

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada abad ke-21, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan sangat pesat, menghadirkan tantangan bagi dunia pendidikan untuk mencetak sumber daya manusia yang memiliki kemampuan menyeluruh dalam menghadapi berbagai dinamika kehidupan. Salah satu kompetensi dasar yang perlu dikembangkan dalam pendidikan abad ke-21 adalah kompetensi literasi sains. Kompetensi ini mencakup pemahaman konsep-konsep dasar sains, kemampuan berpikir kritis, serta keterampilan menerapkan pengetahuan ilmiah dalam konteks kehidupan sehari-hari (OECD, 2019).

Pada pendidikan tingkat menengah atas, literasi sains menjadi fondasi penting dalam pembentukan pemahaman peserta didik terhadap dunia sains dan teknologi yang semakin kompleks. Hal ini dikarenakan, menurut Ardiyanti *et al.*, (2019) dan Yuliati (2017) peserta didik yang memiliki tingkat literasi sains yang tinggi akan memiliki kemampuan dalam menjelaskan, menganalisis, dan mengevaluasi data melalui pendekatan ilmiah terkait isu-isu yang ada, sehingga, menghasilkan keputusan yang berbasis bukti. Kemampuan ini mendorong peserta didik menjadi individu yang kreatif, mandiri dan kritis dalam memecahkan masalah sehingga mendukung tercapainya Profil Pelajar Pancasila yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka (Resi & Sihotang, 2023).

Namun, hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa meskipun Indonesia mengalami peningkatan ranking, namun skor literasi sains justru menurun sebesar 13 poin, dari 396 pada tahun 2018 menjadi 383 pada tahun 2022. Selain itu, distribusi kemampuan peserta didik Indonesia dari level 1b (terendah) hingga level 6 (tertinggi) menunjukkan bahwa 41,10% berada pada level 1a, satu tingkat di atas level terendah, sedangkan sisanya tersebar hingga level 4. Tidak ada peserta didik Indonesia yang mencapai level 5 atau 6 (OECD, 2023). Kondisi ini mencerminkan bahwa pendidikan di Indonesia belum mampu menghasilkan individu yang kompetitif, inovatif, kreatif, dan mampu bekerja secara kolaboratif dalam memecahkan masalah di dunia nyata (Wijyaningputri & Utami, 2024).

Siti Fadilawati, 2025

DESAIN DIDAKTIK PROJECT BASED LEARNING BERMUATAN EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD) PADA TOPIK BIOETANOL DARI SAMPAH KULIT BUAH UNTUK MENGEMBANGKAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK KELAS X

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Maka dari itu, perlu adanya perhatian terkait literasi sains yang meliputi pemahaman konsep, keterampilan berkomunikasi, dan pemecahan masalah ilmiah (Valladares, 2021). Hal ini dikarenakan, hasil belajar peserta didik akan lebih baik dan bermakna apabila peserta didik memiliki literasi sains yang baik dalam pembelajaran sains (Anggraeni *et al.*, 2022). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Jufrida *et al.*, (2019) yang menemukan bahwa literasi sains memiliki korelasi positif terhadap hasil belajar kimia.

Menurut Adnan *et al.*, (2021), faktor yang menyebabkan rendahnya literasi sains di Indonesia karena kurangnya relevansi pembelajaran dengan konteks kehidupan sehari-hari, serta pendekatan pembelajaran yang jarang dimulai dari permasalahan nyata yang dihadapi peserta didik. Oleh karena itu, upaya peningkatan literasi sains menjadi sangat penting sehingga memerlukan intervensi yang lebih terarah dalam desain pembelajaran terutama pembelajaran kimia.

Desain pembelajaran kimia yang dikaitkan dengan kehidupan nyata dapat dilakukan dengan mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan, untuk mencapai keseimbangan antara aspek lingkungan, ekonomi dan sosial (UNESCO, 2017). Dalam mendukung upaya ini, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Peraturan Nomor 56/M Tahun 2022 tentang Pedoman Penyelenggaraan Program Kurikulum Merdeka untuk Pemulihan Pembelajaran, ikut menekankan pentingnya pembelajaran yang berkelanjutan dan berorientasi pada prinsip ESD pada setiap jenjang pendidikan di Indonesia (Vioreza *et al.*, 2023). Menurut Paz & Vasconcelos, (2025) dan Sjöström *et al.*, (2024), pembelajaran kimia yang bermuatan ESD mampu memberdayakan peserta didik dengan konsep kimia serta keterampilan melalui pengembangan literasi sains untuk mengambil keputusan dan tindakan yang berkelanjutan dalam mengatasi tantangan global. Menurut Amala *et al.*, (2023), tanpa memuat ESD, pembelajaran kimia berisiko gagal melibatkan peserta didik secara bermakna, sehingga menghasilkan pemahaman yang dangkal terhadap materi dan aplikasinya dalam kehidupan nyata. Kegagalan ini akan berdampak pada literasi sains peserta didik yang rendah yang mempengaruhi hasil belajar peserta didik.

Siti Fadilawati, 2025

DESAIN DIDAKTIK PROJECT BASED LEARNING BERMUATAN EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ESD) PADA TOPIK BIOETANOL DARI SAMPAH KULIT BUAH UNTUK MENGEMBANGKAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK KELAS X

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Muatan ESD dalam pembelajaran kimia dapat diwujudkan dengan mengintegrasikan *Sustainable Development Goals* (SDGs). SDGs yang dapat diwujudkan dalam pembelajaran kimia adalah SDGs nomor 12 yaitu konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab yang berkaitan dengan limbah untuk aspek sosial dan ekonomi, SDGs nomor 13 yaitu aksi untuk mengatasi perubahan iklim yang di dalamnya terkait pemanasan global untuk aspek lingkungan, dan SDGs nomor 7 yaitu energi yang terjangkau dan bersih yang membahas energi alternatif untuk aspek ekonomi (Mitarlis *et al.*, 2023). Ketiga SDGs ini, sejalan dengan capaian umum pembelajaran kimia pada akhir fase E, yaitu peserta didik mampu mengidentifikasi, mengajukan gagasan, merancang solusi, mengambil keputusan dan mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana terkait energi alternatif, pemanasan global, dan pemanfaatan limbah yang diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (Kemendikbud, 2022). Namun, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Putri *et al.*, (2024), pembelajaran yang mengarah pada energi alternatif tidak umum diajarkan di sekolah menengah atas, sehingga perlu adanya intervensi pembelajaran kimia yang mengarah pada topik tersebut.

Implementasi nyata untuk mengatasi tantangan tersebut dan sesuai dengan capaian umum dan muatan ESD adalah topik pemanfaatan sampah untuk produksi bioetanol sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Implementasi topik ini sangat penting disampaikan kepada peserta didik karena memberikan wawasan kepada peserta didik dalam merancang solusi untuk mengatasi tantangan pemanasan global melalui energi alternatif yang diproduksi dari hasil pengolahan sampah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nazarudin *et al.*, (2021), pembelajaran tentang energi alternatif akan memberikan dampak positif pada pengetahuan peserta didik dan berkorelasi positif pada sikap mereka untuk menjadi konsumen yang ramah lingkungan.

Keterkaitan topik tersebut didasarkan pada peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) berupa karbon dioksida (CO_2) dan metana (CH_4). Gas karbon dioksida (CO_2) dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang intensif (Azni *et al.*, 2023), sedangkan gas metana (CH_4) dihasilkan dari proses dekomposisi sampah

terutama sampah organik yang tidak dikelola dengan baik di tempat pembuangan akhir (TPA). Gas metana yang dihasilkan merupakan gas rumah kaca yang memiliki potensi pemanasan jauh lebih besar dibandingkan karbon dioksida (Nordahl *et al.*, 2020). Melalui topik pemanfaatan sampah organik menjadi bioetanol untuk mengurangi emisi gas rumah kaca memungkinkan peserta didik untuk belajar bagaimana pengolahan sampah organik dapat mengurangi karbon dioksida dan metano di atmosfer (Schernikau & Smith, 2022).

Salah satu jenis sampah organik yang berpotensi untuk diolah menjadi bioetanol adalah kulit buah yang kaya akan kandungan gula seperti glukosa dan fruktosa, menjadikannya bahan baku yang potensial untuk diolah menjadi bioetanol melalui reaksi fermentasi (Jahid *et al.*, 2018; Choi *et al.*, 2015). Pemilihan sampah kulit buah menjadi bioetanol selain mengajarkan peserta didik terkait prinsip ekonomi sirkular dengan mengubah sampah kulit buah yang tidak bernilai menjadi bernilai (McCance *et al.*, 2021), juga mendukung pembelajaran aktif jika diarahkan untuk melakukan proyek pembuatan bioetanol dari sampah kulit buah.

Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dinilai efektif untuk mengimplementasikan konteks tersebut dalam mendukung peningkatan literasi sains sekaligus mengintegrasikan tujuan SDGs dalam pembelajaran kimia. Hal ini dikarenakan, melalui PjBL, peserta didik akan terdorong untuk terlibat aktif dalam penyelidikan yang mengharuskan mereka untuk menerapkan pengetahuannya, melakukan eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data serta menyajikan temuan mereka. Aktivitas tersebut akan berdampak pada pertumbuhan pemahaman yang lebih dalam tentang konsep – konsep kimia (Paristiowati *et al.*, 2022).

Memanfaatkan sampah organik untuk menghasilkan bioetanol sebagai energi alternatif memungkinkan peserta didik untuk mempelajari reaksi kimia dalam proses fermentasi anaerobik (Bhowmik *et al.*, 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan McCance *et al.*, (2021), konsep kimia yang dapat diterapkan pada konteks pembuatan bioetanol dari sampah kulit buah adalah stoikiometri dengan penerapan hukum kekekalan massa.

Pemilihan konsep stoikiometri yang diawali dengan menuliskan persamaan reaksi lalu konsep mol, sering kali menjadi salah satu bagian yang paling menantang dalam pengajaran kimia (Kimberlin & Yeziarski, 2016; Ochonogor *et al.*, 2018). Hal ini dikarenakan peserta didik sering merasa kesulitan untuk memahami bagaimana konsep-konsep abstrak ini dapat diterapkan dalam konteks kehidupan nyata. Tantangan muncul ketika siswa tidak dapat melihat relevansi konsep-konsep tersebut dengan pengalaman nyata mereka, sehingga mereka cenderung menghafal rumus-rumus tanpa pemahaman yang mendalam. Akibatnya, berdampak pada literasi sains peserta didik yang menjadi rendah karena proses pembelajaran tidak diarahkan pada pengembangan keterampilan yang bermakna (Tiro *et al.*, 2020).

Pembelajaran kimia melalui PjBL dengan muatan ESD pada konsep kimia dan konteks bioetanol dari sampah kulit akan memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi peserta didik karena bersifat kontekstual (Rahmad & Suryani, 2024). Peserta didik tidak hanya mempelajari konsep kimia, tetapi juga memahami relevansi ilmu tersebut dalam upaya mitigasi pemanasan global dengan mengolah sampah menjadi bioenergi, sehingga mampu berkontribusi langsung dalam mengatasi permasalahan lingkungan dan mendorong peserta didik menjadi agen perubahan. Selain itu, melalui pembelajaran dengan proyek yang memuat ESD dalam bentuk integrasi SDGs dapat memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, inovasi, dan kolaborasi yang mendukung pengembangan literasi sains peserta didik (Hasibuan *et al.*, 2021; Nabilatunnisa & Hernani, 2024). Hal ini sejalan dengan pernyataan (Jegstad & Sinnes, 2015) bahwa kompetensi-kompetensi tersebut tidak hanya penting dalam konteks pembelajaran kimia, tetapi juga dalam konteks kehidupan sehari-hari peserta didik.

Pada penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan Murti (2023) dan Nurjiwa (2025), menunjukkan bahwa desain pembelajaran melalui pengembangan desain didaktis *project based learning* bermuatan ESD terbukti efektif dalam mengembangkan literasi sains pada topik yang berbeda. Sehingga, eksplorasi lebih

mendalam mengenai integrasi topik bioetanol dari sampah kulit buah dalam konteks pembelajaran masih sangat diperlukan. Dalam konteks pembelajaran, topik bioetanol dari sampah kulit buah dapat menjadi media untuk menghubungkan antara teori dan praktik, sehingga mendorong peserta didik untuk menjadi pembelajar yang aktif, kreatif, dan peduli terhadap lingkungan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diungkapkan di atas, terdapat beberapa permasalahan mengenai rendahnya literasi sains peserta didik sehingga memerlukan muatan ESD dalam pembelajaran kimia dengan *project based learning* pada topik bioetanol dari sampah kulit buah. Hal ini menjadi dasar penulis untuk melakukan penelitian mengenai desain didaktik *project based learning* bermuatan ESD pada topik bioetanol dari sampah kulit buah untuk mengembangkan literasi sains peserta didik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, maka dirumuskan masalah penelitian yaitu "Bagaimana Desain Didaktik *Project Based Learning* Bermuatan ESD Pada Topik Bioetanol dari Sampah Kulit Buah untuk Mengembangkan Literasi Sains Peserta Didik?". Lebih jelasnya, masalah penelitian dijabarkan menjadi empat pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik desain didaktik *project based learning* bermuatan ESD pada topik bioetanol dari sampah kulit buah untuk mengembangkan literasi sains?
2. Bagaimana implementasi (metapedagogik) desain didaktik *project based learning* bermuatan ESD pada topik bioetanol dari sampah kulit buah yang dirancang untuk mengembangkan literasi sains peserta didik?
3. Bagaimana profil literasi sains peserta didik setelah diterapkan desain didaktik *project based learning* bermuatan ESD pada topik bioetanol dari sampah kulit buah?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan desain didaktik *project based learning* bermuatan ESD pada topik bioetanol dari sampah kulit buah untuk mengembangkan literasi sains peserta didik.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk pendidik dan peserta didik, penelitian ini memberikan informasi dan panduan mengenai desain didaktis berbasis ESD yang melibatkan proyek pembuatan bioetanol dari limbah kulit buah. Desain ini dapat diimplementasikan dalam pembelajaran materi hukum dasar kimia dan konsep mol, sehingga mendukung proses pembelajaran di kelas.
2. Untuk peserta didik, penerapan desain didaktis ini bertujuan melatih literasi sains peserta didik, khususnya dalam konteks proyek pembuatan bioetanol dari limbah kulit buah yang dikaitkan dengan materi hukum dasar kimia dan konsep mol.
3. Untuk peneliti lain, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi atau acuan untuk penelitian lebih lanjut, terutama untuk pengembangan desain didaktis berbasis ESD dengan cakupan dan pengujian yang lebih luas.

1.5. Pembatasan Masalah

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

1. Pada materi kimia yang akan diterapkan dalam proses pembelajaran yaitu pemanasan global, penulisan reaksi kimia, hukum dasar lavoisier dan perhitungan kimia seperti rasio molar konsep mol. Pemanasan global digunakan untuk pemberian masalah dan penulisan reaksi kimia, hukum dasar kimia lavoisier yang dikaitkan dengan konsep mol untuk perhitungan kimia diterapkan dalam menghitung etanol yang dihasilkan pada proyek pembuatan bioetanol.
2. Pada tahapan pembuatan bioetanol dari sampah kulit buah yang dilakukan

fokus pada tahapan fermentasi.

3. Pengembangan desain didaktik PjBL bermuatan ESD Pada topik bioetanol dari sampah kulit digunakan sampah kulit buah melon, semangka, pisang, nanas.
4. Muatan ESD dibatasi pada tujuan pembangunan berkelanjutan nomor 7 tentang energi bersih, 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, dan 13 tentang penanganan perubahan iklim yang didalamnya membahas pemanasan global karena peningkatan gas rumah kaca.