

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transisi dari sekolah menengah ke perguruan tinggi menjadi tantangan bagi seluruh mahasiswa tahun pertama (Schwedler & Kaldewey, 2020). Dalam pembelajaran kimia mahasiswa seringkali mengalami kesulitan mengembangkan penguasaan konsep karena kompleksitas materi, tuntutan berpikir tingkat tinggi serta keterbatasan keterampilan dalam menghubungkan teori dengan fenomena (Bunce & Sanger, 2009). Tantangan ini menjadi kesulitan bagi mahasiswa calon guru kimia karena harus memahami materi sekaligus membangun penguasaan konsep yang kuat agar mampu mengajarkan secara efektif kepada peserta didik dimasa depan.

Penguasaan konsep menurut Bloom (1956) termasuk domain kognitif yang mencakup tujuan-tujuan yakni mengingat atau mengenali pengetahuan dan pengembangan kemampuan intelektual serta keterampilan. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru kimia masih sering mengalami miskonsepsi dan kesulitan menghubungkan konsep yang telah dipelajari dengan situasi baru (Graulich *et al.*, 2019; Zainuddin *et al.*, 2020). Hal ini tidak hanya berdampak pada hasil belajar, tetapi juga berpotensi memengaruhi kualitas pembelajaran yang mereka berikan kepada peserta didik di kemudian hari.

Penguasaan konsep yang baik tidak hanya dibangun melalui penyampaian informasi, tetapi juga melalui keterlibatan aktif mahasiswa dalam proses ilmiah. Proses ini memerlukan keterampilan untuk mengamati, menginterpretasi data, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan, yang semuanya merupakan bagian dari keterampilan proses sains (KPS) (AAAS, 1967). Hubungan antara penguasaan konsep dan KPS telah dibuktikan secara empiris, di mana keduanya saling memperkuat dalam membangun pemahaman ilmiah yang utuh (Padilla *et al.*, 1983). Oleh karena itu, upaya peningkatan penguasaan konsep perlu

dibarengi dengan penguatan keterampilan proses sains agar hasil belajar lebih optimal.

Keterampilan proses sains membantu mahasiswa memahami konsep ilmiah, berpikir kritis, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan rasional (Harlen, 1999). Keterampilan ini juga memfasilitasi aktivitas pembelajaran, penerapan metode penelitian, dan mengaktifkan keterlibatan mahasiswa, sehingga pembelajaran menjadi bermakna dan dapat diingat dalam waktu jangka panjang (Avargil, 2019; Hong *et al.*, 2021; Yaman *et al.*, 2019). Maka dari itu, keterampilan proses sains merupakan kunci utama dalam pembelajaran sains yang efektif. Penelitian Bunce & Sanger (2009) mengemukakan bahwa proses keterampilan seperti mengamati, mengukur dan berkomunikasi seringkali tidak dikuasai dengan baik oleh mahasiswa. Kondisi tersebut juga dialami peserta didik jenjang SLTA yakni pada penelitian Yuliani & Dwiningsih (2014) mengemukakan bahwa banyak peserta didik belum menguasai keterampilan dasar seperti mengamati, mengklasifikasi dan merumuskan hipotesis.

Harlen (1999) mengemukakan bahwa keterampilan proses sains dan penguasaan konsep tidak dapat dipisahkan. Pada tingkat universitas, penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa yang terampil dalam proses ilmiah umumnya memiliki penguasaan konsep lebih mendalam dan mampu menghubungkan berbagai representasi kimia (Padilla *et al.*, 1983; Zainuddin *et al.*, 2020), serta penguasaan konsep dipengaruhi oleh pemahaman terhadap representasi (Graulich *et al.*, 2019). Kondisi serupa juga ditemukan pada peserta didik SLTA, di mana keterampilan proses sains berperan penting dalam membangun penguasaan konseptual ilmiah (Surif *et al.*, 2019). Penguasaan konsep yang mendalam menjadi fokus utama model Interdependensi Tiga Level Konsep Sains (ITLS) yang menekankan pentingnya pemahaman kuat ketiga level representasi untuk membangun model mental yang tepat (Devetak *et al.*, 2009).

Pemahaman konsep kimia menuntut kemampuan menghubungkan tiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Johnstone, 1993). Hubungan antar level tersebut penting agar mahasiswa maupun siswa tidak hanya mampu mengamati fenomena, tetapi juga memahami proses partikel dan mengekspresikannya dalam bentuk simbol (Devetak *et al.*, 2009).

Keadaan di lapangan menunjukkan bahwa banyak mahasiswa yang tidak memiliki model mental tepat pada level submikroskopik terkait konsep kimia fisika, sehingga kesulitan dalam memahami persamaan dan diagram pada level simbolik (Schwedler & Kaldewey, 2020). Sebagian besar mahasiswa hanya beroperasi pada level makroskopik dan level simbolik (Tasker, 2006). Hal yang sama juga terjadi pada peserta didik tingkat SLTA, di mana sebagian besar kesulitan menjelaskan level submikroskopik, dan hanya sekitar 45,83% yang mampu memahaminya (Handayanti & Setiabudi, 2015).

Kesulitan tersebut tak hanya dialami mahasiswa dan peserta didik, kesulitan yang sama dialami oleh pendidik. Penelitian yang dilakukan oleh Tasker (2006) menemukan bahwa sebagian besar pendidik kimia hanya memfokuskan pembelajaran pada level makroskopik dan simbolik, sementara aspek submikroskopik seringkali diabaikan. Kondisi ini menyebabkan representasi kimia yang diajarkan menjadi tidak utuh, sehingga peserta didik kesulitan mengaitkan fenomena nyata dengan penjelasan partikel dan simbol yang digunakan. Jika pendidik mengalami kesulitan tersebut, maka penguasaan konsep mahasiswa maupun peserta didik tidak dicapai secara utuh.

Nakiboglu *et al.*, (2023) dan Graulich *et al.*, (2019) mengemukakan bahwa penguasaan konsep dipengaruhi oleh pemahaman kuat mahasiswa terhadap representasi, mampu menghubungkan ketiga level representasi Johnstone, mampu melihat interkoneksi antar konsep-konsep (Puk, 2011) serta model mental berperan menjadi jembatan antar level representasi (Devetak *et al.*, 2009). Treagust (2003) mengemukakan bahwa representasi kimia yang

mencakup tingkat makroskopik, submikroskopik, dan simbolik, membantu peserta didik memahami fenomena kimia yang kompleks dengan menghubungkan pengalaman sehari-hari melalui konsep-konsep abstrak. Dengan demikian, penguasaan kimia dapat dicapai secara lebih utuh melalui pembelajaran yang berlandaskan multilevel representasi (Handayanti, 2015).

Salah satu materi kimia yang dianggap sulit dipelajari oleh mahasiswa maupun peserta didik ialah materi elektrokimia, khususnya potensial sel (Acar & Tarhan., 2007; Garnett & Treagust., 1992; Lin & Wu, 2021; Schmidt., 2007; Schwedler & Kaldewey, 2020). Materi elektrokimia diajarkan pada semester dua (genap) mata kuliah Kimia Dasar II yang tercantum dalam Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Kimia Dasar KI 102. Terdapat dua alasan yang mungkin berkontribusi pada kesulitan belajar peserta didik dalam elektrokimia. Pertama, sebagian besar proses dalam elektrokimia tidak terlihat oleh peserta didik (Yang *et al.*, 2003). Peserta didik tidak dapat secara langsung mengamati aliran elektron, reaksi redoks dalam sel, atau pergerakan ion dalam larutan air. Sifat yang tidak terlihat dan dinamis ini dapat menyebabkan konsep alternatif peserta didik tentang rangkaian listrik (Schmidt, 2007) dan kesulitan mereka dalam mengidentifikasi komponen sel elektrokimia dan elektrolisis, seperti anode dan katoda (Garnett and Treagust, 1992).

Kedua, memahami dan memvisualisasikan proses dalam elektrokimia memerlukan koneksi antara tingkat makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Gilbert *et al.*, 2003; Osman & Lee, 2014). Misalnya, ketika diberikan diagram sel elektrokimia, peserta didik mungkin pertama kali memperhatikan elektroda, jembatan garam, dan warna larutan pada tingkat makroskopik. Untuk menjelaskan cara kerja sel, peserta didik perlu memvisualisasikan pergerakan ion dalam larutan pada tingkat submikroskopik. Selain itu, untuk mewakili proses kimia yang terjadi dalam jembatan garam, elektroda, dan larutan, peserta didik diharuskan menggunakan rumus dan simbol kimia untuk menyelesaikan persamaan kimia setengah reaksi. Tanpa koneksi konsep dan

representasi antara ketiga tingkat tersebut, peserta didik dapat mengalami miskonsepsi dalam memahami konsep elektrokimia (Lin & Wu, 2021).

Penelitian terdahulu mengemukakan miskonsepsi peserta didik pada konsep potensial sel. Penelitian yang dilakukan oleh Acar Sesen & Tarhan (2013) bahwa peserta didik belum memahami sepenuhnya (a) pengertian potensial sel, (b) perubahan konsentrasi ion dalam larutan dapat memengaruhi potensial sel sesuai dengan hukum Nernst, (c) kesulitan membedakan potensial sel standar (E°_{sel}) dengan potensial sel non-standar (E_{sel}), (d) miskonsepsi arah aliran elektron, (e) kesulitan menginterpretasikan nilai potensial sel serta reaksi yang terjadi pada nilai positif dan nilai negatif. Penelitian yang sama yang dilakukan oleh Sanger & Greenbowe (1997) bahwa terdapat miskonsepsi peserta didik terkait potensial sel, arah aliran arus, hubungan antara potensial sel dengan reaksi kimia, serta pengaruh konsentrasi pada potensial sel. Hernández (2014) dan Nakhleh & Mitchell (1993) mengkritik kesulitan tersebut merupakan sumbangsih metode pembelajaran tradisional yang mendorong pembelajaran hafalan alih-alih menumbuhkan penguasaan konsep.

Berbagai solusi telah ditawarkan dari beberapa literatur. Misalnya, melalui pendekatan laboratorium berbasis penyelidikan yang terbukti meningkatkan penguasaan konsep dan sikap positif terhadap keterampilan proses sains siswa SLTA. Namun penelitian dilakukan di negara Turki sehingga tidak dapat digeneralisasikan pada konteks pendidikan di negara lain (Acar Sesen & Tarhan, 2013). Pada tingkat perguruan tinggi Cullen & Pentecost (2011) melaporkan bahwa pembelajaran inquiri terbimbing berbasis laboratorium dengan fokus pada level submikroskopik dan level makroskopik membantu mahasiswa memahami proses elektrokimia, namun belum mengintegrasikan antara penguasaan konsep dengan keterampilan proses sains. Penelitian lain oleh Mejía & Padilla (2025) mengembangkan pembelajaran elektrokimia berbasis PBL yang terbukti membantu mahasiswa memahami elektrokimia pada tiga level representasi, namun belum menekankan keterkaitannya dengan

keterampilan proses sains. Selain itu, sebagian besar penelitian tersebut belum secara mendalam mengkaji konteks potensial sel, yang menjadi konsep kunci dalam elektrokimia.

Kesenjangan tersebut mendorong perlunya model pembelajaran yang lebih sederhana, efektif, dan berfokus pada integrasi penguasaan konsep serta keterampilan proses sains. Salah satu model yang telah banyak digunakan dalam pembelajaran sains adalah *Predict–Observe–Explain* (POE). Penelitian Karamustofaoglu (2015) menunjukkan bahwa POE mampu meningkatkan KPS mahasiswa pada materi elektrokimia, meskipun peningkatan tersebut belum merata terutama pada aspek merancang eksperimen dan menghubungkan hasil pengamatan dengan representasi kimia. Penelitian lain yang dilakukan pada siswa SMA (Algiranto *et al.*, 2019; Murezhawati, 2017; Pane *et al.*, 2020; Pohan, 2019) juga mengonfirmasi efektivitas POE dalam meningkatkan keterampilan proses sains, tetapi masih terbatas pada konteks sekolah menengah. Dengan demikian, diperlukan inovasi yang mampu memperluas penerapan POE agar tidak hanya meningkatkan KPS, tetapi juga mempertautkan tiga level representasi kimia serta membangun penguasaan konsep yang utuh, khususnya pada materi potensial sel.

Model *Predict–Observe–Explain* (POE) pada dasarnya dirancang untuk mengeksplorasi pemahaman awal mahasiswa melalui tiga tahap yakni memprediksi, mengamati, dan menjelaskan (White, 1992). Strategi ini terbukti efektif dalam mengidentifikasi miskonsepsi, menumbuhkan keterampilan berpikir ilmiah, serta meningkatkan penguasaan konsep dan KPS (Fatihah *et al.*, 2022; Syamsiana & Taufikurohmah, 2018). Namun implementasi POE konvensional masih menghadapi keterbatasan karena belum menekankan keterkaitan antar level representasi kimia, dimana penguasaan konsep elektrokimia yang utuh menuntut integrasi level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Popova & Jones, 2021; Tasker, 2006).

Salah satu cara memperluas efektivitas POE adalah dengan memadukannya dengan pendekatan intertekstual, yaitu strategi yang mengaitkan tiga representasi dengan pengalaman sehari-hari maupun pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya (Febriyanti *et al.*, 2019). Wu (2003) menjelaskan bahwa intertekstual memungkinkan peserta didik menyandingkan berbagai representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik dengan pengalaman langsung, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mendalam. Penelitian Pohan (2019) menunjukkan bahwa kolaborasi POE dengan intertekstual efektif meningkatkan penguasaan konsep dan KPS pada siswa SLTA. Meski demikian, kajian yang secara khusus menerapkan POE berbasis intertekstual pada konsep potensial sel di tingkat perguruan tinggi masih sangat terbatas. Oleh sebab itu, penelitian ini penting dilakukan untuk merancang dan menguji strategi pembelajaran POE berbasis intertekstual pada mahasiswa calon guru kimia, dengan tujuan meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains secara terpadu. Oleh sebab itu, penelitian ini berfokus pada dampak *Predict-Observe-Explain* (POE) berbasis intertekstual terhadap penguasaan konsep potensial sel dan keterampilan proses sains.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “Bagaimana dampak POE (*predict-observe-explain*) berbasis intertekstualitas terhadap penguasaan konsep potensial sel dan keterampilan proses sains?”

Untuk mempermudah penelitian, rumusan masalah tersebut diuraikan menjadi beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat penguasaan konsep mahasiswa calon guru kimia yang telah menggunakan strategi pembelajaran *Predict-Observe-Explain* (POE) berbasis intertekstual?

2. Bagaimana keterampilan proses sains mahasiswa calon guru kimia yang telah menggunakan strategi pembelajaran *Predict-Observe-Explain* (POE) berbasis intertekstual?
3. Bagaimana hubungan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa calon guru kimia yang telah menggunakan strategi pembelajaran *Predict-Observe-Explain* (POE) berbasis intertekstual?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa calon guru kimia melalui strategi pembelajaran intertekstual berbasis *predict-observe-explain* (POE) pada konsep potensial sel.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya:

1. Strategi pembelajaran yang dikembangkan dapat diterapkan, sehingga diharapkan dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa calon guru kimia sebagai bekal calon guru untuk mengajar di kemudian hari.
2. Mengatasi miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik.
3. Menambah wawasan calon guru tentang strategi pembelajaran intertekstual dalam menggunakan model *Predict-Observe-Explain* (POE) pada pembelajaran kimia.
4. Memberikan informasi strategi pembelajaran *Predict-Observe-Explain* (POE) berbasis intertekstualitas, sehingga dapat menjadi acuan dalam meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar kimia di perguruan tinggi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yakni penggunaan model *Predict-Observe-Explain* (POE) pada materi potensial sel, dengan cakupan konsep dibatasi pada potensial sel standar, potensial reduksi standar, potensial sel non-

standar dan hubungan potensial sel dengan energi bebas Gibbs dan konstanta kesetimbangan.