

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman perkembangan teknologi semakin pesat, setiap individu dihadapkan pada era yang kian tahun terus menerus semakin canggih. Individu juga harus bisa mengatasi hal tersebut agar menjadi sumber daya yang bisa bersaing dan berdaya guna untuk menyelesaikan permasalahan kompleks yang akan terus menerus bermunculan. Bahasan ini menjadi fokus belakangan ini di Indonesia, namun sayangnya Indonesia masih berada diposisi ke-61 dari 132 negara dalam *Global Innovation Index* (GII) 2023 dengan total skor 30,3. GII merupakan indeks yang mengukur kapasitas output inovasi suatu negara. Jika diurutkan berdasarkan negara ASEAN pun Indonesia berada di peringkat ke-5 dibawah negara Singapura, Malaysia serta Filipina (WIPO, 2023). *Knowledge and technology outputs* dijadikan salah satu indikator penilaian dalam GII, yakni mengukur hasil-hasil inovasi dalam bentuk penciptaan pengetahuan, dampak teknologi, serta difusi pengetahuan di suatu negara. Indikator ini menggambarkan seberapa efektif kemampuan suatu negara dalam menghasilkan dan memanfaatkan inovasi teknologi serta pengetahuan yang berdampak pada masyarakat.

Hal ini menjadi cerminan bahwa ada potensi besar yang harus terus dikembangkan agar Indonesia mampu bersaing di kancah global. Dengan melakukan langkah sedini mungkin yang di mulai pada sektor pendidikan, salah satunya dengan melatih kemampuan siswa dalam keterampilan rekayasa atau *engineering design skill*. Sangat disayangkan dalam praktik di lapangan banyak siswa yang masih kesulitan untuk mengembangkan keterampilan rekayasa atau *engineering design skill*. Dengan membekali atau melatih siswa keterampilan rekayasa, mereka akan siap untuk berinovasi dan beradaptasi terhadap perkembangan zaman (Margot & Kettler, 2019). Karena tidak dipungkiri sistem

pendidikan di Indonesia masih menggunakan sistem konvensional sehingga belum mampu membekali siswa dengan keterampilan rekayasa yang memadai. Untuk mengasah keterampilan rekayasa diperlukan pengulangan terus menerus dalam proses belajar mengajar untuk meningkatkan kualitas hal tersebut (Chien *et al.*., 2023).

Dalam penelitian yang telah dilakukan Huang *et al.*., (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek diperlukan untuk meningkatkan kemampuan keterampilan rekayasa siswa agar meningkatkan kemampuan yang berdaya saing abad ke-21. Selain dapat meningkatkan kemampuan berdaya saing pembelajaran proyek juga dapat membuat siswa termotivasi dalam pembelajaran (Kartini Dwi, 2021). Menurut Kwon, (2016) kegiatan pembelajaran *engineering design skill* berbasis STEM dapat membentuk hubungan antara teori dan praktik yang siswa miliki. Dengan melatih siswa keterampilan tersebut dapat menjadi langkah awal menghadirkan solusi-solusi yang menjadi pengembangan lebih lanjut di bidang teknologi dan dapat menangani isu-isu lingkungan. Selain itu, penelitian yang telah dilakukan oleh Nuryani (2020) menyatakan bahwa siswa yang melakukan pembelajaran berbasis STEM memiliki keterampilan rekayasa dalam merancang pembuatan suatu desain sebagai sebuah ide dan solusi.

Namun tak hanya keterampilan rekayasa atau *engineering design skill* saja yang menjadi komponen penting, Yang perlu diperhatikan juga adalah aksi nyata atau keterlibatan siswa dalam hal kepedulian terhadap lingkungan. Aksi nyata atau tindakan didefinisikan sebagai pengetahuan yang didasari dengan kemauan, keyakinan, atau kepercayaan diri untuk berkontribusi dalam pemecahan masalah yang kontroversial (Sass *et al.*., 2021). Dalam konteks pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (ESD), pengetahuan saja tidak cukup. Siswa juga perlu memiliki kemauan, kemampuan, dan keyakinan untuk terlibat secara aktif dalam menyelesaikan masalah nyata di lingkungan sekitar mereka. Melalui pengalaman aksi nyata (*action competence*), siswa belajar mengambil tanggung jawab, berpikir kritis, dan mengembangkan solusi berdampak bagi lingkungan dan masyarakat (Sass *et al.*., 2023). Dalam penelitian yang sudah dilaksanakan Fitriyani (2024)

menyatakan pembelajaran STEM dapat memberikan stimulus untuk memotivasi siswa sehingga siswa memiliki kemauan untuk merencanakan aksi atau tindakan yang berkelanjutan di masa yang akan datang.

Salah satu isu lingkungan yang sedang menjadi perhatian saat ini adalah sektor *Sustainability* atau berkelanjutan, untuk mencapai 17 tujuan dengan 169 target dan 232 indikator yang tercantum dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) atau pembangunan berkelanjutan (United National, 2015). Untuk mencapai tujuan itu salah satu langkah awal yang dapat dilakukan adalah pada siswa melalui *Education for Sustainable Development* (ESD). ESD dapat dipahami sebagai lensa yang memungkinkan kita untuk melihat secara kritis bagaimana dunia ini nantinya dan membekali kita untuk mewujudkan tujuan SDGs tersebut. Dampak paling signifikan yang akan diberikan ESD adalah dalam mendukung pengetahuan, keterampilan, dan kompetensi yang dikembangkan siswa untuk berkontribusi pada masa depan yang lebih berkelanjutan (Qaa & Advance HE, 2021).

Tindakan atau aksi adalah kunci untuk mentransfer keterampilan dan kompetensi kepada siswa untuk mewujudkan SDGs (Olsson *et al* ., 2020). Untuk dapat menangani permasalahan diperlukan kesadaran serta aksi. Menurut Xing & Ironsi (2024) pengetahuan tanpa aksi tidak dapat menyelesaikan permasalahan yang ada pada SDGs. Maka ESD dapat mendorong siswa untuk mengambil tindakan menyelesaikan masalah dalam skala lokal, regional dan global pada permasalahan abad-21 ini (Khahro & Javed, 2022). Salah satu isu global yang harus diperhatikan diperhatikan adalah krisis air bersih. Krisis air bersih menjadi isu global yang dihadapi saat ini, salah satu faktor yang menjadi penghambat ketercukupan air bersih yang layak di Indonesia sering terjadi musim kemarau di sejumlah daerah.

Dari data Badan Pusat Statistik Indonesia (2023) selama tahun 2021 saja hanya 55% produksi air bersih di Indonesia yang berhasil tersalurkan. Tak hanya di Indonesia di sejumlah wilayah Asia Selatan dan Afrika pun, mengalami permasalahan yang sama terkait krisis air, mengingat dampak potensial perubahan iklim terhadap pola cuaca yang berpotensi menyebabkan kekeringan, sehingga

kekuarangan pasokan air bersih (Morris *et al.* , 2023). Krisis air bersih bukan hanya disebabkan perubahan iklim yang menyebabkan kemarau sehingga menurunnya ketersediaan air. Tetapi diperparah oleh tercemarnya air yang berasal dari limbah rumah tangga. Salah satu limbah rumah tangga dengan kontributor terbesar adalah *greywater* dari kegiatan mencuci piring yang menghasilkan zat organik, detergen, minyak serta bahan kimia lainnya yang dapat merusak kualitas air yang dapat mencemari ekosistem perairan (Filali *et al.* , 2022). Pada suatu penelitian menunjukkan bahwa limbah *greywater* dapur menunjukkan konsentrasi pencemar tertinggi dibanding *greywater* hasil aktivitas pencucian pakaian dan kamar mandi (Khotimah *et al.* , 2021).

Air merupakan kebutuhan pokok bagi seluruh kehidupan manusia, oleh karenanya ketersediaan air sangat diperlukan, terutama air bersih, hal ini karena air merupakan salah satu zat yang dapat membawa berbagai macam penyakit dari keseluruhan penyakit yang ada. Nyatanya air berkontribusi sebesar 80% sebagai penyebar penyakit (Qamar *et al.* , 2022). Bahkan studi sebelumnya menemukan bahwa 60% kematian terjadi akibat diare secara global terkait dengan masalah *water, sanitation, and hygiene* (WASH) (Prüss-Ustün *et al.* , 2019).

Ketersediaan air bersih yang memadai, dapat mencegah terjadinya penularan penyakit. Namun sayangnya Indonesia masih belum mencapai kualitas air bersih yang layak, berdasarkan data Indeks kualitas air di tahun 2023 menurut kementerian lingkungan hidup dan kehutanan mendapat nilai 54,59. Nilai ini meningkat dari tahun sebelumnya yang mendapat nilai 53,88. Namun capaian nilai di tahun 2023 belum memenuhi target indeks kualitas air (IKA) yaitu 55,40 (Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, 2023). Di sisi lain dengan nilai indeks kualitas air yang semakin meningkat setiap tahunnya, tetapi belum mampu mencukupi kebutuhan masyarakat akan air bersih yang layak. Permasalahan pun muncul karena permintaan (*demand*) terhadap air bersih tidak tidak sebanding dengan persediaan (*supply*)-nya (Saefatu & Rahmawati, 2023)

Terjadinya fenomena ini sangat disayangkan, padahal kualitas dan ketersediaan air bersih sangat berpengaruh pada berbagai aspek kehidupan baik dari kesehatan maupun pangan, oleh karenanya penanganan akan hal ini sangat diperlukan (E. Lestari & Nugraheni, 2024). Daur ulang air merupakan salah satu solusi potensial dalam menghadapi meningkatnya permintaan sumber air bersih, ketika kondisi pasokan air bersih semakin menipis akibat dampak perubahan iklim. Jika tidak ditangani secara serius, kelangkaan air ini diperkirakan akan menjadi krisis yang ekstrem dalam beberapa tahun mendatang (Tzanakakis *et al.* , 2020). Khususnya air limbah cuci piring yang dapat didaur ulang kembali. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya Pinto & Maheshwari, (2010) penggunaan kembali air limbah dapur yang telah didaur ulang, dapat membantu meminimalisir penggunaan sumber air bersih yang ada. Hal ini dapat menjadi solusi bagi sebagian wilayah di Indonesia yang terdampak kekeringan karena perubahan iklim yang ekstrim.

Pembelajaran berbasis proyek STEM-ESD yang mengangkat tema *Clean Water and Sanitation*, khususnya topik *water scarcity and water use efficiency*, memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan solusi terhadap permasalahan nyata di lingkungan sekitar mereka. Salah satu bentuk implementasinya adalah melalui pengelolaan air limbah rumah tangga, seperti air bekas cucian piring, yang sering kali menjadi penyumbang permasalahan krisis air bersih, terutama di wilayah-wilayah Indonesia yang terdampak kemarau panjang. Topik ini tidak hanya relevan dengan konteks lingkungan lokal, tetapi juga sejalan dengan arah *Kurikulum Merdeka*, di mana salah satu capaian pembelajaran pada mata pelajaran Biologi fase E menekankan kemampuan peserta didik dalam merancang solusi terhadap berbagai persoalan yang bersumber dari isu-isu lokal, nasional, maupun global terkait perubahan lingkungan (bpskap.Kemendikbud, 2024)

Pembelajaran STEM-ESD yang mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, *engineering*, dan matematika dengan prinsip-prinsip keberlanjutan dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah krisis ini. Dengan memanfaatkan

Lu'lu Luthfiyah, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK PEMBUATAN FILTER AIR LIMBAH CUCI PIRING STEM-ESD: CLEAN WATER AND SANITATION TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

pembelajaran berbasis proyek sebagai sarana untuk berpikir kritis siswa, STEM menggunakan aktivitas berbasis penyelidikan seperti pengolahan air merupakan salah satu pendekatan potensial untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan siswa (Oyewo *et al.* ., 2022). Harapannya memunculkan sikap empati pada siswa agar bertanggung jawab atas penggunaan air dan dapat menghemat penggunaannya. Pembelajaran STEM-ESD pun bukan hanya untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang sains, teknologi, *engineering* dan matematika saja, akan tetapi agar siswa mampu menerapkan pengetahuan tersebut untuk memecahkan masalah-masalah kompleks yang mungkin akan tetap mereka hadapi diluar kelas (Bybee, 2013). Tantangan utama bagi pendidik saat ini adalah mencetak individu yang tidak hanya berpengetahuan luas, tetapi juga memiliki kemandirian belajar, kemampuan komunikasi yang baik, serta pemikiran global yang dilandasi oleh kepedulian terhadap keberlanjutan (Khahro & Javed, 2022).

Penerapan pembelajaran biologi berbasis STEM di tingkat Sekolah Menengah Atas sejak dini merupakan langkah strategis dalam membekali peserta didik dengan keterampilan yang diperlukan untuk memecahkan permasalahan lingkungan, khususnya krisis air. Pendekatan ini tidak hanya mendorong penguasaan konsep-konsep ilmiah, tetapi juga menumbuhkan keterampilan rekayasa dan kemampuan berpikir kreatif yang diperlukan untuk menciptakan inovasi-inovasi baru. Inovasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan daya saing Indonesia dalam menghadapi tantangan global. Model pembelajaran STEM sebagai pendekatan terpadu dirancang untuk melatih siswa dalam merancang solusi atas suatu permasalahan melalui produk teknologi yang dihasilkan dari proses rekayasa. Dalam implementasinya, siswa dibimbing melalui tahapan sistematis mulai dari merumuskan masalah, mengembangkan solusi, mendesain teknologi, membangun produk, menguji hasil, hingga melakukan perbaikan terhadap produk yang dikembangkan (Widodo, 2021)

Kegiatan pembelajaran proyek STEM-ESD yang dilakukan pada penelitian ini, siswa diberikan filter air yang sudah ada kemudian diarahkan menganalisis untuk memahami cara kerja, desain dan bahan-bahan yang digunakan. Setelah itu diminta

Lu'lu Luthfiyah, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK PEMBUATAN FILTER AIR LIMBAH CUCI PIRING STEM-ESD: CLEAN WATER AND SANITATION TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

untuk mengembangkan produk baru dari kekurangan yang ada pada alat sebelumnya untuk menghasilkan solusi dari permasalahan yang ada atau *reverse engineering*. Siswa bekerja secara berkelompok untuk membuat prototipe produk berbasis teknologi yang dapat menyelesaikan permasalahan terkait kelangkaan air bersih. Untuk menangani situasi itu dapat dilakukan pengelolaan air yang telah terpakai atau air limbah untuk efisiensi penggunaan air. Pada proyek ini limbah yang digunakan adalah air bekas mencuci piring agar dapat digunakan kembali.

Dari penelitian sebelumnya belum terdapat pembelajaran proyek yang meminta siswa melakukan pembuatan filter air limbah cuci piring. Dari penelitian yang dilakukan Umar, (2023) siswa diminta untuk membuat filter air hujan, hasil dari penelitian tersebut dapat meningkatkan aksi peduli air bersih siswa. Maka pada penelitian ini ingin meminta siswa untuk membuat filter air yang dapat menyaring air limbah cuci piring. Salah satu potensi pemanfaatan ulang limbah cuci piring dapat digunakan untuk menyiram tanaman, karena terdapat zink yang bagus untuk tanaman. Selain itu, upaya penyaringan air limbah cuci piring juga berkontribusi dalam mengurangi potensi pencemaran air (Khotimah *et al.* , 2021). Diharapkan proyek tersebut dapat mendukung dan mengembangkan *engineering design skill* serta aksi siswa untuk menyelesaikan permasalahan *clean water and sanitation* melalui solusi produk teknologi yang peserta didik rancang. Oleh karena itu, berdasarkan paparan yang telah disampaikan, peneliti bermaksud untuk meneliti keterlibatan siswa dalam pembelajaran proyek pembuatan filter air cuci piring STEM-ESD: *Clean Water and Sanitation* terhadap keterampilan rekayasa dan aksi siswa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, permasalahan yang dirumuskan yaitu “Bagaimana keterampilan rekayasa dan peningkatan aksi siswa setelah pembelajaran pembuatan filter air limbah cuci piring STEM-ESD terkait *Clean Water and Sanitation*?”. Rumusan masalah tersebut dirinci menjadi dua pertanyaan penelitian berikut:

1. Bagaimana keterampilan rekayasa siswa setelah pembelajaran proyek pembuatan filter air limbah cuci piring STEM-ESD terkait *Clean Water and Sanitation*?
2. Bagaimana peningkatan aksi siswa setelah pembelajaran proyek pembuatan filter air limbah cuci piring STEM-ESD terkait *Clean Water and Sanitation*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi secara mendalam mengenai implementasi pembelajaran proyek pembuatan filter air limbah cuci piring berbasis STEM-ESD terkait *Clean Water and Sanitation* terhadap keterampilan rekayasa dan aksi siswa. Adapun tujuan khusus dirincikan sebagai berikut:

1. Memperoleh informasi tentang keterampilan rekayasa siswa setelah mengikuti pembelajaran proyek pembuatan filter air limbah cuci piring berbasis STEM-ESD terkait *Clean Water and Sanitation*.
2. Memperoleh informasi tentang peningkatan aksi siswa setelah pembelajaran proyek pembuatan filter air limbah cuci piring berbasis STEM-ESD terkait *Clean Water and Sanitation*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat memberikan pengalaman baru bagi siswa serta mengasah keterampilan rekayasa siswa dalam membuat produk berbasis teknologi untuk mengatasi permasalahan kelangkaan air dan efisiensi penggunaan air. Dan dapat meningkatkan kesadaran atau aksi siswa dalam mewujudkan poin SDGs *clean water and sanitation*, serta menjadi referensi evaluasi, dan wawasan bagi peneliti yang ingin melakukan penelitian serupa dan bagi tenaga pendidik.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini bertujuan agar peneliti lebih fokus dan terarah pada tujuan yang telah ditentukan. Batasan penelitian sebagai berikut:

Lu'lu Luthfiah, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK PEMBUATAN FILTER AIR LIMBAH CUCI PIRING STEM-ESD: CLEAN WATER AND SANITATION TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1. Batasan masalah dalam hal keterampilan rekayasa yakni tingkat keterampilan rekayasa yang diukur yaitu proses rekayasa selama pembuatan produk teknologi filter air limbah cuci piring siswa secara berkelompok sebagai salah satu alternatif solusi dari permasalahan SDGs-6 saat pembelajaran di kelas. Artinya penilaian dilakukan pada proses pembuatan produk bukan pada hasil akhir produk yang dibuat.
2. Batasan masalah dalam hal aksi yakni penilaian aksi dilakukan berdasarkan pengalaman dan rencana tindakan terkait *Clean Water and Sanitation* (SDGs-6) yang hanya didasarkan pada data kuesioner yang diisi oleh siswa secara individu.

1.6 Asumsi Penelitian

Asumsi yang menjadi dasar penelitian ini yaitu rangkaian aktivitas pembelajaran proyek STEM-ESD terkait *Clean Water and Sanitation* dapat membuat siswa untuk ikut serta dalam penanganan masalah air bersih dan sanitasi di lingkungan sekitar. Hal ini akan memotivasi siswa untuk peduli terhadap lingkungan sekitar yang direalisasikan melalui aksi nyata yang berkelanjutan.

1.7 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan uraian dari rumusan masalah, tujuan, dan asumsi penelitian maka hipotesis pada penelitian ini adalah pembelajaran proyek pembuatan filter air limbah cuci piring berbasis STEM-ESD terkait *Clean Water and Sanitation* dapat meningkatkan aksi siswa.

1.8 Struktur Organisasi Skripsi

Penelitian ini berjudul “Pembelajaran Proyek Pembuatan Filter Air Limbah Cuci Piring STEM-ESD: *Clean Water and Sanitation* Terhadap Keterampilan Rekayasa Dan Aksi Siswa.” Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah UPI tahun 2024. Berikut struktur organisasi penulisan skripsi ini.

BAB I merupakan Pendahuluan, dalam bagian ini juga diuraikan permasalahan inti yang menjadi fokus penelitian. Yang dijabarkan dalam bentuk rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan yang ingin dicapai, serta manfaat dari hasil

Lu'lu Luthfiyah, 2025

PEMBELAJARAN PROYEK PEMBUATAN FILTER AIR LIMBAH CUCI PIRING STEM-ESD: CLEAN WATER AND SANITATION TERHADAP KETERAMPILAN REKAYASA DAN AKSI SISWA

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

penelitian yang dilakukan. Selain itu, dibahas pula batasan masalah guna menjaga agar penelitian tetap terarah pada isu utama, asumsi yang mendasari perumusan hipotesis, hipotesis yang diajukan, dan struktur organisasi penelitian.

BAB II Tinjauan Pustaka berisi uraian teori dan penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar untuk mendukung penelitian. Bagian ini juga mencakup kerangka teori dan konsep yang menjadi landasan penelitian. Bagian ini menjelaskan mengenai pembelajaran proyek STEM-ESD *Clean Water And Sanitation*, kererampilan rekayasa siswa dan aksi *Clean Water And Sanitation* siswa,

BAB III Metode Penelitian, metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk jenis penelitian, populasi dan sampel, teknik pengumpulan data, serta prosedur analisis data.

BAB IV Hasil dan Pembahasan, yang berisikan menyajikan temuan atau hasil penelitian dalam bentuk teks, tabel, atau grafik, serta memberikan interpretasi dan pembahasan terhadap hasil tersebut. Pada bagian ini, hasil penelitian juga dikaitkan dengan teori dan penelitian terdahulu.

BAB V Simpulan dan Saran, menyajikan ringkasan dari hasil penelitian serta menjawab rumusan masalah. Bagian ini juga memberikan saran untuk penelitian selanjutnya atau implikasi praktis dari temuan penelitian.