

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Indonesia sebagai salah satu negara anggota Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) memiliki kewajiban untuk ikut serta dalam berbagai kegiatan dan agenda PBB. Salah satu agenda PBB yang penting untuk diadopsi oleh semua negara anggota adalah Agenda 2030 untuk Pembangunan Berkelanjutan (*the 2030 Agenda for Sustainable Development* atau SDGs). Agenda ini adalah kesepakatan pembangunan baru yang mendorong perubahan-perubahan yang bergeser ke arah pembangunan berkelanjutan yang berdasarkan hak asasi manusia dan kesetaraan untuk mendorong pembangunan sosial, ekonomi dan lingkungan hidup (Sdgsindonesia, 2020). PBB telah mengajak perguruan tinggi untuk mengubah orientasi pendidikan dengan mengintegrasikan pembangunan berkelanjutan pada seluruh disiplin ilmu (Connell *et al.*, 2012). Peninjauan kembali orientasi pendidikan ini berdampak pada pengembangan sikap dan keterampilan baru yang mendukung pembangunan berkelanjutan.

Mahasiswa pendidikan kimia sebagai calon pendidik kimia memiliki tanggung jawab untuk dapat mengajarkan peserta didik pentingnya kimia untuk masa depan yang berkelanjutan bagi bumi (Aubrecht, *et al.*, 2019). Menghubungkan pendidikan kimia ke pemahaman yang lebih lengkap tentang masyarakat dan dunia dinilai lebih efektif untuk mengatasi tantangan kompleks yang terjadi di masa yang akan datang (Kornfeld & Stokoe, 2019). Sayangnya, literasi keberlanjutan (*sustainability literacy*) belum dimasukkan secara sistematis ke dalam kurikulum sarjana kimia (Mahaffy *et al.*, 2014). Suatu pendekatan baru yang dapat menghubungkan kimia dengan sistem pada bumi menggunakan kerangka berpikir sistem. Kerangka ini dapat menjembatani pemikiran mahasiswa ke dunia yang lebih luas sehingga membuat pembelajaran kimia menjadi lebih relevan (Kornfeld & Stokoe, 2019).

Berpikir sistem didefinisikan sebagai kemampuan untuk memahami dan menafsirkan sistem yang kompleks (Orgill, York, & Mackellar, 2019).

Menerapkan berpikir sistem dalam kimia dapat dilakukan melalui pendekatan *molecular basis of sustainability* (Mahaffy & Matlin, 2019). *Molecular basis of sustainability* ini merupakan istilah yang menekankan bahwa masalah lingkungan berasal dari karakteristik molekuler dan solusi yang ditawarkan pun berpotensi dari dimensi molekuler (Anastas & Zimmerman, 2016). Istilah ini didefinisikan secara luas sebagai cara dimana aspek kemasyarakatan dan aspek ekonomi mendasari pertimbangan tentang bagaimana generasi sekarang dan masa depan dapat tetap hidup dalam keterbatasan alam. Definisi ini mencerminkan peran utama kimia dalam menganalisis, mensintesis dan mengubah materi yang penting untuk semua aspek masyarakat (Mahaffy *et al.*, 2019).

Penerapan berpikir sistem dalam pendidikan semakin luas, seperti pada disiplin ilmu biologi, teknik dan ilmu bumi. Namun, penerapan berpikir sistem dalam kimia dan pendidikan kimia masih belum luas (Ho, 2019; Hrin, Milenković, Segedinac, & Horvat, 2016). Penerapan berpikir sistem dalam pendidikan kimia mampu menggerakkan pengetahuan dalam pendidikan kimia yang sebelumnya terbatas hanya mengenai reaksi dan proses kimia menjadi pemahaman yang lebih holistik tentang bagaimana pengetahuan kimia dapat terhubung dengan sistem sosial, sistem teknologi, sistem ekonomi, dan lingkungan yang dinamis dan kompleks dimana kita tinggal (Mahaffy *et al.*, 2019).

Untuk mengintegrasikan suatu komponen dari suatu konten pengetahuan, seperti suatu konten pembelajaran, menjadi suatu sistem dapat menggunakan prinsip dan konsep *technoscience*. Konsep ini dapat membantu mengintegrasikan komponen dari suatu konten pembelajaran sains menjadi suatu sistem tertentu yang menghubungkan antar komponen. Istilah sistem sangat luas, dan muncul dalam beberapa domain yaitu sistem sosial, sistem teknologi, dan sistem alam (Hrin *et al.*, 2016). Sains dan teknologi dalam pendidikan dipandang sebagai subyek yang berbeda dan belum terintegrasi. *Technoscience* adalah salah satu cara mengintegrasikan pembelajaran teknologi ke dalam pembelajaran sains. Pandangan *Technoscience* secara luas memperhitungkan berbagai aspek seperti aspek sosial, ekonomi dan etika (Tala, 2009). *Technoscience* didalam istilah kimia disebut *technochemistry* (Chamizo, 2013). *Technochemistry Education* (TCE)

memandang pendidikan dari perspektif insinyur dan ilmuwan (perekayasa) yang bekerja tidak hanya mengandalkan inkuiri tetapi juga pada perspektif disain (Mudzakir, Liliyasi, Hernani, Widhiyanti, & Sarifudin, 2020). *Technochemistry* berusaha untuk mengajarkan sains-kimia sebagaimana ilmuwan (*scientist*) dan perekayasa (*engineer*) bekerja. Model TCE dipilih berdasarkan Skema *Post-Secondary Chemistry Course Level Goals and Learning Outcomes* dari *American Chemical Society (ACS)* terkait berpikir sistem dalam kimia (Mahaffy *et al.*, 2019).

Mata kuliah kimia unsur termasuk ke dalam salah satu mata kuliah keahlian inti yang terdapat dalam kurikulum sarjana pendidikan kimia. Perkuliahan kimia unsur mengenai logam tanah jarang akan dijadikan topik pembelajaran. Logam tanah jarang berperan penting sebagai material baru dalam berbagai aplikasi di teknologi modern (Rim, 2016; Suprpto, 2009). Keberadaan logam tanah jarang sangat langka di Indonesia. Logam tanah jarang tidak pernah ditemukan sebagai unsur bebas tetapi dalam bentuk mineral (Arianto, Sosidi, Prismawiryanti, & Pusptasari, 2020). Posisi logam tanah jarang pada masa yang akan datang semakin strategis dan perlu diupayakan untuk dapat dikembangkan secara berkelanjutan (Suprpto, 2009). Menggunakan isu-isu mengenai masalah keberlanjutan (dalam hal ini logam tanah jarang) di dalam pendidikan kimia dapat membiasakan mahasiswa berpikir secara sistematis (Burmeister, Rauch, & Eilks, 2012).

Selama ini pembelajaran kimia unsur hanya dipraktikan pada aspek deskriptif. Berdasarkan hasil wawancara pada beberapa mahasiswa pendidikan kimia, diketahui bahwa topik kimia unsur logam tanah jarang ini tidak diajarkan dalam kurikulum S1 Pendidikan Kimia. Topik ini dapat memfokuskan kajiannya pada hubungan struktur material dengan sifat instrinsiknya. Sifat intrinsik ini akan menentukan kinerja suatu material, sedangkan pemrosesan dan fabrikasi suatu material akan sangat bergantung pada hubungan timbal balik struktur-sifat-kinerja. Studi hubungan timbal balik pada suatu piramida alas segititiga yang sudut-sudutnya merepresentasikan struktur, sifat, kinerja dan pemrosesan material pada topik kimia unsur menjadikannya wahana dan wadah yang sangat baik untuk membelajarkan berpikir sistem kepada mahasiswa pendidikan kimia.

Mahaffy, *et al.* (2019) telah melakukan penelitian mengintegrasikan *Molecular Basis of Sustainability* ke dalam mata kuliah kimia dasar dengan mengambil contoh proses Haber-Bocsh pada sintesis amonia yang diperluas menggunakan kerangka berpikir sistem untuk mempertimbangkan interaksi dari proses tersebut dengan berbagai sistem. Pazicni & Flynn (2019) menghubungkan karbon dioksida dengan fenomena perubahan iklim untuk memasukan berpikir sistem pada mahasiswa. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai berpikir sistem dalam pendidikan kimia, belum ada yang menggunakan topik kimia unsur logam tanah jarang.

Mengenalkan berpikir sistem dalam pendidikan kimia akan membantu peserta didik untuk memahami konsep yang kompleks yang terkait dalam suatu sistem. Pada saat yang bersamaan, memasukkan berpikir sistem ke dalam pendidikan kimia membutuhkan peninjauan kembali dalam cara mengajarkan kimia (Constable, Jiménez-González, & Matlin, 2019). Dalam hal ini, diperlukan desain tahapan pembelajaran baru yang memasukan aspek-aspek berpikir sistem. Desain tahapan pembelajaran mencakup kegiatan belajar-mengajar yang telah disesuaikan dengan penalaran peserta didik (Guisasola, Zuza, Ametller, & Gutierrez-Berraondo, 2017). Desain tahapan pembelajaran perlu dikembangkan untuk menghasilkan materi pengajaran dan pembelajaran yang berkualitas tinggi (Couso, 2014).

Beberapa kerangka kerja (*framework*) telah digunakan untuk proses pengembangan dan validasi desain tahapan pembelajaran. Salah satu kerangka kerja yang dapat digunakan adalah *Model of Educational Reconstruction* (MER) yang dikembangkan oleh Duit *et al.*, (2012). Model ini merupakan kerangka kerja yang dikembangkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pada konten tertentu (Reinfried, Aeschbacher, Kienzler, & Tempelmann, 2015). MER memiliki kelebihan dibandingkan dengan kerangka kerja lainnya karena mempertimbangkan dimensi epistemik dari pengetahuan (Méheut & Psillos, 2004). Pemilihan kerangka teoritis MER dilakukan atas dasar pertimbangan tema penelitian yang sesuai. Keberhasilan implementasi MER bergantung pada tema yang menampilkan komponen sains dan teknologi (Testa, Lombardi, Monroy, & Sassi, 2016).

Nursa'adah *et al.*, (2020) telah melakukan penelitian mengenai desain tahapan pembelajaran pada konsep ikatan kimia untuk mahasiswa pendidikan kimia menggunakan kerangka MER. Hasil penelitian didapatkan berbagai konsepsi mahasiswa yang beragam mengenai ikatan logam. Konsepsi mahasiswa yang beragam akan menuntut desain pembelajaran yang beragam. Stavrou *et al.*, (2018) telah mengembangkan desain tahapan pembelajaran berbasis inkuiri pada topik nanosains dan nanoteknologi menggunakan kerangka MER. Desain tahapan pembelajaran yang dikembangkan oleh Stavrou *et al.*, (2018) bersifat adaptif dan fleksibel untuk berbagai konteks tanpa perlu membutuhkan perubahan yang signifikan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penelitian ini akan mengembangkan desain tahapan pembelajaran pada topik kimia unsur logam tanah jarang untuk menguatkan berpikir sistem mahasiswa calon guru kimia menggunakan kerangka kerja MER.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dikemukakan pada bagian sebelumnya, masalah yang teridentifikasi adalah literasi keberlanjutan (*sustainability literacy*) belum dimasukkan secara sistematis ke dalam kurikulum pendidikan kimia, penerapan berpikir sistem dalam pendidikan kimia belum luas, dan diperlukan desain tahapan pembelajaran yang menerapkan berpikir sistem dalam pendidikan kimia. Dari beberapa masalah yang teridentifikasi, maka dirumuskan permasalahan utama yang akan dijawab melalui penelitian ini yaitu "bagaimana desain tahapan pembelajaran untuk membangun berpikir sistem pada konteks *sustainability science literacy* mahasiswa calon guru kimia melalui rekonstruksi pembelajaran pada perkuliahan kimia unsur logam tanah jarang?" Berdasarkan rumusan masalah tersebut dapat dirinci beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana konsepsi ilmuwan terkait topik kimia unsur logam tanah jarang dan bagaimana merekonstruksi konsepsi ini agar sesuai dengan konsep berpikir sistem?

2. Bagaimana konsepsi awal (pre-konsepsi) mahasiswa calon guru kimia terkait topik kimia unsur logam tanah jarang yang sesuai dengan konsep berpikir sistem?
3. Bagaimana rancangan dari desain tahapan pembelajaran untuk membangun berpikir sistem pada perkuliahan kimia unsur logam tanah jarang?
4. Bagaimana implementasi dari desain tahapan pembelajaran untuk membangun berpikir sistem pada perkuliahan kimia unsur logam tanah jarang?
5. Bagaimana profil berpikir sistem mahasiswa calon guru kimia sebelum dan setelah pembelajaran?
6. Bagaimana respon dan tanggapan awal dan akhir mahasiswa calon guru kimia terkait perkuliahan kimia unsur logam tanah jarang bermuatan *technochemistry education* untuk menguatkan berpikir sistem yang telah dikembangkan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini dihasilkan desain tahapan pembelajaran yang tervalidasi dan teruji pada skala pengembangan dapat membangun berpikir sistem mahasiswa calon guru kimia dalam konteks *sustainability science literacy* pada perkuliahan kimia unsur logam tanah jarang.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Bagi pendidik, tersedianya desain tahapan pembelajaran yang dapat menguatkan berpikir sistem pada topik kimia unsur logam tanah jarang.
2. Bagi mahasiswa calon guru kimia, diterapkannya penelitian desain tahapan pembelajaran ini diharapkan dapat meningkatkan berpikir sistem dan sebagai sarana untuk turut berkontribusi dalam pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan.
3. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan rujukan atau referensi dalam mengembangkan penelitian sejenis lainnya.

1.5. Struktur Organisasi

Struktur organisasi berisi sistematika penulisan pada penelitian tesis yang dilakukan. Struktur organisasi mengacu pada pedoman penulisan karya ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia tahun 2019. Struktur organisasi memberikan gambaran setiap bab, urutan penulisan, dan keterkaitan antara satu bab dengan bab lainnya untuk membentuk suatu kerangka tesis yang utuh. Struktur organisasi tesis ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

Bab I Pendahuluan. Bab ini mengungkap latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan struktur organisasi tesis. Di dalam bab ini dijelaskan mengenai alasan penulis memilih judul “Desain Tahapan Pembelajaran pada Topik Kimia Unsur Logam Tanah Jarang untuk Menguatkan Berpikir Sistem Mahasiswa Calon Guru Kimia”.

Bab II Kajian Pustaka. Bab ini berisi konsep, teori dan model untuk memperjelas topik atau permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Disamping itu penulis juga menyertakan penelitian-penelitian dengan topik yang berkaitan. Kajian pustaka terdiri dari teori mengenai desain tahapan pembelajaran, berpikir sistem, pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan, *technochemistry education* melalui perkuliahan kimia unsur, dan isu keberlanjutan dalam topik logam tanah jarang.

Bab III Metode Penelitian. Bab ini memuat alur penelitian yang dilakukan mulai dari desain penelitian, partisipan dan tempat penelitian, instrumen penelitian prosedur penelitian serta analisis data.

Bab IV Temuan dan Pembahasan. Pada bab ini dipaparkan temuan yang diperoleh dari hasil penelitian, analisis data dan pembahasan temuan penelitian yang ditempuh untuk menjawab rumusan masalah.

Bab V Simpulan, Implikasi dan Rekomendasi. Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang ditarik dari penafsiran terhadap hasil dan temuan penelitian serta implikasi dan rekomendasi yang digunakan untuk penelitian selanjutnya.