

BAB I PENDAHUUAN

A. Latar Belakang

Bertambahnya jumlah penduduk di negara Indonesia ternyata membawa dampak yang besar terhadap permasalahan lingkungan. Berdasarkan hasil sensus penduduk pada tahun 2020 jumlah penduduk Indonesia mencapai 270,2 juta jiwa, hal ini membuktikan bahwa jumlah penduduk Indonesia mengalami pertambahan sejumlah 32,56 juta jiwa dari hasil sensus penduduk sebelumnya yang dilakukan pada tahun 2010.¹ Jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan berjalannya waktu. Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, maka kebutuhan akan sumber daya alam juga ikut meningkat. Salah satu kebutuhan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari ialah penggunaan air. Namun pada kurun waktu akhir ini penyediaan air yang memenuhi syarat menjadi persoalan yang sering kali diperbincangkan di ruang publik. Yang mana potensi ketersediaan air di Indonesia setiap tahun mengalami penurunan jumlah pasokan air. Seperti halnya ketersediaan air di pulau Jawa, yang mana pada tahun 1930 ketersediaan air di pulau Jawa masih dapat memasok air dengan jumlah 4.700 m³/kapita/tahun. Namun dalam kurun waktu kurang dari 1 abad ketersediaan air di pulau Jawa hanya dapat memasok air sejumlah 1200 m³/kapita/tahun. Dari ketersediaan tersebut, yang layak digunakan dalam aktivitas sehari-hari hanya sebesar 35%, sehingga dengan demikian potensi pasokan air yang layak digunakan di pulau Jawa hanya sekitar 400 m³/kapita/tahun.² Permasalahan tersebut dapat terjadi karena adanya aktivitas dan kegiatan manusia dalam kehidupan sehari-hari yang dapat memicu terjadinya pencemaran air .

¹ Humas Sekretariat Kabinet Republik Indonesia, <https://setkab.go.id/hasil-sensus-penduduk-2020-bps-meski-lambat-ada-pergeseran-penduduk-antarpulau/>

² Arie Herlambang, "Pencemaran Air Dan Strategi Penggulangannya," *JAI* 2, no. 1 (2006): 16–29.

Pencemaran air merupakan penurunan kualitas air bersih yang disebabkan karena masuknya atau dimasukkannya suatu zat, energi atau suatu komponen lain kedalam air yang dipicu oleh aktivitas manusia, sehingga menyebabkan air tersebut tidak dapat berfungsi sesuai dengan kegunaannya.³ Salah satu yang menjadi polutan terbesar yang masuk ke perairan dan berkontribusi dalam meningkatkan pencemaran air ialah buangan air limbah domestik⁴. Air limbah domestik atau yang dikenal dengan greywater merupakan air sisa buangan yang berasal dari kegiatan dapur, toilet, wastafel dan sebagainya. Yang mana apabila sisa air buangan tersebut tidak diolah terlebih dahulu saat dibuang ke lingkungan, maka akan memicu terjadinya pencemaran air yang dapat memberikan efek buruk terhadap kehidupan ekosistem perairan.⁵ Pencemaran air tidak hanya berdampak pada kehidupan ekosistem perairan saja akan tetapi pencemaran air juga memberikan dampak yang serius terhadap kesehatan manusia. Hal ini di buktikan oleh hasil riset WHO yang menyatakan bahwa akibat terjadinya pencemaran air menyebabkan 2 miliar orang menderita penyakit murus. Yang mana lebih dari 5 juta anak-anak meninggal setiap tahunnya karena disebabkan oleh penyakit tersebut.⁶ Oleh karena itu jika masalah pencemaran air ini tidak segera ditangani, maka hal ini akan menyebabkan permasalahan yang lebih besar dimasa yang akan datang.

Saat ini telah ditemukan beberapa metode yang digunakan untuk menangani permasalahan yang berkaitan dengan pencemaran air. Metode fitoremediasi menjadi salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi tingkat

³ Isti'anah Isti'anah, Sayyidatun Najah, and Selvy Hani Putri Pratiwi, "Pengaruh Pencemaran Limbah Detergen Terhadap Biota Air," *Jurnal Envscience* 1, no. 1 (2017): 3.

⁴ Dhama Susanthi, Moh. Yanuar J. Purwanto, and Suprihatin, "Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan IPAL Komunal Di Kota Bogor Evaluation of Domestic Wastewater Treatment Using Communal WWTP in Bogor City," *Jurnal Teknologi Lingkungan* 19, no. 2 (2018): 229–238.

⁵ Mega Filliazati, "Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang," *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 1, no. 1 (2013): 1–10, <https://doi.org/10.26418/jtlb.v1i1.4028>.

⁶ Herlambang, "Pencemaran Air Dan Strategi Pengulangannya."

pencemaran yang disebabkan oleh limbah domestik. Metode fitoremediasi dapat diaplikasikan dengan memanfaatkan tanaman sebagai alat yang digunakan dalam melakukan penyerapan serta mendegradasi kadar pencemaran yang terdapat pada suatu air limbah. Selain mudah dan murah dalam pembuatannya, fitoremediasi dianggap lebih efektif sebagai alternatif dalam mengurangi zat pencemar organik maupun non organik yang terdapat pada air tercemar. Pada dasarnya, tumbuhan memang memiliki kemampuan dalam melakukan penyerapan, penyimpanan dan menampung unsur logam, zat organik dan anorganik.⁷ Hasil penelitian yang dilakukan oleh Suryanti dan Septiana tentang efektifitas tumbuhan enceng gondok sebagai fitoremediasi dalam menurunkan kadar besi (Fe), timah hitam (Pb), mangan (Mn) pada leachate TPA, menemukan hasil bahwa bahwa enceng gondok mampu menurunkan kadar besi (Fe), timah hitam (Pb) dan mangan (Mn).⁸ Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Siti Musapana, Endah Rita Sulistyia Dewi, dan Rivanna Citraning Rahayu mengenai efektivitas semanggi air terhadap kadar TTS pada fitoremediasi limbah cair tahu, mendapatkan hasil penelitian bahwa tanaman semanggi air juga efektif sebagai fitoremediasi terhadap penurunan kadar TSS pada limbah cair tahu.⁹

Pengaplikasian fitoremediasi dalam mengatasi pencemaran air dapat dilakukan melalui area lahan basah (*wetlands*). *Wetland* merupakan suatu lahan yang jenuh air dengan kedalaman air tipikal yang kurang dari 0,6 m yang mendukung pertumbuhan tanaman air. menurut prinsipnya *wetland* dibedakan menjadi dua yaitu *wetland* alamiah

⁷ Mohammad Mirwan and Indria Puspita, "Fitoremediasi Limbah Laundry Menggunakan Tanaman Mensiang (*Actinoscirpus Grossus*) dan Lembang (*Thypha Angustifolia L.*)," *EnviroUS* 2, no. 1 (2021): 61–66, <https://doi.org/10.33005/enviroUS.v2i1.69>.

⁸ Septiana Suryanti, "Efektivitas Tumbuhan Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Fitoremediasi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe), Timah Hitam (Pb), Mangan (Mn) Pada Leachate TPA," *Jurnal Media Kesehatan* 6, no. 2 (2018): 193–200, <https://doi.org/10.33088/jmk.v6i2.213>.

⁹ Siti Musapana, Endah Rita Sulistyia Dewi, and Rivanna Citraning Rahayu, "Efektivitas Semanggi Air (*Marsilea Crenata*) Terhadap Kadar Tss Pada Fitoremediasi Limbah Cair Tahu," *Florea : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya* 7, no. 2 (2020): 92.

(*Natural Wetland*) dan wetland buatan (*Constructed Wetland*).¹⁰ Dimana *wetland* alamiah merupakan suatu sistem pengolahan limbah dalam area yang sudah ada secara alami yang mencakup rawa-rawa, padang rumput basah, lahan yang terkena pasang surut, dataran banjir, dan lahan basah di sepanjang saluran sungai. Sedangkan *constructed wetland* merupakan suatu lahan basah buatan yang memiliki fungsi sebagai tempat pemurnian air limbah dengan menggunakan metode fisika, kimia dan biologi dalam suatu ekosistem, dengan memanfaatkan proses filtrasi, adsorpsi, sedimentasi, pertukaran ion serta penguraian mikroba.¹¹ Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia setiap tahunnya, pembuatan *constructed wetland* pada area terbuka perlu dilakukan. Dengan pembuatan *constructed wetland* banyak keuntungan yang akan didapatkan diantaranya, secara ekologis dengan pembuatan *constructed wetland* dapat menguraikan limbah, secara biologis dapat menambah oksigen bagi biota aquatic, secara ekonomi dengan pembuatan *constructed wetland* akan menambah nilai dan daya Tarik suatu kawasan, kemudian secara social dapat tercipta lingkungan yang lebih baik serta memiliki nilai pendidikan yang didapat dari pengamatan dan penelitian.¹² Dengan demikian faktor utama yang menjadi solusi berbagai permasalahan yang terjadi pada lingkungan ialah penguasaan Ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK).

Penguasaan terhadap Ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) sangat dipengaruhi oleh peran pendidikan. Hal ini karena pendidikan memiliki peran strategis dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia serta sebagai upaya untuk mewujudkan cita-cita bangsa dalam

¹⁰ Ariani Dwi Astuti et al., "Kinerja Subsurface Constructed Wetland Multylayer Filtration Tipe Aliran Vertikal Dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetivera Zozanoides*) Dalam Penyisihan BOD DAN COD Dalam Air Limbah Kantin," *Penelitian Dan Karya Ilmiah* 1, no. 2 (2017): 91–108, <https://doi.org/10.25105/pdk.v1i2.1456>.

¹¹ Ibid.

¹² Barito Adi Buldan Rayaganda Rito, "Pemanfaatan Constructed Wetland Sebagai Bagian Dari Rancangan Lansekap Ruang Publik Yang Berwawasan Ekologis Studi Kasus Houtan Park China," *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan* 9, no. 1 (2017): 46–59.

mewujudkan kesejahteraan umum dan mencerdaskan kehidupan bangsa.¹³ Namun jika dilihat dari hasil studi PISA (Program for International Student Assessment) pada tahun 2011, mengenai studi yang berfokus pada literasi bacaan, matematika, dan IPA, menunjukkan peringkat Indonesia baru bisa menduduki 10 besar terbawah dari 65 negara, sedangkan pada tahun 2015 Indonesia berada pada urutan 69 dari 75 negara di dunia.¹⁴ Oleh karena itu mutu pendidikan di Indonesia harus terus ditingkatkan sejalan dengan perkembangan era globalisasi. Hal ini sebagaimana dinyatakan oleh National Education Association (2012) bahwa jika siswa ingin bersaing di era global maka mereka harus memiliki beberapa keterampilan di antaranya yaitu keterampilan dalam berkomunikasi, berkolaborasi, berpikir kritis, serta keterampilan dalam berkeaktivitas.¹⁵

Dengan adanya berbagai tuntutan keterampilan yang harus dimiliki siswa, maka guru sebagai tenaga pendidik memiliki peranan yang sangat penting dalam mengembangkan berbagai keterampilan yang dimiliki oleh siswa. Salah satu jenis keterampilan yang perlu dikembangkan oleh siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya ialah keterampilan proses sains.¹⁶ Sains merupakan ilmu yang penting bagi kehidupan manusia untuk mengenal dan mengelola lingkungan alam disekitarnya.¹⁷ Sedangkan keterampilan proses sains merupakan segala kemampuan, baik berupa kemampuan mental, fisik, maupun kemampuan sosial yang diperlukan oleh siswa untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep-

¹³ Rini Astuti, "Meningkatkan Kreativitas Siswa Dalam Pengolahan Limbah Menjadi Trash Fashion Melalui PjBL," *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi* 8, no. 2 (2015): 37, <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v8i2.3872>.

¹⁴ Muhali Muhali, "Pembelajaran Inovatif Abad Ke-21," *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika* 3, no. 2 (December 31, 2019): 25.

¹⁵ Hermansyah Hermansyah, "Pembelajaran IPA Berbasis STEM Berbantuan ICT Dalam Meningkatkan Keterampilan Abad 21," *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan* 5, no. 2 (November 30, 2020): 129–132.

¹⁶ Nensy Nensy, "Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Tanjungpinang," *Pedagogi Hayati* 3, no. 2 (2019): 19–23.

¹⁷ Rini Susanti, "Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Melalui Pendekatan Inkuiri," 2013.

konsep, prinsip-prinsip, hukum-hukum serta teori-teori sains sehingga siswa dapat memecahkan berbagai masalah baru yang terjadi di lingkungan sekitarnya melalui metode ilmiah.¹⁸ Namun menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Lu'lu Robiatul F.N dkk mengenai profil keterampilan proses sains siswa kelas VII SMP pada materi ekosistem didapatkan hasil bahwa keterampilan proses sains siswa kelas VII SMP pada tahun ajaran 2019/2020 masih dalam kategori kurang.¹⁹ Hal ini menandakan bahwa keterampilan proses sains yang dimiliki siswa SMP di Indonesia masih tergolong rendah.²⁰ Dengan demikian perlu sebuah upaya dalam melakukan proses pembelajaran yang dapat mengiringi perubahan, sehingga dapat membuat siswa lebih aktif dan termotivasi dalam mengembangkan daya nalarnya untuk melakukan perencanaan dan penyelesaian mengenai persoalan yang dihadapi melalui pemberian pengalaman langsung dengan melakukan serangkaian proses sains. Dengan pembelajaran berbasis proyek diharapkan dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa yang lebih baik dari sebelumnya.²¹

Salah satu model pembelajaran berbasis proyek yang dapat diterapkan dalam pembelajaran sains ialah model pembelajaran STEM-PJBL. STEM-PJBL merupakan model pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan antara sains, teknologi, teknik dan matematika.²² Pada model

¹⁸ Mahmud Alpusari, "Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Dalam Pembelajaran IPA SD," *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar* 2, no. 2 (2015): 41, <https://doi.org/10.33578/jpkip.v2i2.2818>.

¹⁹ Lu'lu Robiatul, Setiono Setiono, and Suhendar Suhendar, "Profil Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas VII SMP Pada Materi Ekosistem," *Biodik* 6, no. 4 (2020): 519–525.

²⁰ Indah Mawar Rani, "Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA Kelas X di Kecamatan Seberang Ulu I Dan Kertapati Palembang," *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (JB&P)* 6, no. 1 (2019): 23–31, <https://doi.org/10.29407/jbp.v6i1.12515>.

²¹ Alusti Cundo Manik, Siti Suryaningsih, and Buchori Muslim, "Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Konsep Koloid Untuk Pengembangan Keterampilan Proses Sains Siswa Evi," *Jambura Journal of Educational Chemistry* 2, no. 1 (2020): 28–39, <https://doi.org/10.34312/jjec.v2i1.2999>.

²² Yasir Sukmawijaya and Aa Juhanda, "Pengaruh Model Pembelajaran STEM-PJBL Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi

pembelajaran berbasis proyek STEM PJBL diawali dengan pencarian masalah yang bersifat kontekstual untuk kemudian dicarikan solusinya melalui penguasaan konsep dan wawasan materi STEM serta materi lainnya sehingga dihasilkan sebuah produk untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam proses STEM terdapat tahap engineering, yang mana dengan adanya tahapan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam merancang (designing) yang dibutuhkan untuk pendidikan selanjutnya serta sebagai bekal kelak dalam pekerjaannya.²³

Berdasarkan latar belakang di atas maka diperlukan sebuah desain proyek pembelajaran yang berorientasi terhadap keterampilan proses sains untuk mempersiapkan peserta didik agar mampu mendesain sebuah produk untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar. Oleh karena itu peneliti mengambil judul desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *constructed wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik dalam penelitian ini.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Bagaimana proses desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *constructed wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik?
2. Bagaimana kelayakan desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *constructed wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Pencemaran Lingkungan,” *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi (Agustus)*, no. 9 (n.d.).

²³ R R Esthi Srigati, “Uji Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) - STEM Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Siswa MTsN 28 Jakarta Timur,” *Jurnal Balat Diklat Keagamaan* 1, no. 2 (2020): 141–152.

1. Menganalisis proses desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *contracted wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik
2. Mengetahui kelayakan desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *contracted wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat baik secara teoritis maupun secara praktis, antara lain:

1. Secara Teoritis

Desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *contracted wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik dirancang sebagai bentuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
2. Secara Praktis
 1. Bagi Siswa
 - a. Membantu siswa agar lebih aktif dalam aktivitas pembelajaran.
 - b. Membantu dalam melatih keterampilan proses sains.
 - c. Meningkatkan kreativitas siswa dalam pembuatan sebuah produk.
 2. Bagi Guru
 - 1) Memberikan alternatif model pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran.
 - 2) Dapat memperbaiki dan meningkatkan sistem kegiatan pembelajaran.
 3. Bagi Peneliti
 - a. Menambah pengetahuan, pengalaman serta wawasan dalam pembuatan desain proyek pembelajaran.
 - b. Desain proyek pembelajaran yang dihasilkan dapat menjadi motivasi untuk mendesain proyek pembelajaran lainnya yang lebih bervariasi.

4. Bagi Peneliti Selanjutnya
 - a. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat menindak lanjuti untuk pengujian lebih lanjut dalam implementasi skala kelas.
 - b. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat memperbaiki dan menyempurnakan kekurangan-kekurangan yang ada pada hasil penelitian.

E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

1. Desain proyek pembelajaran bertujuan untuk melatih keterampilan proses sains pada.
2. Dalam desain proyek pembelajaran terdapat kegiatan perakitan produk berupa *constructed wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik.
3. Dalam desain proyek pembelajaran terdapat panduan pembelajaran berbasis proyek yang disesuaikan dengan sintak STEM-PJBL dan aspek KPS.

F. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi Pengembangan
 - a. Desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *constructed wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik, diharapkan dapat memberikan dan menambah pengetahuan, pengalaman serta wawasan bagi siswa melalui kegiatan pembelajaran berbasis proyek dalam perakitan *constructed wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik.
 - b. Desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *constructed wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik yang dirancang dengan tahapan model pembelajaran STEM-PJBL, diharapkan dapat melatih keterampilan proses sains pada siswa.
2. Keterbatasan Pengembangan
 - a. Uji kelayakan Desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *constructed wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik, diuji hanya pada batas validasi ahli desain serta tanggapan guru.

- b. Desain proyek pembelajaran berorientasi keterampilan proses sains dalam perakitan *constructed wetland* untuk fitoremediasi limbah domestik, didesain hanya memuat materi pencemaran air.

