau pendekatan pembelajaran berbasis eksperimen. Penelitian ini juga membuka peluang untuk dikaji lebih lanjut dalam konteks materi lain atau jenjang pendidikan yang berbeda.