

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kimia merupakan salah satu bidang ilmu yang termasuk dalam rumpun ilmu sains dan sering disebut sebagai *experimental science*. Oleh karena itu eksperimen menjadi bagian penting dalam pembelajaran kimia (Imaduddin & Hidayah, 2019; Kolil, Muthupalani, & Achuthan, 2020). Permasalahan kimia pada dasarnya diselesaikan secara eksperimen. Eksperimen dapat menjembatani pengetahuan mengenai hukum atau prinsip kimia dengan pengalaman praktis pada fenomena tertentu (Hüing, 1984). Kegiatan eksperimen menciptakan pembelajaran kimia yang lebih bermakna bagi peserta didik (Stacey Lowery Bretz, 2019). Kegiatan eksperimen meningkatkan ketertarikan peserta didik terhadap pembelajaran kimia serta memberikan ruang untuk dapat terlibat aktif dalam proses pembelajaran (George & Kolobe, 2014).

Eksperimen dalam pembelajaran kimia memainkan peranan penting terlebih pada perguruan tinggi. Kirschner & Meester (1988) secara umum mengelompokkan tujuan eksperimen bagi mahasiswa menjadi delapan kelompok diantaranya untuk melatih dalam melatih dalam menyelesaikan masalah, memberi ruang untuk mendesain eksperimen sederhana guna menguji hipotesis, membuat mahasiswa dapat mendeskripsikan eksperimen secara jelas, dan secara signifikan membantu mengingat ide utama eksperimen dalam waktu yang lama. Selain itu Carnduff & Reid (2003) dalam Reid & Shah (2007) juga menjelaskan manfaat pelaksanaan eksperimen pada perguruan tinggi meliputi tiga area *practical skill* (keterampilan praktis), *transferable skills* (keterampilan yang bermanfaat pada berbagai bidang), dan *intellectual stimulation* (stimulus intelektual). Reid & Shah (2007) menegaskan bahwa menjadikan kimia menjadi nyata merupakan hal yang perlu ditekankan. Dan hal ini tidak akan dapat dicapai tanpa menggunakan eksperimen di laboratorium.

Salah satu pokok bahasan kimia yang memerlukan eksperimen dalam pembelajaran adalah sifat koligatif larutan. Penjelasan tentang sifat koligatif larutan biasanya ditekankan pada metode eksperimental (Chinard, 1955). Konsep-konsep

yang tercakup dalam sifat koligatif larutan juga didasarkan pada hasil eksperimen. Oleh karenanya eksperimen menjadi bagian sangat penting untuk mempelajari sifat-sifat koligatif larutan ini. Sifat koligatif larutan merupakan topik kimia yang dibahas pada mata kuliah kimia fisika di perguruan tinggi. Untuk mahasiswa program studi pendidikan kimia sifat koligatif larutan diajarkan pada semester 3 matakuliah Kimia Fisika III (Silabus Kimia Fisika UPI).

Topik sifat koligatif larutan ini diajarkan kepada mahasiswa pendidikan kimia selain untuk membekali pengetahuan mereka, juga untuk mempersiapkan menjadi pendidik bidang kimia di masa mendatang. Topik ini juga merupakan salah satu bahasan pada semester ganjil kelas XII tingkat SMA sebagaimana yang tertulis pada kurikulum 2013 revisi tahun 2016. Tingkat pemahaman mahasiswa pendidikan kimia terhadap topik ini akan berdampak pada pemahaman peserta didiknya kelak jika ia melanjutkan karirnya sebagai guru pada mata pelajaran kimia. Oleh karena itu mempersiapkan mereka dengan pemahaman yang komprehensif baik secara konseptual atau pun eksperimental menjadi hal yang penting.

Salah satu sub-topik pada sifat koligatif larutan adalah kenaikan titik didih. Kenaikan titik didih merupakan fenomena kimia yang didasarkan pada eksperimen ketika suatu pelarut murni ditambahkan zat terlarut membentuk larutan encer, maka titik didih dari larutan tersebut akan lebih tinggi dari titik didih pelarut murninya (Levine, 2009). Mahasiswa kimia perlu memahami bagaimana fenomena titik didih dan kenaikan titik didih, serta memahami bagaimana konsep ini dapat diperoleh atau dibuktikan melalui eksperimen, instrumen apa yang dapat digunakan, dan bagaimana desain eksperimen yang dilakukan jika ingin menentukan titik didih dan kenaikan titik didih berdasarkan fenomena sesungguhnya. Tidak kalah pentingnya eksperimen juga mengajarkan kepada mahasiswa untuk dapat mendukung pendapatnya dengan bukti layaknya seorang ahli sains (Stacey Lowery Bretz, 2019). Dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi (khususnya terkait dengan sifat koligatif larutan).

Hasil analisis terhadap silabus Praktikum Kimia Fisika salah satu perguruan tinggi negeri menunjukkan bahwa topik ini tidak dieksperimentkan. Artinya mahasiswa hanya mempelajari topik tersebut secara teoretik tanpa eksperimen.

Banyaknya topik bahasan kimia fisika dan keterbatasan waktu atau pun sarana dan prasarana membuat tidak semua topik dapat dieksperimenkan secara langsung. Untuk bidang Kimia Fisika yang dibagi dalam tiga mata kuliah yaitu Kimia Fisika I, II, dan III yang masing-masing memiliki bobot 2 SKS, kegiatan eksperimen hanya dilakukan pada mata kuliah Praktikum Kimia Fisika dengan durasi 2 SKS dalam 1 semester. Adanya keterbatasan alat-alat yang dibutuhkan, menyebabkan tidak semua kegiatan praktikum dapat mencakup semua topik yang ada pada ketiga mata kuliah tersebut. Kegiatan praktikum hanya dilakukan untuk beberapa topik yang mewakilinya.

Laboratorium virtual atau yang juga disebut dengan simulasi eksperimen dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kendala keterlaksanaan eksperimen (George & Kolobe, 2014). Simulasi ini memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk melakukan eksperimen melalui visualisasi dan praktik (Kolil *et al.*, 2020). Meski pun tidak dapat menggantikan eksperimen kimia secara utuh (Bretz, 2019), namun simulasi eksperimen setidaknya dapat memberikan wawasan dan pengalaman bereksperimen secara virtual terhadap mahasiswa. Melalui simulasi eksperimen ini mahasiswa dapat mengetahui instrumen yang digunakan, desain serta prosedur eksperimen dari suatu topik kimia.

Untuk topik kenaikan titik didih terdapat beberapa simulasi eksperimen yang telah dikembangkan. Di antara simulasi tersebut terdapat simulasi yang dipublikasi pada *website* sehingga dapat diakses secara mudah, baik secara berlangganan seperti VrLabAcademy pada situs <https://www.vrlabacademy.com>, atau pun tidak seperti Lab Maya yang dikembangkan oleh Kemendikbud pada situs <https://vlab.belajar.kemdikbud.go.id/>, Value yang dikembangkan oleh Amrita pada situs <https://vlab.amrita.edu>, dan ChemoDemos yang dikembangkan oleh Randy Sullivan, University of Oregon pada situs <https://chemdemos.uoregon.edu/demos>.

Hasil analisis terhadap simulasi-simulasi eksperimen tersebut ditemukan beberapa kelemahan. Kelemahan utama yang ditemukan adalah kesalahan dalam penggunaan alat eksperimen khususnya wadah zat uji. Semua eksperimen yang ada menggunakan wadah terbuka seperti beaker atau tabung reaksi sebagai tempat larutan yang akan diuji titik didihnya. Penggunaan wadah ini sangat berpotensi menyebabkan miskonsepsi. Hasil studi pendahuluan melalui eksperimen yang

dilakukan dengan menggunakan berbagai variasi beaker glass menunjukkan bahwa volume pelarut dapat berkurang hingga 20%. Jumlah ini sangat signifikan untuk memengaruhi hasil percobaan.

Kelemahan lain yang ditemukan khususnya untuk simulasi yang dapat diakses bebas adalah prosedur eksperimen tidak ditampilkan dengan rinci. Pada eksperimen sebenarnya, mahasiswa perlu memahami bahwa langkah pertama yang harus dilakukan adalah eksperimen penentuan titik didih dari pelarut murni, setelah itu barulah mahasiswa dapat menentukan titik didih larutan dan mencari selisih keduanya untuk memperoleh kenaikan titik didih. Selain itu proses penentuan titik didih larutan dari eksperimen juga tidak diperlihatkan layaknya eksperimen sebenarnya. Data temperatur hasil eksperimen ditampilkan langsung oleh simulasi tanpa harus dianalisis oleh pengguna dalam hal ini mahasiswa.

Kelemahan-kelemahan ini membuat simulasi eksperimen tersebut tidak dapat mewakili eksperimen sebenarnya atau tidak realistis sehingga tidak dapat memberikan pengalaman eksperimen kenaikan titik yang sesungguhnya pada mahasiswa. Lebih jauh lagi hal ini dapat menimbulkan miskonsepsi bagi pengguna. Ketika simulasi eksperimen dapat memberikan pengalaman eksperimen sebenarnya maka diharapkan pengguna dapat familiar dengan alat dan prosedur eksperimen, serta mengetahui alat, metode dan teknik perhitungan dalam sebuah eksperimen (Hashemi, Austin-Stalcup, Anderson, Chandrashekar, & Majkowski., 2005). Aspek kerealistikan sebuah simulasi eksperimen yang perlu menjadi pertimbangan dalam mengembangkan simulasi eksperimen adalah penggambaran peralatan eksperimen harus sesuai atau identik dengan eksperimen sebenarnya. Perilaku sistem pada simulasi harus setara dengan sistem pada paradigma fisik (Potkonjak, Gardner, Callaghan, Mattila, Guetl, Petrović, & Jovanović., 2016).

Aspek kerealistikan lain adalah data hasil eksperimen menggunakan simulasi seharusnya tidak selalu konstan untuk setiap pengulangan percobaan layaknya pada eksperimen nyata, sehingga juga dapat menjadi bahan diskusi (Couture, 2004; Winkelmann, Keeney-Kennicutt, Fowler, & Macik, 2017). Pada simulasi yang telah disebutkan sebelumnya aspek ini juga tidak dipenuhi. Hasil eksperimen eksperimen selalu konstan dan hanya menggambarkan hasil perhitungan secara teoretis. Ini menyebabkan eksperimen yang dilakukan merupakan sistem atau

aplikasi yang dibuat untuk menghitung kenaikan titik didih dari pelarut dan larutan pada konsentrasi tertentu.

Kebutuhan terhadap simulasi eksperimen serta kelemahan simulasi eksperimen kenaikan titik didih yang telah ada saat ini, memunculkan urgensi pengembangan simulasi eksperimen kenaikan titik didih yang realistik. Realistik dalam penggunaan alat eksperimen, prosedur eksperimen serta data yang dihasilkan dari eksperimen. Selain untuk menjawab kebutuhan dan mengatasi kelemahan simulasi sebelumnya, implementasi dari pengembangan simulasi eksperimen juga ditujukan untuk meningkatkan keterampilan *problem solving* mahasiswa.

Keterampilan *problem solving* merupakan keterampilan yang esensial dalam kimia, bahkan menjadi faktor penentu keberhasilan pembelajaran kimia (Bodner & Herron, 2002). Lebih jauh lagi keterampilan ini merupakan salah satu bagian dari keterampilan berpikir tingkat tinggi yang menjadi modal untuk menghadapi tuntutan abad 21 (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-Ricci, & Rumble, 2014). Mempersiapkan mahasiswa Pendidikan kimia dengan keterampilan tingkat tinggi ini diharapkan tidak hanya memberi dampak pada pribadi mereka melainkan juga pada keterampilan peserta didiknya di masa akan datang (Asiye & Bilge, 2016; Astuti, Aziz, Sumarti, & Bharati, 2019). Sehingga Langkah ini merupakan upaya yang memberi dampak jangka panjang yang lebih luas.

Beberapa penelitian telah menunjukkan dampak positif penggunaan simulasi eksperimen terhadap keterampilan *problem solving* seperti yang dilakukan oleh Avramiotis & Tsaparlis (2013). Pada penelitiannya ia yang membandingkan keterampilan penyelesaian masalah tentang gas ideal pada dua kelompok kontrol dan eksperimen yang memanfaatkan simulasi komputer. Meski pun kedua kelompok mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah namun terlihat peningkatan capaian rata-rata untuk kelompok eksperimen. Ini mengindikasikan dampak positif dari penggunaan simulasi terhadap keterampilan *problem solving* peserta didik pada topik tersebut. Selain itu juga terdapat penelitian yang dilakukan oleh Gunawan dkk. (2019). Pada penelitiannya ia menguji penggunaan simulasi eksperimen berupa *virtual laboratory* termodinamika untuk meningkatkan kreatifitas dan keterampilan *problem solving* calon guru fisika. Penelitian ini

menunjukkan bahwa penggunaan simulasi eksperimen dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan *problem solving*.

Berdasarkan uraian-uraian tersebut, dapat diidentifikasi dua masalah utama yaitu: pertama pembelajaran sifat koligatif di perguruan tinggi khususnya untuk mahasiswa pendidikan kimia belum dilengkapi dengan pengalaman dan pengetahuan eksperimen tentang topik tersebut; kedua, Alat, prosedur, dan data eksperimen yang digunakan pada simulasi eksperimen yang ada saat ini tidak realistik sehingga tidak mewakili dan memberikan pengalaman eksperimen sebenarnya pada pengguna.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan *Computer Simulated Experiment* Kenaikan Titik Didih (*CSE-KTD*) untuk meningkatkan keterampilan *experiment problem solving* (*EPS*) dan penguasaan konsep mahasiswa. Diharapkan pembelajaran menggunakan simulasi ini dapat memberikan gambaran terhadap mahasiswa mengenai komponen dan susunan alat yang tepat dan hasil eksperimen yang realistik untuk percobaan kenaikan titik didih. Di samping itu juga dapat menjadi media pembelajaran yang akan meningkatkan keterampilan *EPS* dan penguasaan konsep mahasiswa.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah “Bagaimana hasil pengembangan *Computer Simulated Experiment* Kenaikan Titik Didih (*CSE-KTD*) yang realistik serta implementasinya untuk meningkatkan keterampilan *experimental problem solving* (*EPS*) dan penguasaan konsep mahasiswa?”

Rumusan masalah umum tersebut diturunkan menjadi beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut.

- a) Bagaimana desain *CSE-KTD* berdasarkan karakteristik simulasi eksperimen yang realistik?
- b) Bagaimana kemampuan *CSE-KTD* yang dikembangkan pada penelitian ini untuk menunjang eksperimen alternatif?
- c) Bagaimana kualitas dari *CSE-KTD* yang dikembangkan pada penelitian ini untuk menunjang eksperimen alternatif?
- d) Bagaimana hasil implementasi *CSE-KTD* terhadap keterampilan *experimental problem solving* mahasiswa?

- e) Bagaimana penguasaan konsep kenaikan titik didih mahasiswa setelah penggunaan *CSE-KTD*?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *CSE-KTD* yang realistik sebagai alternatif pelaksanaan eksperimen serta meningkatkan keterampilan *EPS* dan penguasaan konsep mahasiswa.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak berikut.

- a) Bagi peneliti lain, dapat dijadikan referensi mengenai pemanfaatan pengembangan simulasi eksperimen yang realistik.
- b) Bagi pendidik, dapat dijadikan media pembelajaran sebagai salah satu alternatif pelaksanaan eksperimen kenaikan titik didih.
- c) Bagi mahasiswa, dapat memberikan pengetahuan dan pengalaman baru mengenai pemanfaatan *CSE-KTD* serta dampaknya terhadap peningkatan keterampilan *EPS* dan penguasaan konsep.