

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu kimia merupakan salah satu disiplin bidang Ilmu Pengetahuan Alam yang memfokuskan mempelajari materi dan energi ditinjau dari segi sifat-sifat, reaksi, struktur, komposisi dan perubahan energi yang menyertai reaksi. Kajiannya memungkinkan pebelajar memahami mengapa dan bagaimana suatu fenomena terjadi di sekitarnya. Eksplanasi konsep-konsep kimia umumnya berlandaskan struktur materi dan ikatan kimia yang merupakan materi subyek yang sulit untuk dipelajari. Konsep-konsep abstrak tersebut penting dipelajari, karena konsep-konsep kimia selanjutnya akan sulit dipahami, jika tidak dikuasai pebelajar dengan baik. Sifat keabstrakan konsep-konsep kimia juga sejalan dengan konsep-konsep yang melibatkan perhitungan matematis. Hal ini menunjukkan bahwa pelajaran kimia memerlukan seperangkat keterampilan berpikir tingkat tinggi (Fensham dalam Chittlebourough & Treagust, 2007). Salah satu karakter esensial ilmu kimia adalah pengetahuan kimia mencakup tiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik serta hubungan antara ketiga level ini harus secara eksplisit diajarkan (Harrison & Treagust, 2002; Treagust & Chandrasegaran, 2009).

Oleh karena itu, pada dua dekade terakhir ini, fokus studi pengembangan pendekatan belajar dan pembelajaran kimia lebih ditekankan pada tiga level representasi kimia (Chandrasegaran *et al.*, 2007). Pemahaman pebelajar ditunjukkan oleh kemampuannya untuk mentransfer dan menghubungkan antara level representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik atau disebut juga

interkoneksi multipel level representasi (IMLR). Kemampuan pemecahan masalah kimia sebagai salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi menggunakan kompetensi representasional secara jamak (*multipel*) atau kemampuan ‘bergerak’ antara berbagai mode representasi kimia (Kozma & Russell, 2005). Pebelajar dapat menggunakan representasi untuk memecahkan masalah, jika mereka mampu membuat koneksi yang mendalam antara ketiga level representasi kimia.

Representasi submikroskopik merupakan faktor kunci pada kemampuan multipel level representasi tersebut. Ketidakmampuan merepresentasikan aspek submikroskopik dapat menghambat kemampuan memecahkan masalah yang berkaitan dengan fenomena makroskopik dan representasi simbolik (Chittleborough & Treagust, 2007; Chandrasegaran *et al.*, 2007). Umumnya pebelajar mengalami kesulitan dalam ilmu kimia akibat ketidak mampuan merepresentasikan dan memberikan eksplanasi mengenai struktur dan proses pada level submikroskopik (Devetak, 2004; Chittleborough & Treagust, 2007; Orgill & Shuterland, 2008).

Salah satu Materi kimia yang memerlukan kemampuan IMLR adalah Keseimbangan dalam Larutan. Materi ini merupakan aplikasi dari konsep kunci Keseimbangan Kimia yang terjadi pada larutan berpelarut air. Secara kontekstual, konsep-konsep pada materi Keseimbangan dalam Larutan berperan penting dalam banyak proses biologi dan lingkungan, contohnya: proses pengontrolan pH darah manusia agar tetap pada nilai pH 7,4 yang melibatkan keseimbangan pasangan asam-basa konjugat HCO_3^- dan CO_3^{2-} , pengontrolan pH

air yang harus tetap 5,5 agar tumbuhan dan kehidupan air berlangsung dengan baik, proses pembentukan batu ginjal dan lain-lain (Mc Murry & Fay, 2006). Fenomena-fenomena tersebut, memerlukan pemahaman yang melibatkan tiga level representasi.

Namun demikian, eksplorasi konsep ini melalui representasi secara makroskopik, misalnya melalui praktikum tidak dapat menunjukkan dinamika yang sebenarnya terjadi pada level submikroskopik. Pada kesetimbangan dinamis, terjadi proses perubahan terus-menerus ke arah reaksi pembentukan produk dan pembentukan kembali reaktan secara bersamaan, sehingga konsentrasi produk dan reaktan tidak lagi berubah. Pengenalan keadaan kesetimbangan biasanya direpresentasikan secara simbolik dengan harga K (tetapan kesetimbangan) dan proses kesetimbangan direpresentasikan dengan tanda panah dua arah.

Analisis terhadap materi kesetimbangan dalam larutan menunjukkan bahwa sebagian besar subkonsep termasuk jenis konsep abstrak dengan contoh konkrit dan konsep yang menyatakan proses. Jenis konsep seperti itu, secara internal mengandung kesukaran dalam mempelajari dan mengajarkannya. Contohnya: terjadinya proses kesetimbangan dinamis dalam larutan elektrolit antara ion dan molekulnya sukar dipahami dan dibayangkan, bila dieksplanasi hanya dengan menggunakan kata-kata atau gambar statis dua dimensi atau hanya dinyatakan secara simbolik dengan menggunakan persamaan reaksi.

Berbagai temuan penelitian menyatakan kesulitan pebelajar pada konsep-konsep yang berkaitan dengan Kesetimbangan dalam Larutan, antara lain: Devetak *et al.* (2004) menyatakan bahwa siswa dan mahasiswa tahun I mengalami

kesulitan dalam menggambarkan skema partikulat dan mentransfer representasi submikro ke simbolik pada kesetimbangan dalam larutan asam-basa. Orgill & Shuterland (2008) menyatakan: meskipun mahasiswa mampu menyelesaikan perhitungan (sebagai representasi simbolik), namun mengalami kesulitan untuk merepresentasikan aspek submikroskopik sistem larutan penyangga. Studi kasus di salah satu Sekolah Menengah Atas (SMA) yang dilakukan Sopandi & Murniati (2007) menunjukkan siswa mengalami kesulitan merepresentasikan level submikroskopik kesetimbangan ion pada larutan asam lemah, basa lemah, hidrolisis garam dan larutan penyangga.

Diduga kesulitan tersebut, akibat kurang dikembangkannya representasi level submikroskopik melalui visualisasi yang tepat pada pembelajaran. Dugaan tersebut diperkuat kenyataan pengamatan di lapangan dan kajian literatur, bahwa umumnya guru dalam pembelajaran membatasi pada level representasi makroskopik dan simbolik, sedangkan kaitannya dengan level submikroskopik diabaikan. Siswa diharapkan dapat mengintegrasikan sendiri dengan melihat gambar-gambar yang ada dalam buku tanpa pengarahan dari guru. Selain itu, siswa juga lebih banyak belajar memecahkan soal matematis tanpa memaknai maksudnya. Keberhasilan siswa dalam memecahkan soal matematis, cenderung menjadi ukuran bahwa siswa telah memahami konsep kimia. Terjadi kecenderungan siswa menghafalkan representasi *submikroskopik* dan *simbolik* dalam bentuk deskripsi kata-kata. Akibatnya mereka tidak mampu untuk membayangkan dan merepresentasikan bagaimana proses dan struktur dari suatu zat yang mengalami reaksi. Savec *et al.* (2006), Weerawardhana *et al.* (2006)

dan Akselaa & Lundell (2008) secara terpisah menyatakan masalah tersebut akibat kurangnya kemampuan guru menggunakan berbagai mode representasi submikroskopik dan menghubungkannya ke dalam kedua aspek yang lain dalam pembelajaran. Kurangnya pemahaman pada level representasi submikroskopik ini juga dialami oleh para guru di daerah tertentu di wilayah Indonesia (Finatri, 2007).

Berdasarkan studi kasus terhadap mahasiswa calon guru di salah satu Lembaga Pendidikan Tenaga Keguruan (LPTK) diketahui, bahwa mahasiswa dapat merepresentasikan level makroskopik dan simbolik dengan baik, namun masih lemah dalam merepresentasikan level submikroskopik. Mereka cenderung berpikir parsial dan belum mampu menghubungkan tiga level representasi kimia, ketika mereka mengeksplanasi proses sintesis ammonia skala lab (Farida, 2008). Kesimpulan serupa dinyatakan Subarkah (2008), bahwa mahasiswa calon guru belum mampu merepresentasikan dan mengintegrasikan tiga level representasi pada topik fermentasi karbohidrat. Sudria (2007) menyatakan, meskipun telah dilakukan perbaikan melalui siklus penelitian tindakan kelas terhadap mahasiswa calon guru, mereka masih sulit untuk menghubungkan tiga level representasi, karena sebagian besar mahasiswa masih mengalami miskonsepsi pada level submikroskopik.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan di salah satu LPTK di Bandung terhadap 77 orang mahasiswa semester VI menunjukkan: sebagian besar mahasiswa calon guru kimia mengalami kesulitan dalam memberikan eksplanasi pada level submikroskopik yang diberikan berdasarkan representasi makroskopik

dan simbolik pada materi Kesetimbangan dalam larutan. Mahasiswa cenderung memecahkan masalah hanya menggunakan level transformasi makroskopik ke simbolik. Mahasiswa belum memahami peranan model dan gambar (representasi submikroskopik) untuk menjelaskan fenomena yang terjadi pada level makroskopik dan mentransformasikannya ke representasi simbolik. Diduga lemahnya kemampuan representasi mahasiswa calon guru, karena perkuliahan yang dilaksanakan cenderung memisahkan ketiga level representasi dan juga dipengaruhi proses pembelajaran yang mereka alami di Sekolah Menengah Atas (Farida *et al.*, 2010).

Dengan dilandasi pemikiran bahwa efektivitas pembelajaran kimia di sekolah tergantung pada kemampuan guru, maka dipandang relevan upaya terbentuknya kompetensi profesional mahasiswa calon guru melalui pembekalan kemampuan IMLR. Diharapkan mereka kelak dapat memfasilitasi siswa mengkonstruksi pengetahuan dan mengembangkan kemampuan representasionalnya.

Namun demikian, selama ini sistem perkuliahan yang berkaitan dengan pembekalan kompetensi profesional yang diperlukan calon guru, yaitu Mata Kuliah Kapita Selekt Kimia Sekolah belum mampu memfasilitasi mahasiswa untuk memiliki kemampuan tersebut. Terdapat berbagai kendala yang dihadapi di antaranya: 1) Keluasan dan kedalaman cakupan materi tidak berimbang dengan waktu tatap muka yang tersedia; 2) Terbatasnya pengekplorasian *tools* pembelajaran yang dapat membantu peningkatan kemampuan representasi, seperti animasi/simulasi dan software pendukung; 3) Kesulitan mahasiswa

mengkomunikasikan permasalahan secara individual dan men'*sharing*' pengetahuannya secara kolaboratif serta; 4) Adanya perbedaan kecepatan dan gaya belajar antar mahasiswa (Farida *et al.*, 2010).

Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut, upaya penciptaan lingkungan belajar yang mendukung pengembangan kemampuan representasi pada mata kuliah tersebut dilakukan melalui pembelajaran berbasis web (*e-learning*), yaitu menggunakan sistem manajemen belajar (*LMS: learning management system*) berbasis *Moodle 2.0 (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)*. Moodle adalah paket perangkat lunak yang mengaplikasikan prinsip dan strategi pembelajaran berdasarkan pedagogi konstruktivisme sosial (Vygostky dalam Stocker, 2010). Dengan perangkat lunak tersebut, memungkinkan terjadinya manajemen unit bahan pembelajaran secara interaktif, *upload* konten yang diatur secara periodik, memungkinkan pengintegrasian multimedia yang memfasilitasi multipel level representasi, fitur-fitur manajemen belajar dapat diatur melalui menu-menu dinamis, adanya forum komunikasi dan asesmen, sehingga dapat memfasilitasi pengembangan desain belajar yang mengkoneksikan multipel representasi, serta mengatasi kendala waktu (Gudimetla & Mahalinga, 2006).

Sejauh ini penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti pendidikan kimia berkaitan pengembangan kemampuan tiga level representasi kimia lebih difokuskan pada bagaimana meningkatkan kemampuan representasi dan konseptual pebelajar (siswa atau mahasiswa/calon guru) melalui animasi, simulasi, atau software pemodelan molekul menggunakan komputer secara terpisah (*inclusive stand alone*) atau terintegrasi dengan web yang berlandaskan

software materials, yaitu pada materi reaksi kimia (Ardac & Akaygun, 2004; Kozma & Russell, 2005), struktur atom, ikatan kimia dan partikel materi (Venkataraman, 2009), kesetimbangan kimia (Weerawardhana *et al.*, 2006; Kozma & Russell, 2005), larutan ionik (Tasker & Dalton, 2006) dan elektrokimia (Talib *et al.*, 2005). Namun hingga kini, belum dilakukan penelitian dan pengembangan yang ditujukan untuk mendesain pembelajaran/perkuliahannya yang membekali mahasiswa calon guru agar memiliki kemampuan IMLR, terutama pada materi Kesetimbangan Dalam Larutan.

Dengan memperhatikan kajian terhadap penelitian terdahulu dan hasil studi pendahuluan tersebut, peneliti mengembangkan model pembelajaran berbasis web dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan IMLR mahasiswa calon guru kimia. Adapun materi kimia yang dikembangkan adalah Kesetimbangan dalam Larutan. Materi ini merupakan salah satu pokok bahasan pada perkuliahan Kapita Selekta Kimia Sekolah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: *Bagaimanakah meningkatkan kemampuan IMLR mahasiswa calon guru pada materi Kesetimbangan dalam Larutan melalui pembelajaran berbasis web ?*

Permasalahan ini diuraikan lagi dalam bentuk pertanyaan penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimanakah karakteristik model pembelajaran IMLR berbasis web pada materi Kesetimbangan dalam Larutan yang dikembangkan ?

2. Bagaimanakah peningkatan kemampuan IMLR tiap peringkat mahasiswa calon guru pada materi Kestimbangan dalam Larutan setelah implementasi model ?
3. Bagaimanakah aktivitas belajar mahasiswa calon guru dalam mengembangkan kemampuan IMLR pada materi Kestimbangan dalam Larutan ?
4. Keunggulan dan keterbatasan apa saja yang ada pada desain pembelajaran IMLR berbasis web yang dikembangkan ?
5. Bagaimanakah tanggapan mahasiswa terhadap model pembelajaran IMLR berbasis web ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan suatu produk berupa model pembelajaran IMLR berbasis web dan menganalisis pengaruh model terhadap peningkatan kemampuan IMLR mahasiswa calon guru.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi berbagai pihak yang terkait dengan pendidikan calon guru kimia, antara lain:

1. Model pembelajaran IMLR berbasis web pada materi kestimbangan dalam larutan diharapkan dapat digunakan untuk meningkatkan mutu pendidikan mahasiswa calon guru dan meningkatkan kompetensi profesional guru di lapangan.
2. Prinsip desain pembelajaran IMLR berbasis web yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi percontohan untuk mengembangkan desain sejenis untuk konsep-konsep lain pada jenjang yang sama atau berbeda.

3. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap efektivitas pembelajaran IMLR berbasis web yang ditemukan menjadi masukan bagi program pendidikan calon guru atau guru dalam upaya meningkatkan kompetensi profesional pada area kemampuan IMLR.

E. Kontribusi Penelitian

Kontribusi penelitian adalah sebagai berikut:

1. Desain pembelajaran IMLR berbasis web dikembangkan agar mahasiswa calon guru dapat menunjukkan saling keterhubungan secara konseptual antara representasi level makroskopik, submikroskopik dan simbolik dalam konteks pemecahan masalah.
2. Desain pembelajaran berbasis IMLR web diintegrasikan secara terstruktur dengan simulasi, animasi dan *software* representasi yang telah diadaptasi, sehingga dapat mendukung pengembangan kemampuan IMLR mahasiswa calon guru.
3. Pembelajaran IMLR berbasis web didesain untuk mendukung aktivitas belajar mahasiswa menggunakan berbagai mode representasi, baik secara verbal maupun visual melalui interaksi dan pertukaran informasi antar mahasiswa secara *synchronous* dan *asynchronous*.
4. Pengembangan lembar kerja dan panduan kegiatan belajar web dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan IMLR mahasiswa calon guru.
5. Ditemukan perangkat instrumen untuk mengukur kemampuan IMLR mahasiswa calon guru.

F. Penjelasan Istilah

Berikut ini adalah penjelasan secara ringkas istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian yang dirumuskan berdasarkan kajian dari berbagai literatur:

1. Kompetensi representasional adalah keterampilan yang merefleksikan penggunaan keanekaragaman mode representasi untuk mengkomunikasikan dan mengekspresikan suatu fenomena sains/kimia yang dilandasi suatu persepsi fisik dan proses (Kozma & Russel, 2005).
2. Kemampuan interkoneksi multipel level representasi (IMLR) adalah kemampuan untuk merepresentasikan kembali saling keterhubungan tiga level representasi kimia melalui berbagai mode representasi (Treagust & Chandrasegaran, 2009).
3. Representasi makroskopik yaitu representasi kimia yang diperoleh dari pengamatan nyata (*tangible*) terhadap suatu fenomena yang dapat dilihat (*visible*) dan dipersepsi oleh panca indra (*sensory level*) atau dapat berupa pengalaman sehari-hari pebelajar (Chandrasegaran *et al.*, 2007; Chittleborough & Treagust, 2007).
4. Representasi submikroskopik yaitu representasi kimia untuk mengeksplanasi struktur dan proses pada level partikel (atom/molekular) mengenai fenomena makroskopik yang diamati (Chandrasegaran *et al.*, 2007; Chittleborough & Treagust, 2007).
5. Representasi simbolik yaitu representasi kimia secara kualitatif dan kuantitatif mengenai fenomena makroskopik melalui rumus kimia, diagram,

persamaan reaksi, stoikiometri dan perhitungan matematik (Chandrasegaran *et al.*, 2007, Chittleborough & Treagust, 2007).

6. Pembelajaran berbasis web merupakan lingkungan pembelajaran virtual yang menggunakan sistem manajemen belajar berbasis *Moodle 2.0*.
7. Moodle adalah paket perangkat lunak sistem manajemen belajar berbasis web yang mengaplikasikan prinsip dan strategi pembelajaran berdasarkan pedagogi konstruktivisme sosial (Stocker, 2010). Dengan perangkat lunak tersebut, memungkinkan terjadinya manajemen unit bahan pembelajaran secara interaktif, *upload* konten yang diatur secara periodik, memungkinkan pengintegrasian multimedia yang memfasilitasi multipel level representasi, adanya forum komunikasi dan asesmen, sehingga dapat memfasilitasi pengembangan desain belajar yang mengkoneksikan multipel representasi.
8. Keseimbangan dalam larutan adalah keseimbangan ion yang terjadi dalam larutan elektrolit antara ion dan molekulnya. Ada empat topik yang dikaji dalam penelitian, yaitu: 1) Keseimbangan asam-basa; 2) Hidrolisis garam; 3) Larutan penyangga dan 4) Keseimbangan kelarutan.