

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Penelitian

Visualisasi dan konseptualisasi titrasi alkalimetri berperan penting dalam pembelajaran kimia karena mencakup berbagai konsep penting meliputi konsep asam basa, hidrolisis garam, larutan buffer, kesetimbangan kimia, reaksi kimia, dan stoikiometri (Salame dkk., 2022). Cakupan konsep yang luas ini menunjukkan bahwa titrasi alkalimetri perlu dipelajari secara representasi yakni pada tingkat makroskopis, submikroskopis, dan simbolis. Pada tingkat makroskopis salah satunya dengan mengidentifikasi perubahan pH larutan asam-basa menggunakan indikator yang tepat untuk menghasilkan perubahan warna larutan saat mencapai atau mendekati titik ekuivalen. Pada tingkat submikroskopis yakni memahami mekanisme serah terima proton ( $H^+$ ) dan transfer pasangan elektron dalam reaksi asam basa yang terjadi selama proses titrasi. Sedangkan pada tingkat simbolik yakni melakukan perhitungan algoritma untuk menentukan konsentrasi  $H^+$  dan  $OH^-$  serta menentukan pH dan menggambar kurva titrasi (Wahyuni & Purwanto, 2020).

Pada tingkat submikroskopis siswa sering menghadapi kesulitan hingga mengalami miskonsepsi dalam memahami konsep titrasi alkalimetri. Salah satu bentuk miskonsepsi tersebut adalah anggapan bahwa jumlah mol HCl selalu sama dengan mol NaOH pada titik akhir titrasi tanpa memperhatikan persamaan kimia yang terjadi (Widarti dkk., 2021). Karena Konsep-konsep kimia saling berkaitan, miskonsepsi pada tingkat dasar berpotensi menyebabkan miskonsepsi pada konsep berikutnya. Penyebab miskonsepsi ini dapat berasal dari keterbatasan pemahaman guru terhadap materi, sehingga penjelasan yang diberikan justru menimbulkan berbagai persepsi keliru pada siswa. Winarni (2023) mempertegas penyebab permasalahan tersebut dengan menunjukkan bahwa mayoritas guru dan calon guru mengalami miskonsepsi pada saat mengajarkan kimia di kelas (Winarni, 2023).

Dalam penelitian ini, studi pendahuluan dilakukan dengan instrumen multi-tier yang dilakukan pada 97 calon guru yaitu mahasiswa Pendidikan Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung yang sudah mempelajari titrasi. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa rata-rata mahasiswa mengalami miskonsepsi tertinggi pada representasi simbolik sebesar 92,78% dengan indikator menghitung jumlah mol dari beberapa spesi hasil reaksi titrasi asam kuat basa kuat. Miskonsepsi tersebut disebabkan karena kurangnya pemahaman terhadap mekanisme reaksi pada tingkat submikroskopis. Rendahnya pemahaman tersebut terlihat dari tingginya miskonsepsi pada representasi submikroskopik sebesar 77,32% dengan indikator menganalisis spesi apa saja yang terdapat dalam larutan saat penambahan titran pada volume tertentu.

Miskonsepsi submikroskopis juga mempengaruhi pemahaman mahasiswa pada tingkat makroskopis yakni pada indikator menginterpretasikan kurva titrasi hasil percobaan titrasi asam lemah basa kuat rata-rata miskonsepsi sebesar 56,70%. Mahasiswa kesulitan memahami konsep larutan penyangga yang terjadi pada titrasi asam lemah basa kuat, sehingga mereka tidak mampu menginterpretasikan kurva titrasi dengan benar.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan media pembelajaran yang dapat memvisualisasikan konsep titrasi alkalimetri untuk meningkatkan kemampuan representasi mahasiswa. Upaya tersebut merupakan salah satu langkah untuk mengurangi miskonsepsi mahasiswa agar tidak menurunkannya kepada siswa pada saat mahasiswa tersebut telah menjadi guru.

Beragam penelitian telah dilakukan dalam upaya mengatasi permasalahan miskonsepsi pada materi titrasi ini. Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Tan dkk., (2020) membahas tentang titrasi otomatis berbasis visual sederhana menggunakan bahasa pemrograman python. Temuan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memberikan tanggapan positif terhadap hasil pembelajaran dari demonstrasi ini, meskipun dengan jumlah sampel yang kecil. Kedua, penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati dkk., (2022) membahas tentang pemahaman konseptual siswa dalam pembelajaran Kimia menggunakan simulasi PHET. Hasilnya menunjukkan bahwa simulasi ini kurang efektif tanpa pendampingan guru, terutama pada konsep asam Le Chateliers, siswa terlihat mengalami kesulitan dalam memahami materi dan lemah dalam bernalar. Ketiga, Jäntschi, (2022) mengembangkan model matematika untuk memvisualisasikan konsep asam-basa.

Model ini terbukti dapat digunakan untuk reaksi penetralan asam-basa selama konstanta keasaman atau kebasaan, dan disosiasi diketahui. Keempat, Nogueira dkk., (2017) mengembangkan metode monitoring titrasi alkalimetri pada mikrozon kertas cetak lilin dengan menggunakan smartphone. Hasilnya menunjukkan bahwa informasi intensitas warna dapat diperoleh secara realtime sehingga proses analisis lebih efisien. Kelima, Amanina & Muchlis, (2023) mengembangkan lembar kerja siswa elektronik (LKSe) yang berorientasi pada penilaian pembelajaran (assessment for learning). LKSe ini terbukti efektif meningkatkan hasil belajar siswa pada materi titrasi alkalimetri. Keenam, Jouni & Piia, (2021) mengembangkan strip kartun sebagai media pembelajaran Titrasi. Media ini mendapatkan respon positif dari guru karena dapat meningkatkan motivasi siswa, membantu memahami konsep submikroskopik, dan mengurangi miskonsepsi. Ketujuh, Nuraida dkk., (2021) menganalisis penggunaan PHET untuk mempelajari konsep mikroskopik asam-basa. Hasilnya menunjukkan bahwa simulasi PHET membantu siswa membedakan kekuatan asam-basa pada tingkat submikroskopik, menghitung derajat ionisasi, menganalisis hubungan  $K_a$  dengan konsentrasi, dan memahami pH larutan. Kedelapan, Ku dkk., (2023) mengembangkan Artificial Intelligence of Things (AIoT) sebagai evaluator minyak wijen menggunakan mekanisme Deep Learning. AIoT terbukti dapat meningkatkan keamanan pangan dan menjaga integritas produk. Terakhir, Yosep, (2021) penelitian tentang implemetasi Fuzzy Logic pada Internet of Things (IoT) berbasis rumah kaca. Hasilnya menunjukkan bahwa Fuzzy Logic dapat secara efektif dan realtime digunakan untuk mengontrol suhu rumah kaca dan kelembaban tanah untuk pengembangan tanaman yang lebih efisien.

Dari penjelasan penelitian terdahulu tersebut di atas, peneliti memandang bahwa penggunaan media berdampak pada hasil pembelajaran titrasi alkalimetri. Salah satu teknologi saat ini yang dapat digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran titrasi alkalimetri adalah AIoT. AIoT merupakan integrasi Artificial Intelligence (AI) dan IoT (Seng dkk., 2022). Penggunaan AIoT sebagai media pembelajaran dapat mewujudkan pendekatan baru dalam meningkatkan pembelajaran IPA. Penerapan AIoT dalam pembelajaran juga dapat mendorong

kinerja siswa menjadi lebih baik serta menciptakan pengalaman belajar yang interaktif, menarik, efisien, dan efektif (Alahi dkk., 2023). Selain itu, AIoT dapat memberikan umpan balik secara langsung kepada siswa selama proses pembelajaran titrasi berlangsung. Potensi AIoT tersebut diperkuat oleh Seo dkk., (2021) yang menyatakan bahwa AI membantu guru dalam menjawab pertanyaan yang sederhana dan berulang, sehingga guru memiliki banyak waktu untuk fokus pada aktivitas pembelajaran yang lebih bermakna bersama siswa. Sementara itu, menurut Fu, (2022) mengungkapkan bahwa IoT memiliki peran penting dalam pembelajaran jarak jauh karena mampu mempertahankan esensi situasi pembelajaran nyata dalam praktiknya. IoT memungkinkan siswa untuk memilih waktu dan tempat belajar secara fleksibel, yang pada akhirnya meningkatkan keterlibatan siswa dan efisiensi belajar mereka.

Secara praktis media pembelajaran AIoT saja tidak cukup untuk meningkatkan kemampuan representasi mahasiswa sehingga diperlukan rencana pembelajaran dan lembar kerja peserta didik agar dapat menjadi seperangkat pembelajaran yang utuh. Kapici & Akcay, (2023) menyatakan bahwa guru yang tidak dibantu oleh rencana pelajaran dalam mengajar sains menggunakan teknologi tidak dapat menjelaskan topik dengan baik, oleh karena itu guru hanya mengulangi penjelasan selama kegiatan pembelajaran. Perangkat pembelajaran terdiri dari rencana pembelajaran, lembar kerja siswa, bahan ajar, dan instrumen untuk mengukur hasil belajar siswa (Purnamawati dkk., 2020). Fasilitas perangkat pembelajaran dapat meningkatkan kepercayaan diri seorang guru dalam menggunakan teknologi dalam urutan kegiatan belajar karena perangkat pembelajaran menggerakkan jalur kegiatan belajar mengajar (Walan, 2020). Ada empat elemen untuk membangun desain pembelajaran terintegrasi teknologi (Hrastinski, 2020). Elemen pertama adalah bahwa perangkat pembelajaran harus dibangun di atas sumber daya yang tersedia, relevan, dan terkini. Kedua, desain pembelajaran harus dikomentari dan ditinjau secara berkala. Ketiga, tergantung pada refleksi, perangkat pembelajaran harus terus dimodifikasi dan diperkuat. Keempat, perangkat pembelajaran dan materi pembelajaran harus dibagikan secara publik.

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini akan dikembangkan media pembelajaran pada topik titrasi alkalimetri berupa system Visualisasi Realtime Titration (AIoT) berbasis AIoT menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems (ANFIS). Mekanisme ANFIS dipilih karena mekanisme ini mampu memberikan solusi yang efektif untuk membangun model prediksi yang tepat dari data yang kurang tepat dengan kemampuan interpretasi tinggi sehingga visualisasi data dari sensor dapat dikonversi dengan baik (Gu dkk., 2023). Dari keseluruhan pemaparan di atas, peneliti bermaksud melakukan penelitian dengan judul **“Pengembangan Artificial Intelligence Of Things Dengan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems (ANFIS) Pada Titrasi Alkalimetri Untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Kimia Mahasiswa”**

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dari penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut.

1. Bagaimana kelayakan sistem AIoT yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan representasi kimia mahasiswa calon guru?
2. Bagaimana desain pembelajaran AIoT dalam meningkatkan kemampuan representasi kimia mahasiswa calon guru pada topik titrasi alkalimetri?
3. Bagaimana pengaruh penerapan AIoT terhadap kemampuan representasi kimia mahasiswa calon guru?
4. Bagaimana tanggapan dan persepsi mahasiswa calon guru terhadap penggunaan AIoT dalam pembelajaran titrasi alkalimetri?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data:

1. Kelayakan sistem AIoT yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan representasi kimia mahasiswa calon guru.

2. Desain pembelajaran AIoT dalam meningkatkan kemampuan representasi kimia mahasiswa calon guru pada topik titrasi alkalimetri.
3. Pengaruh penerapan AIoT terhadap kemampuan representasi kimia mahasiswa calon guru.
4. Tanggapan dan persepsi mahasiswa calon guru terhadap penggunaan AIoT dalam pembelajaran titrasi alkalimetri.

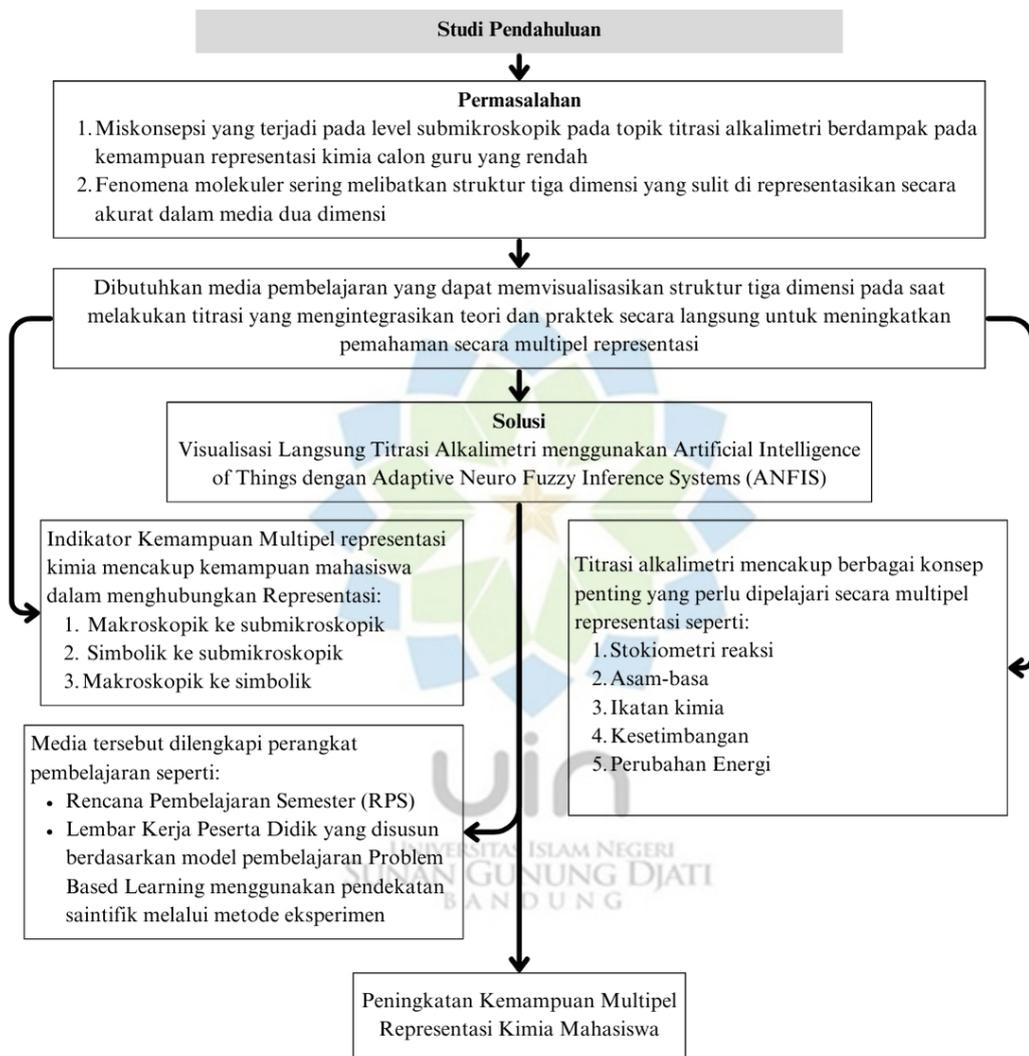
#### **D. Manfaat Hasil Penelitian**

Penelitian ini memiliki manfaat teoritis sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan kemampuan representasi kimia dan teknologi AIoT serta dapat menjadi bahan kajian lebih lanjut.

Secara praktis, penelitian ini akan menghasilkan perangkat pembelajaran yang inovatif dan efektif yang melibatkan teknologi AIoT dalam pengajaran titrasi alkalimetri. Dengan fokus pada visualisasi konsep-konsep titrasi alkalimetri secara multi representasi, penelitian ini akan membantu calon guru memahami dan mengingat materi dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kualitas pembelajaran kimia. Ini akan membantu mengatasi kesulitan yang sering dihadapi oleh calon guru dalam memahami hubungan setiap level representasi, dengan menyajikannya dalam format yang lebih mudah dimengerti dan diingat. Selain itu, penelitian ini memberikan evaluasi mengenai metode pembelajaran yang efektif dalam konteks penggunaan teknologi AIoT dalam pembelajaran kimia.

## E. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah diuraikan, maka peneliti menggambarkan melalui skema alur kerangka berpikir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1 Alur Kerangka Berfikir Penelitian**

Kerangka pemikiran penelitian ini berawal dari studi pendahuluan yang dilakukan pada mahasiswa Pendidikan Kimia Semester 5 di UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Studi ini mengungkapkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi terutama pada level submikroskopik dalam titrasi alkalimetri. Miskonsepsi ini berdampak pada rendahnya kemampuan representasi kimia yang mencakup penghubungan representasi makroskopik, submikroskopik, dan

simbolik. Selain itu, fenomena molekuler sering melibatkan struktur tiga dimensi yang sulit divisualisasikan dengan media dua dimensi, sehingga pemahaman mahasiswa tentang konsep kimia menjadi terbatas. Kondisi ini menunjukkan perlunya media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan proses titrasi secara langsung serta mengintegrasikan teori dan praktik untuk meningkatkan kemampuan representasi mahasiswa secara komprehensif.

Pengembangan media pembelajaran ini didasarkan pada teori konstruktivisme, yang menekankan bahwa pembelajaran adalah proses aktif di mana mahasiswa membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman (Sharma & Shukla, 2023). Selain itu, teori kognitivisme mendukung pentingnya pengolahan informasi dan representasi mental dalam memahami konsep-konsep penting dalam titrasi seperti stokiometri reaksi, sifat asam-basa, ikatan kimia, kesetimbangan, dan perubahan energi (Afnanda, 2023). Dalam penelitian ini, konsep representasi mengacu pada teori yang dikembangkan oleh Treagust, yang menekankan pentingnya mahasiswa memahami keterkaitan antara representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik dalam kimia. Indikator kemampuan representasi berdasarkan pandangan Treagust meliputi kemampuan menghubungkan makroskopik ke submikroskopik, simbolik ke submikroskopik, dan makroskopik ke simbolik (Gilbert & Treagust, 2009).

Solusi yang ditawarkan adalah pengembangan Visualisasi Langsung Titrasi Alkalimetri berbasis Artificial Intelligence of Things (AIoT) dengan menggunakan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems (ANFIS). ANFIS adalah metode yang menggabungkan kekuatan jaringan saraf tiruan dan logika fuzzy untuk memproses data kompleks secara adaptif. Pada penelitian ini, ANFIS digunakan untuk memprediksi mekanisme reaksi berdasarkan data percobaan yang diperoleh secara realtime. Data ini kemudian divisualisasikan menjadi objek tiga dimensi yang memungkinkan mahasiswa untuk memahami proses reaksi kimia secara komprehensif. Melalui pendekatan ini, mahasiswa dapat mengamati hubungan antara fenomena makroskopik dan submikroskopik secara langsung, sehingga mendukung peningkatan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep kimia yang diajarkan.

Implementasi sistem ini mencakup pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras untuk visualisasi langsung proses titrasi. Mahasiswa akan menggunakan perangkat ini untuk mengamati fenomena kimia secara makroskopik sambil memahami struktur molekul tiga dimensi pada level submikroskopik. Media ini juga dilengkapi dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis model Problem Based Learning (PBL). Dalam pendekatan saintifik melalui metode eksperimen, mahasiswa diarahkan untuk melakukan observasi, eksperimen, dan analisis data secara langsung. Visualisasi langsung ini diharapkan mampu mengatasi miskonsepsi mahasiswa pada topik titrasi alkalimetri sekaligus meningkatkan kemampuan representasi kimia mahasiswa.

#### **F. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis adalah pernyataan spesifik yang bersifat prediksi dari hubungan atau pengaruh antara dua atau lebih variabel. Adapun hipotesis yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan kemampuan representasi kimia mahasiswa sebelum dan setelah menggunakan artificial intelligence of Things dengan ANFIS pada materi titrasi alkalimetri

$H_1$  : Terdapat perbedaan kemampuan representasi kimia mahasiswa sebelum dan setelah menggunakan artificial intelligence of Things dengan ANFIS pada materi titrasi alkalimetri