

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara dengan kepadatan penduduk terbanyak keempat di dunia yaitu Indonesia yang menghasilkan air limbah industri antara berbagai jenis limbah lainnya. Industri tahu adalah salah satu sektor yang telah berdiri sejak lama di Indonesia. Permasalahan industri seringkali terjadi keterbatasan anggaran sehingga fasilitas pengolahan air limbah yang baik belum tersedia. Sumber air limbah industri berasal dari proses pemasakan dan pencucian kedelai, pembersihan lantai, dan peralatan. Warna air yang dihasilkan putih keruh karena bahan organik dari selaput lendir, kulit, dan bahan lainnya. Air limbah industri memiliki bau karena mikroorganisme yang mendekomposisi bahan organik yang menyebabkan reaksi kimia dan gas (Sayow *et al.*, 2020). Semakin banyak limbah yang dihasilkan setiap produksi maka akan lebih sulit untuk mengelolanya dikarenakan di dalam limbah memiliki kandungan beberapa zat atau senyawa kompleks karbohidrat, protein dan lemak yang membuat mikroorganisme sukar dalam degradasinya (Normila *et al.*, 2024).

Bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tahu biasanya memiliki kandungan 40-60% protein, 25-50% karbohidrat dan 10% lemak yang berpotensi mencemari lingkungan (Amalia *et al.*, 2022). Selain mengandung padatan terlarut dan tersuspensi, limbah ini juga memiliki tingkat polutan organik yang tinggi yaitu sebesar 6000-8000 mg/L kadar BOD₅ dan 7500-14000 mg/L pada parameter COD serta rendahnya kadar pH yaitu 5-6 (Pangestu *et al.*, 2021). Peraturan tentang baku mutu air pengolahan kedelai (tahu) yang semula diatur pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 telah diperbarui dengan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 memuat parameter BOD yang diperbolehkan yaitu <150 mg/L, kadar COD 300 mg/L, pH 6-9 serta 200 mg/L dalam uji TSS.

Penerapan teknologi bioremediasi menjadi salah satu upaya dalam pengolahan limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme. Penggunaan

ekoenzim sebagai produk fermentasi dalam bioremediasi bertujuan untuk mendegradasi bahan organik dengan cara pemisahan bahan seperti partikel dari protein maupun lemak limbah cair tahu dengan tujuan agar proses degradasi dapat berlangsung lebih cepat dan optimal. Ekoenzim dapat dibuat dari sisa kulit buah, sayuran, dan air serta dengan penambahan molase, limbah kulit singkong juga dapat digunakan dalam pembuatannya. Ekoenzim mengandung beberapa enzim diantaranya diantaranya protease, lipase, dan amilase. Menurut Gaspersz *et al.*, (2022), enzim-enzim yang terdapat pada limbah berperan aktif pada saat degradasi protein, karbohidrat serta lemak.

Bahan dasar ekoenzim dari kulit singkong mudah didapatkan karena produksi singkong melimpah di Indonesia. Kulit singkong yang tidak dimanfaatkan secara optimal dapat menimbulkan permasalahan baru sebagai sampah organik (Wikanastri *et al.*, 2012). Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan dasar ekoenzim karena menurut Wachid dan Ningrum (2017), kulit singkong mengandung 44-59% karbohidrat serta 1,5-3,7% protein, sehingga menjadi media pertumbuhan bagi bakteri serta khamir. *Sacharomycess cereviceae* dapat tumbuh di media kulit singkong atau dalam bentuk pati singkong (Wahyudi *et al.*, 2021). Peranan mikroorganisme dalam proses degradasi yaitu menguraikan kandungan selulosa, hemiselulosa, protein, lignin maupun lemak pada kulit singkong melalui aktivitas enzimatik seperti selulase, amilase dan pektinase. Proses dari degradasi menghasilkan gula sederhana yang selanjutnya akan difermentasi menjadi berbagai metabolit, termasuk asam organik dan enzim (Pulungan, 2015 ; Khastini *et al.*, 2022). Selama proses fermentasi, *Sacharomycess cereviceae* memanfaatkan glukosa sebagai sumber energi yang diubah menjadi etanol, karbondioksida dan berbagai metabolit sekunder (Wachid dan Mutia, 2019 ; Oh *et al.*, 2020).

Penambahan limbah cair tahu ke dalam proses fermentasi sebagai nutrisi tambahan untuk meningkatkan produksi enzim yang efektif menguraikan suspensi organik dalam limbah cair tahu (Adack, 2013). Limbah cair tahu diketahui menjadi media pertumbuhan bakteri karena memiliki kandungan enzim yang lengkap, salah satu jenis enzim yang sangat populer

penggunaannya adalah enzim protease sedangkan contoh mikroba yang dapat tumbuh yaitu *Bacillus* (Oktavia *et al.*, 2022). Kombinasi kulit singkong sebagai sumber karbohidrat tinggi serta penambahan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen dapat menjadi media pertumbuhan berbagai mikroba seperti *Lactobacillus sp* termasuk kategori BAL (Hikmah, 2020), *Sacharomycess cerreviccae* (Wachid & Mutia, 2019), dan *Bacillus* (Oktavia *et al.*, 2022).

Penelitian ini didasarkan pada pemanfaatan ekoenzim kulit singkong yang dikombinasikan dengan penambahan limbah cair tahu sebagai agen bioremediasi untuk memperbaiki kualitas limbah cair tahu melalui penurunan kadar BOD. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan efektivitas yang lebih besar dibandingkan perlakuan tunggal karena adanya interaksi enzimatik dan mikrobiologis yang saling mendukung. Selain itu, upaya ini sekaligus menawarkan solusi pemanfaatan limbah organik secara simultan, sehingga mendukung pengelolaan limbah yang lebih efisien, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini didasari latar belakang yang telah diuraikan yaitu bagaimana potensi ekoenzim kulit singkong sebagai agen bioremediasi limbah cair tahu.

1.3 Cakupan dan Batasan Masalah

1.3.1 Cakupan Masalah

Penelitian ini mencakup kajian mengenai pemanfaatan limbah organik berupa kulit singkong sebagai bahan dasar pembuatan ekoenzim dalam mendegradasi limbah cair tahu. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi ekoenzim limbah kulit singkong sebagai agen bioremediasi dalam menurunkan kadar *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* pada limbah cair tahu.

1.3.2 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya terbatas pada pengujian parameter BOD sebagai indikator efektivitas ekoenzim serta pH dan suhu sebagai parameter lingkungannya. Variasi perlakuan yang digunakan dibatasi pada perbedaan jenis bahan pembuat ekoenzim yaitu berbahan kulit singkong. Penelitian ini dilaksanakan dalam skala laboratorium guna memperoleh data awal mengenai efektivitas ekoenzim *pra-treatment*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan agar dapat berkontribusi dalam upaya mengatasi permasalahan lingkungan yang ada yaitu dengan menganalisis potensi ekoenzim kulit singkong sebagai bioremediasi limbah cair tahu.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini secara teoritis diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan penelitian di bidang bioteknologi lingkungan, khususnya terkait pemanfaatan limbah organik sebagai bahan dasar ekoenzim. Kajian ini dapat menambah pemahaman mengenai potensi biokimia kulit singkong serta proses fermentasi yang menghasilkan senyawa aktif dengan kemampuan bioremediasi. Selain itu, dengan adanya penelitian dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang ingin menguji efektivitas ekoenzim pada parameter lain seperti mengukur COD serta analisis TSS.

1.5.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini secara praktis berkontribusi sebagai salah satu cara dalam mengatasi permasalahan dan pengolahan limbah cair tahu yang ramah lingkungan, tanpa penggunaan bahan kimia tambahan dan mendorong pemanfaatan limbah pertanian dan limbah industri rumah

tangga (kulit singkong dan limbah cair tahu) menjadi produk bernilai guna tinggi. Dengan adanya penelitian tidak hanya berfokus pada upaya pengurangan jumlah limbah, tetapi juga mendorong terciptanya praktik ekonomi sirkular. Selanjutnya dapat memberikan rekomendasi bagi pelaku industri kecil dalam menerapkan teknologi bioremediasi sederhana yang berkelanjutan.

1.5.3 Manfaat Lingkungan

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam mengurangi pencemaran yang disebabkan oleh limbah kulit singkong dan limbah cair tahu. Selain bermanfaat karena terdapat penurunan sampah organik, bioremediasi yang memanfaatkan limbah organik juga memberikan inovasi pengolahan limbah dengan hadirnya produk fungsional. Pendekatan ini turut mendukung upaya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan serta berkelanjutan sehingga dapat menjadi alternatif yang relevan bagi masyarakat maupun pelaku industri kecil.