

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dampak perubahan iklim secara global telah menjadi perhatian utama masyarakat internasional, termasuk Indonesia (Kemenlhk, 2020). Gas rumah kaca memainkan peran penting dalam proses perubahan iklim (BMKG, 2022), dan telah meningkat sejak abad ke-20 karena pengaruh aktivitas manusia (Forster *et al.*, 2007). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) telah merancang solusi yaitu dengan mewujudkan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) (United Nations, 2022).

Salah satu upaya untuk mendukung pembangunan berkelanjutan terutama meningkatkan pengetahuan dan kesadaran individu tentang lingkungan dan isunya adalah melalui literasi keberlanjutan (*sustainability literacy*) (El Awamri, 2015). Menurut Payne (2010), literasi keberlanjutan merupakan kompetensi yang harus dimiliki setiap individu. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mencapai masa depan yang berkelanjutan, kita membutuhkan individu-individu yang memiliki kesadaran terhadap pentingnya literasi keberlanjutan (Décamps *et al.*, 2017). Seseorang yang memiliki literasi keberlanjutan adalah individu yang memiliki pengetahuan, sikap, nilai, dan keterampilan yang dibutuhkan untuk dapat mengatasi masalah dan menerapkan intervensi untuk mencapai masa depan yang berkelanjutan (Dale & Newman, 2005; Diamond & Irwin, 2013; Winter & Cotton, 2012).

Literasi keberlanjutan diartikan sebagai kumpulan keterampilan yang memungkinkan partisipasi dan pengaruh efektif di semua bidang kehidupan untuk kembali menciptakan masyarakat yang berkelanjutan (Bergmann, 2012). Mendorong seseorang untuk mengidentifikasi masalah dan membuat keputusan yang memiliki implikasi keberlanjutan (Payne, 2010), serta mampu memahami isu-isu yang berkaitan dengan keberlanjutan dan membuat pilihan yang tepat untuk pembangunan berkelanjutan (Murray & Cotgrave, 2007). Dengan demikian, untuk mendukung hal tersebut diperlukan suatu proses pengembangan literasi keberlanjutan.

Pengembangan literasi keberlanjutan dapat diintegrasikan ke dalam pendidikan tinggi sebagai upaya yang memungkinkan perubahan dan secara kolektif membangun masa depan yang berkelanjutan (Décamps *et al.*, 2017), serta diposisikan untuk mempersiapkan peserta didik yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan mampu mengatasi tantangan keberlanjutan (Ribble & Clark, 2013). Penelitian oleh Ling (2021), menyatakan bahwa literasi keberlanjutan telah menjadi hasil yang diinginkan dari pendidikan tinggi, mendorong kemajuan keberlanjutan sebagai komponen inti dari misi lembaga pendidikan tinggi di skala lokal, regional, dan global.

Mengintegrasikan literasi keberlanjutan dalam pendidikan tinggi mengacu pada cakupan yang luas termasuk pedagogi dan pembelajaran (Décamps *et al.*, 2017). Pembelajaran yang berkualitas akan menentukan keberhasilan proses pembelajaran, juga menjadi jaminan kualitas proses perubahan peserta didik sebagai *output* (Munthe, 2009). Kreativitas dan kemampuan pendidik untuk merancang kegiatan pembelajaran yang menarik sangat penting dalam hal ini (Zubaidah, 2016). Namun, dalam proses pembelajaran kerap timbul permasalahan yang dipicu adanya hambatan belajar (*learning obstacles*) yang dialami peserta didik.

Didactical Design Research (DDR) dikembangkan oleh (Suryadi, 2019) menyediakan kerangka berpikir (*thinking tools*) dalam menelaah dimensi metapedadidaktik dan situasi didaktis secara empiris melalui analisis kesulitan belajar peserta didik (*learning obstacles*). Analisis kesulitan belajar memetakan faktor penghambat belajar siswa, apakah disebabkan faktor psikologis anak (ontogenik), sajian bahan ajar (didaktikal) atau ketidaksesuaian materi ajar dengan pengalaman belajar anak (epistemologikal). DDR menawarkan paradigma baru pengembangan desain didaktis yang mampu mengaktualisasikan kemandirian pendidik serta berpeluang memberikan dampak pada upaya memandirikan berpikir peserta didiknya.

Desain ini tidak hanya cocok untuk diterapkan di kelas, tetapi bisa juga digunakan dalam mencapai tujuan tertentu yang diinginkan oleh pendidik (Ruthven *et al.*, 2009). Lebih lanjut, desain ini tidak hanya menggambarkan situasi

pembelajaran yang akan dilakukan di kelas, tetapi juga mempertimbangkan respon dari peserta didik dan antisipasi yang perlu diberikan untuk masing-masing respon tersebut. Selain itu, pada desain ini dijabarkan pula keterkaitan hubungan antara guru, materi, dan peserta didik selama tiga fase pembelajaran (sebelum pembelajaran, saat pembelajaran berlangsung dan sesudah pembelajaran) (Suryadi, 2019). Dari beberapa penelitian sebelumnya, penggunaan desain didaktis dapat membantu pendidik dalam menyampaikan hubungan antara sains dan teknologi, serta konten-konten kimia dalam konteks yang digunakan dalam pembelajaran.

Banyak tren pembelajaran kimia terkini yang bernuansa *green chemistry* (Inayah *et al.*, 2022), yang bisa dimanfaatkan untuk menghubungkan konten kimia dalam konteks di kehidupan. Misalnya, menghubungkan materi kimia dengan dampak dari proses kimia melalui isu-isu lingkungan yang relevan di dunia nyata (Chen *et al.*, 2020). *Green chemistry* menawarkan solusi untuk menangani masalah lingkungan, dengan melatih peserta didik agar mampu berkontribusi dalam mengatasi berbagai tantangan. Sehingga, membantu menggerakkan kita menuju masyarakat yang berkelanjutan (Aubrecht *et al.*, 2019; Klingshirn & Spessard, 2009). Selain itu, integrasi pengajaran kimia hijau dapat menjadi suatu proses pembelajaran yang mendorong kesadaran lingkungan dan perubahan perilaku peserta didik serta proses kognitif ke arah yang berkelanjutan (Chen *et al.*, 2020).

Sebagaimana Listyarini *et al.* (2019), bahwa implementasi *green chemistry* dalam pembelajaran kimia dapat menjadi suatu upaya penting dalam mengembangkan kesadaran peserta didik terhadap masalah lingkungan. Membawa peserta didik terlibat langsung dengan lingkungan dalam aktivitas pembelajarannya dan meningkatkan nilai-nilai konservasi peserta didik salah satunya adalah sikap peduli lingkungan (Rosita *et al.*, 2014; Sudarmin, 2013). Pembelajaran kimia untuk menumbuhkan sikap kepedulian akan kelestarian lingkungan perlu ditanamkan sejak awal, maka peserta didik perlu diberi pengalaman suatu rancangan pembelajaran berbasis *green chemistry* (Sudarmin, 2013). Ketika sikap serta perilaku peduli terhadap lingkungan yang didasarkan pada wawasan lingkungan telah ditanamkan, maka akan timbul kesadaran pada diri seseorang untuk menjaga kelestarian lingkungan (Mullenbach & Green, 2018; Simarmata *et al.*, 2018).

Kepedulian terhadap lingkungan merupakan salah satu sikap yang dapat dikembangkan dari pembelajaran khususnya pembelajaran IPA. Peduli lingkungan adalah tindakan yang mengupayakan secara preventif kerusakan lingkungan dan melakukan berbagai upaya perbaikan terhadap kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh berbagai faktor. Ciri khas dari peduli terhadap lingkungan adalah perencanaan dan pelaksanaan berbagai kegiatan untuk mencegah kerusakan lingkungan (Redhana & Merta, 2017). Pendidikan pada saat ini mesti membentuk peserta didik yang mampu memahami persoalan lingkungan dan ikut terlibat dalam upaya memecahkan permasalahan tersebut (Kresnawati, 2013).

Salah satu permasalahan lingkungan bersumber dari limbah sektor perkebunan. Tanaman perkebunan yang diproduksi dalam jumlah terbesar di Indonesia adalah kelapa sawit. Indonesia adalah produsen minyak sawit (*crude palm oil/CPO*) terbesar di dunia dengan estimasi jumlah produksi kelapa sawit pada tahun 2021 sebesar 49.710.345 ton dan luas perkebunan sawit mencapai 15.081.021 hektar (Ditjenbun, 2020). Perkebunan sawit menghasilkan beberapa macam limbah, seperti batang, pelepah daun yang tua, cangkang, dan serat. Dalam beberapa proses pengolahan, proses pascapanen sawit menghasilkan berbagai macam limbah, seperti lumpur sawit, bungkil biji sawit, dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Dari beberapa limbah tersebut, TKKS menjadi salah satu contoh sumber bahan baku yang dapat diolah untuk menghasilkan bioetanol (Darsono & Sumarti, 2014; Sudiyani *et al.*, 2019).

TKKS merupakan salah satu jenis limbah padat yang dihasilkan dalam industri kelapa sawit yaitu mencapai 22%-25% dari bobot Tandan Buah Segar (TBS) (Subiyanto *et al.*, 2004). Dari satu ton tandan buah segar yang diolah akan dihasilkan 23-25% TKKS, 13-15% serat, 6,5% cangkang, 5,5-6% biji dan 16-20% *crude palm oil* (CPO) (Fauzi *et al.*, 2005). Kandungan utama TKKS yaitu lignoselulosa. Lignoselulosa merupakan karbohidrat kompleks yang berasal dari tanaman dan tersusun dari lignin, hemiselulosa dan selulosa (Sari, 2016). TKKS mengandung selulosa 41,3-46,5%; hemiselulosa 25,3-33,8%; dan lignin 27,6-32,5% (Syafwina *et al.*, 2002). Kandungan selulosa dan hemiselulosa dalam TKKS

berpotensi dapat digunakan sebagai sumber gula pereduksi melalui proses kimiawi atau enzimatis, sehingga dapat dikonversi menjadi bioetanol (Darnoko, 2001).

Mengingat luas lahan dan jumlah produksinya yang terus meningkat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat dijadikan prioritas dalam pengembangan bioetanol berbasis biomassa lignoselulosa (Hidayat, 2013). Bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar transportasi yang memiliki manfaat ekonomi, lingkungan, dan energi (Tabah *et al.*, 2017). Selain itu, dapat menjadi solusi untuk meminimalisir ketergantungan terhadap sumber bahan bakar fosil yang dalam penggunaannya memberikan dampak pada peningkatan emisi gas rumah kaca yang merusak lingkungan (Darsono & Sumarti, 2014; Sudyani *et al.*, 2019). Bioetanol sebagai sumber bahan bakar alternatif memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO₂ hingga 18% (Wusnah *et al.*, 2016). Dengan demikian, pengembangan bioetanol dapat menjadi upaya mengembangkan sumber energi yang ramah lingkungan dan berasal dari bahan alam yang bersifat terbarukan untuk memenuhi kebutuhan energi pengganti bahan bakar fosil (Valentine *et al.*, 2012).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hafsah *et al.* (2019), menyelidiki dampak eksperimen *green chemistry* untuk melihat tingkat pengetahuan, kesadaran, dan praktik kelestarian lingkungan peserta didik, dan pencapaian mereka dalam topik laju reaksi. Peserta didik yang berpartisipasi dalam merancang eksperimen *green chemistry* memiliki tingkat kesadaran dan praktik kelestarian lingkungan yang lebih tinggi. Selain itu, penelitian oleh Opoku & Egbu (2018) mengkaji perspektif mahasiswa tentang literasi keberlanjutan. Saat ini, literasi keberlanjutan merupakan keterampilan utama yang dibutuhkan setiap lulusan. Penelitian lain oleh Lee & Manfredi (2021), mengembangkan strategi pembelajaran untuk meningkatkan literasi keberlanjutan di *school of design*, yaitu melalui konsep *recycle*, *reduce* dan *reuse* untuk mengolah limbah bahan-bahan dari hasil proyek.

Dengan demikian, berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penelitian terkait desain didaktis berorientasi *green chemistry* pada topik produksi bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit perlu dilakukan. Desain ini dirancang untuk menguatkan *sustainability literacy* dan sikap peduli lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, maka dirumuskan masalah penelitian yaitu “Bagaimana Desain Didaktis Berorientasi *Green Chemistry* Pada Topik Produksi Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Menguatkan *Sustainability Literacy* dan Sikap Peduli Lingkungan?”. Untuk lebih jelasnya, masalah penelitian dijabarkan menjadi empat pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana konsepsi awal mahasiswa terkait *green chemistry* pada topik produksi bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit yang sesuai dengan *sustainability literacy*?
2. Bagaimana hasil analisis saat implementasi (metapedadidaktik) desain didaktis berorientasi *green chemistry* pada topik produksi bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit yang dirancang untuk menguatkan *sustainability literacy* dan sikap peduli lingkungan?
3. Bagaimana *sustainability literacy* mahasiswa setelah diterapkan desain didaktis berorientasi *green chemistry* pada topik produksi bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit?
4. Bagaimana sikap peduli lingkungan mahasiswa setelah diterapkan desain didaktis berorientasi *green chemistry* pada topik produksi bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan desain didaktis berorientasi *green chemistry* dan perangkat pembelajaran yang tervalidasi dan teruji pada topik produksi bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit untuk menguatkan *sustainability literacy* dan sikap peduli lingkungan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagi pendidik, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai refleksi dalam rangka meningkatkan kualitas pembelajaran dan memberikan wawasan mengenai pembelajaran untuk menguatkan *sustainability literacy* dan sikap peduli lingkungan peserta didik.

2. Bagi peserta didik, diterapkannya desain didaktis ini dapat melatih *sustainability literacy* dan sikap peduli lingkungan terutama pada topik produksi bioetanol.
3. Bagi peneliti yang lain, dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan pokok bahasan yang berbeda

1.5 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Topik penelitian dibatasi pada produksi bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan pemanfaatannya sebagai bahan bakar.
2. Prinsip *green chemistry* yang digunakan berdasarkan Anastas & Warner (1998), yang terkait dengan produksi bioetanol dari TKKS. (a) Penggunaan cairan ionik: 1) Pelarut dan bahan-bahan pendukung yang lebih aman (*safer solvents and auxiliaries*), 2) Desain untuk efisiensi energi (*design for energy efficiency*), 3) Mengurangi turunan (*reduce derivatives*), 4) Sintesis kimia yang kurang berbahaya (*less hazardous chemical syntheses*), 5) Merancang bahan kimia yang lebih aman (*designing safer chemicals*), 6) Bahan kimia yang lebih aman untuk pencegahan kecelakaan (*inherently safer chemistry for accident prevention*); (b) Bioetanol: 7) Penggunaan bahan baku terbarukan (*use of renewable feedstocks*).
3. Tes *sustainability literacy* diadaptasi dari Décamps *et al.* (2017), mencakup tiga dimensi yaitu: 1) *Knowledge* (pengetahuan), 2) *Knowledge of Skills* (pengetahuan tentang keterampilan), dan 3) *Mindset* (Pola berpikir).
4. Sikap peduli lingkungan dikembangkan berdasarkan indikator sikap peduli lingkungan berdasarkan *New Ecological Paradigm* (NEP) (Dunlap *et al.*, 2000).