

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Fungsi dasar pendidikan guru sains yang penting adalah menyiapkan guru yang mampu menghubungkan sains dan teknologi secara bermakna dengan komunitas lokal, kehidupan sehari-hari siswa, dan isu-isu sosial yang lebih luas (American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 1996). Guru sains harus memahami isu-isu penting terkait sains dan teknologi serta melibatkan para siswa untuk menganalisis masalah berdasarkan pengetahuan, tujuan dan nilai (*value*) mereka. Tujuan memahami sains bukan semata-mata untuk kepentingan pembelajaran, tetapi untuk lebih mengaktifkan dan memotivasi warga negara agar dapat berkontribusi dan terlibat dalam masyarakat (DeBoer, 2000). Untuk dapat berkontribusi dan terlibat dalam masyarakat, warga perlu memiliki pengetahuan yang baik (*well-informed citizenry*) (Ajzen, Joyce, Sheikh, & Cote, 2011).

Warga negara yang memiliki bekal pengetahuan (*informed citizen*) harus disiapkan untuk membuat keputusan dan mengambil tindakan terkait isu-isu sains dan teknologi kontemporer yang menjadi perhatian masyarakat umum (National Science Teachers Association, 2003). Salah satu isu sosial terkait dengan fisika yang perlu mendapat perhatian adalah energi (Hobson, 2003; National Science Teachers Association, 2016). Sayangnya, selama ini pembelajaran konsep energi lebih menekankan pada aspek kognitif dengan penekanan pada pemecahan masalah numerik (Papadouris & Constantinou, 2011). Padahal, konsep energi memiliki banyak dimensi kontekstual: sosial, budaya, dan politik (Liu & Park, 2014).

Salah satu isu multidimensi yang dihadapi dunia, termasuk Indonesia adalah sumber-sumber energi dan pemanfaatannya. Sumber energi dari fosil telah menjadi penggerak pertumbuhan ekonomi Indonesia dimasa lalu hingga kini (Sugiyono dkk., 2016). Di sisi lain, penggunaan sumber energi fosil banyak

menimbulkan masalah, baik dari segi ketersediaannya yang semakin berkurang maupun dampaknya bagi lingkungan (C. Dwyer, 2011). Hal ini memperlihatkan bahwa terdapat keterkaitan antara energi, ekonomi, dan lingkungan.

Keterkaitan antara energi, ekonomi dan dampaknya bagi lingkungan dikenal dengan konsep *3E-trilemma* (*energy, economy, environment*) (Hamakawa, 2002; Yoda, 1995). Sumber energi (*E: Energy*) dibutuhkan untuk menggerakkan perekonomian (*E: Economy*) suatu negara. Namun di sisi lain, eksploitasi dan konsumsi yang tidak terkendali terhadap sumber-sumber energi tak terbarukan dapat menimbulkan masalah lingkungan (*E: Environment*) (Hamakawa, 2002). Permasalahan pada salah satu aspek akan menimbulkan masalah pada dua aspek lainnya.

Energi adalah bagian paling sulit dari masalah lingkungan, dan lingkungan adalah bagian tersulit dari masalah energi (Holdren, 2001). Diantara aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan lingkungan, yang terkait dengan sektor energi dapat menimbulkan dampak yang besar (Munasinghe, 1995) seperti pemanasan global (Hobson, 2006). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa banyak dampak lingkungan yang timbul disebabkan oleh aktivitas dan perilaku manusia dalam menggunakan sumber energi (Armel, Yan, Todd, & Robinson, 2011; Stephenson dkk., 2010; Whitmarsh, 2009). Oleh karena itu, manusia harus bijak dalam menggunakan energi.

Berbagai upaya dilakukan untuk mengurangi dampak penggunaan energi. Pengembangan teknologi terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi terutama dalam memanfaatkan sumber-sumber energi baru dan terbarukan. Selain untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, pengembangan teknologi juga diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Pengembangan teknologi terkait energi untuk masyarakat yang berkelanjutan (*sustainable*) hendaknya tidak hanya berfokus pada masalah lingkungan dan ekonomi, tetapi juga pada aspek sosial yang mencakup sikap dan perilaku (Hondo & Baba, 2010; Müderrisoglu & Altanlar, 2011).

Perilaku individu dan masyarakat dalam menggunakan energi dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan dan sikap mereka terhadap energi (Morrisey & Barrow, 1984). Energi merupakan konsep penting dalam fisika agar warga negara dapat mengambil keputusan yang tepat terkait isu-isu sosial yang penting seperti produksi dan penggunaan energi serta perubahan iklim (Duit, Niedderer, & Schecker, 2010; Mohan, Chen, & Anderson, 2009). Oleh karena itu, pendidikan sains memiliki peran penting untuk menyiapkan orang dewasa muda sekarang untuk menjadi pengambil keputusan di masa mendatang terkait energi (Lee, 2016) dan kaitannya dengan masyarakat, ekonomi, dan lingkungan (Zilahy, 2006). Energi menjadi isu kunci untuk pembangunan berkelanjutan yang menjadi tanggung jawab pendidikan sains (Wellington, 2003). Hal ini karena pendidikan dapat mengubah perilaku untuk menggunakan energi secara rasional dan meningkatkan literasi energi (Zografakis, Menegaki, & Tsagarakis, 2008).

Tantangan utama bagi sistem pendidikan yang muncul pada dekade ini adalah mempersiapkan peserta didik sebagai warga negara masa depan untuk terlibat dalam praktik hidup yang berkelanjutan (*sustainable*) dan membantu menciptakan masyarakat yang berkelanjutan dan berkeadilan (Stevenson, Ferreira, Evans, & Davis, 2015). Upaya tersebut dapat berhasil jika peserta didik dipandang bukan hanya sebagai “*human becomings*” (yakni warga negara masa depan), tetapi juga sebagai “*human being*” (yakni warga negara masa kini) (Byrne, Ideland, Malmberg, & Grace, 2014). Karena pentingnya mendidik generasi mendatang untuk lebih *sustainable*, maka topik tentang *sustainability* harus dirangkai dalam program persiapan dan pendidikan guru (Nolet, 2008). Salah satu topik tentang *sustainability* adalah energi (Wellington, 2003).

Mahasiswa calon guru fisika merupakan warga negara masa kini yang memiliki tanggung jawab pribadi dalam hal penggunaan energi. Selain itu, di masa depan mereka adalah guru yang memiliki tanggung jawab untuk mengajarkan konsep energi kepada siswa. Guru memegang peran kunci untuk memperbaiki keadaan siswa (McDermott, Heron, & Shaffer, 2006). Guru cenderung mengajar sebagaimana mereka dulunya dipersiapkan (McDermott,

Shaffer, & Constantinou, 2000). Mahasiswa calon guru fisika penting memiliki literasi energi agar kelak mereka dapat menumbuhkan dan mengembangkan literasi energi siswanya. Dengan literasi energi yang dimilikinya, guru diharapkan menjadi agen utama yang dapat melakukan reorientasi pendidikan agar dapat membawa perubahan menuju dunia yang berkelanjutan (*sustainable*) (Stephens, Hernandez, Román, Graham, & Scholz, 2008; UNESCO, 2004).

Upaya pendidikan untuk mewujudkan dunia yang lebih baik melalui penyiapan warga negara yang memiliki pengetahuan mengenai energi tampak dalam perubahan kurikulum. Dalam dokumen kurikulum di Indonesia, terdapat perubahan terkait konten materi energi yang harus diajarkan di sekolah. Pada Kurikulum 2006, konten materi energi lebih berorientasi pada pemecahan masalah numerik melalui pendekatan konsep usaha atau mekanika daripada termodinamika. Pada Kurikulum 2013, konten energi berorientasi bukan hanya konseptual tapi juga isu-isu lingkungan sebagai dampak dari penggunaan energi. Isu-isu yang dibahas misalnya keterbatasan sumber energi, energi alternatif, upaya menghemat energi listrik, pemanasan global, dan perubahan iklim. Konten energi dalam Kurikulum 2013 tersebut menghendaki guru fisika untuk memiliki literasi energi.

Pengukuran literasi energi terhadap mahasiswa calon guru fisika penting setidaknya karena dua hal (Yusup & Setiawan, 2015). Pertama, hasil pengukuran akan memberi tahu keadaan literasi energi dari responden yang diukur. Tanpa mengetahui keadaan literasi sebagai hasil pendidikan, tidak mungkin mengukur kemajuan atau pencapaian pendidikan yang telah dilakukan. Alasan kedua adalah hasil pengukuran memberi data untuk membuat keputusan yang tepat. Data literasi energi menjadi penting misalnya untuk mengembangkan *green curriculum*.

Untuk mendapatkan data tentang literasi energi calon guru fisika diperlukan instrumen pengukuran. Penelitian pengembangan instrumen dan pengukuran literasi energi telah banyak dilakukan. Ditinjau dari kelompok usia partisipan, penelitian-penelitian yang telah dilakukan bervariasi mulai dari anak usia

setingkat SD (Aguirre-Bielschowsky, Lawson, Stephenson, & Todd, 2017; Cheong, Johari, Said, & Treagust, 2015; Fell & Chiu, 2013) sampai usia setingkat SMP dan SMA (Chen, Liu, & Chen, 2015, Chen, Chou, Yen, & Chao, 2015; Davis, 1985; DeWaters & Powers, 2011; DeWaters, Qaqish, Graham, & Powers, 2013; Halder dkk., 2012; Holden & Barrow, 1984; Kuhn, 1979; Lay, Khoo, Treagust, & Chandrasegaran, 2013; Lee, Lee, Altschuld, & Pan, 2015; Liu, Ryoo, Linn, Sato, & Svihla, 2015). Penelitian literasi energi pada tingkat mahasiswa calon guru sejauh ini belum dilakukan.

Pada era awal, penelitian literasi energi mencakup aspek pengetahuan dan sikap (Davis, 1985; Holden & Barrow, 1984; Kuhn, 1979). Pada satu dekade terakhir, penelitian literasi energi mencakup aspek yang lebih luas yakni pengetahuan, afektif, dan kecenderungan berperilaku (Aguirre-Bielschowsky dkk., 2017; K.-L. Chen dkk., 2015; S.-J. Chen, dkk., 2015; Fell & Chiu, 2013; L. S. Lee, dkk., 2015). *Framework* dan instrumen asesmen literasi energi yang digunakan pada penelitian-penelitian terdahulu masih memiliki keterbatasan dalam konteks pemecahan masalah terkait energi secara holistik (Chen, Liu, & Chen, 2015). Sebagai contoh, *Energy Literacy Questionnaire* (ELQ), instrumen yang dikembangkan oleh DeWaters dan Powers (2011, 2013) banyak mengandung *item-item* yang mensyaratkan pengetahuan secara umum tanpa melibatkan keterampilan pemecahan masalah.

Beberapa contoh pertanyaan dari *item* ELQ untuk domain kognitif (dalam format pilihan ganda) diantaranya, “Sumber energi fosil apa yang paling berlimpah di Amerika Serikat?” “Dibanding tahun 2000, impor minyak tanah Amerika Serikat dari negara lain pada tahun 2011 adalah....” “Berapa persen kira-kira konsumsi sumber energi terbarukan dari total konsumsi energi di Amerika Serikat pada akhir tahun 2011?” Pertanyaan-pertanyaan tersebut dapat dijawab jika *testee* memiliki pengetahuan terkait informasi dalam pertanyaan, dan tidak memerlukan keterampilan berpikir seperti pemecahan masalah atau pengambilan keputusan.

Para pengguna asesmen berbasis riset sebenarnya menginginkan instrumen yang dapat mengukur keterampilan berpikir seperti pemecahan masalah, berpikir seperti fisikawan (Madsen, McKagan, Martinuk, Bell, & Sayre, 2016), dan kontekstual (Klassen, 2006). Asesmen yang kontekstual diperlukan karena perubahan perilaku siswa sebagai hasil pendidikan diklaim dipengaruhi oleh keterhubungan antara apa yang dipelajari dengan dunia nyata mereka sehari-hari (Duit, 1984). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dan berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka pengembangan instrumen asesmen untuk mengukur literasi energi, selanjutnya disingkat IALE, bagi calon guru fisika penting dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah penelitian ini adalah “Bagaimana *framework* dan karakteristik psikometrik instrumen asesmen untuk mengukur literasi energi (IALE) mahasiswa calon guru fisika?” Rumusan masalah tersebut dirinci dalam pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kerangka kerja (*framework*) IALE untuk mahasiswa calon guru fisika?
2. Bagaimana bukti argumen validitas IALE untuk mahasiswa calon guru fisika yang dikembangkan?
3. Bagaimana menggunakan IALE untuk mengukur literasi energi mahasiswa calon guru fisika?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan *framework* dan instrumen asesmen untuk mengukur literasi energi mahasiswa calon guru fisika yang memiliki argumen validitas. Argumen validitas yang dimaksud terdiri dari inferensi penskoran, generalisasi, ekstrapolasi, dan implikasi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan gambaran bagaimana menggunakan IALE.

1.4 Manfaat/Signifikansi Penelitian

Asesmen memang tidak dapat memperbaiki literasi energi, tetapi asesmen dapat digunakan untuk mengevaluasi kurikulum dan pembelajaran konsep energi selama ini. Selain itu, asesmen dapat menjadi tolok ukur bagaimana literasi energi mahasiswa calon guru fisika saat ini. Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat pada aspek teoretis dan aspek praktis.

Pada aspek teoretis, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam memberikan arah pengembangan pembelajaran dan asesmen bagi mahasiswa calon guru fisika untuk membekalkan literasi energi bagi dirinya dan bagi siswanya kelak ketika mereka menjadi guru. *Framework* yang dihasilkan dapat dijadikan panduan dalam menyusun program pembelajaran dan evaluasinya.

Pada aspek praktis, penelitian ini diharapkan dapat menyediakan instrumen untuk mengukur literasi energi bagi mahasiswa calon guru fisika yang memiliki argumen validitas yang memadai. Instrumen tersebut akan bermanfaat untuk mengukur literasi energi mahasiswa calon guru fisika yang hasilnya dapat digunakan untuk mengembangkan *green curriculum* pada tingkat program studi pendidikan fisika ataupun pada tingkat sekolah.

1.5 Struktur Organisasi Disertasi

Disertasi ini terdiri dari lima bab. Bab I memaparkan latar belakang penelitian ini dilakukan. Pada bab ini dipaparkan alasan mengapa penelitian ini dilakukan. Masalah, tujuan dan manfaat penelitian juga dijelaskan pada Bab I. Bab II mengkaji pustaka yang terkait dengan penelitian ini. Kajian pustaka meliputi konsepsi literasi dan literasi energi, dimensi pendidikan energi, konsep energi dalam kurikulum, model Rasch, dan konsep validitas serta reliabilitas instrumen tes. Metodologi penelitian dijelaskan pada Bab III. Bab III mencakup paradigma penelitian, metode dan langkah-langkah penelitian yang dilakukan, partisipan penelitian yang terlibat, serta langkah-langkah dalam menganalisis data. Bab IV memaparkan temuan dan pembahasan dari hasil penelitian ini. Penulisan Bab IV ini menggunakan pendekatan tematik. Urutan pemaparan pada Bab IV

sesuai dengan urutan pertanyaan penelitian. Pada bagian awal, dipaparkan temuan *framework* asesmen literasi energi. Bagian selanjutnya memaparkan temuan dari tahap *pilot test*, uji lapangan 1 dan uji lapangan 2. Berikutnya, dipaparkan hasil pengukuran literasi energi calon guru fisika. Pembahasan dipaparkan bersamaan dengan pemaparan temuan penelitian. Akhirnya, Bab V memberikan simpulan, implikasi dan rekomendasi yang diajukan berdasarkan hasil penelitian.