

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri penyamakan kulit mempunyai peran penting sebagai salah satu pilar usaha yang menyokong perkembangan ekonomi di Indonesia.. Namun, proses produksi penyamakan kulit menggunakan bahan kimia seperti kromium sulfat, zat organik kompleks, serta bahan tambahan lain yang menghasilkan limbah cair dengan karakteristik berbahaya. Karakteristiknya ditandai dengan tingginya kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solids* (TSS), serta adanya polutan logam berat seperti kromium (Cr) yang beracun, sulit terurai (persisten), dan risiko mengalami bioakumulasi dalam rantai makanan. Jika dibuang langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan yang memadai, limbah tersebut berisiko merusak ekosistem perairan, merugikan kualitas lingkungan hidup, serta memicu gangguan kesehatan pada masyarakat sekitar.(Singh, 2023).

Metode konvensional yang umum digunakan dalam pengolahan limbah penyamakan kulit, seperti koagulasi-flokulasi, lumpur aktif, maupun oksidasi kimia, memang dapat menurunkan sebagian kandungan polutan. Namun, metode tersebut memiliki keterbatasan biaya operasional yang tinggi, produksi lumpur berlebih, serta efektivitas yang tidak stabil dalam menangani polutan organik kompleks dan logam berat multivalen. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif yang meminimalkan dampak ekologis (ramah lingkungan) dalam sistem pengolahan berkelanjutan, untuk mengatasi masalah ini.(Mpofu et al., 2021)

Salah satu teknologi yang berkembang adalah proses biologis berbasis mikroalga. Mikroalga memiliki kemampuan menyerap nutrisi, bahan organik, dan logam berat, sekaligus menghasilkan biomassa yang berpotensi dimanfaatkan lebih lanjut. Dari berbagai spesies mikroalga, *Tetraselmis chui* merupakan kandidat yang menjanjikan. Mikroalga ini dikenal memiliki laju pertumbuhan cepat, toleransi tinggi terhadap kondisi lingkungan ekstrem, serta mampu menghasilkan *extracellular polymeric substances* (EPS) yang berperan dalam biosorpsi polutan. Selain itu, biomassa *Tetraselmis chui* dapat

dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti pakan, *biofuel*, maupun sumber senyawa bioaktif, sehingga selaras dengan konsep *circular bioeconomy* (Nunes et al., 2020)

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas mikroalga dalam menurunkan beban pencemar pada limbah cair penyamakan kulit. melaporkan bahwa mikroalga mampu menurunkan kadar COD hingga 68% dan Cr hingga 72% pada variasi pengenceran limbah 25–75% selama 30 hari masa kultur. *Tetraselmis chuii* mampu menurunkan COD sebesar 65% dan Cr sebesar 70% pada konsentrasi limbah 30%, sedangkan pada konsentrasi di atas 50% terjadi penurunan pertumbuhan sel akibat toksisitas logam berat. Selain itu, penelitian oleh menunjukkan bahwa *Tetraselmis chuii* memiliki kemampuan biosorpsi logam mencapai 90% pada konsentrasi logam sedang. Rusanowska & Dudek. (2023) juga melaporkan bahwa produksi *extracellular polymeric substances (EPS)* oleh mikroalga berperan penting dalam proses *flokulasi* dan penjerapan logam berat, sehingga meningkatkan efisiensi pemisahan biomassa selama proses kultivasi (Urbina-Suarez et al. 2022),

Meskipun berbagai penelitian tersebut menunjukkan keberhasilan mikroalga dalam menurunkan kadar polutan, sebagian besar masih berfokus pada nilai efisiensi penyisihan tanpa menelaah secara mendalam peran faktor biologis seperti kelimpahan sel dan produksi EPS terhadap efektivitas proses bioremediasi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji hubungan antara kelimpahan sel dan produksi EPS terhadap efisiensi penyisihan COD, TSS, dan Cr pada limbah cair penyamakan kulit menggunakan mikroalga *Tetraselmis*.

Atas dasar pemikiran tersebut, penelitian pemanfaatan mikroalga jenis *Tetraselmis chuii* untuk mereduksi limbah cair penyamakan kulit dilakukan guna memperjelas hubungan antara konsentrasi limbah, inokulum awal, serta keberhasilan eliminasi COD dan TSS. Pengaruh dari populasi sel dan senyawa EPS terhadap pembersihan COD, TSS, serta unsur logam berat juga menjadi fokus analisis dalam studi ini. Dengan demikian, luaran penelitian ini diharapkan mampu memformulasikan teknologi pengolahan limbah yang ramah lingkungan sekaligus memperdalam pemahaman teoritis tentang mekanisme kerja bioremediasi mikroalga.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini meliputi :

1. Seberapa besar efisiensi mikroalga *Tetraselmis Chui* dalam menyisihkan beban pencemaran berupa COD, TSS, dan Cr dari limbah penyamakan kulit?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi limbah cair (20%, 50%, 75%, dan 100%) terhadap efektivitas penyisihan COD,TSS, dan Cr oleh *Tetraselmis Chui* ?
3. Bagaimana keterkaitan antara kelimpahan sel mikroalga terhadap efektivitas penyisihan COD, TSS, Cr?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis efisiensi penyisihan COD, TSS, dan Cr oleh *Tetraselmis Chui* pada limbah cair industri penyamakan kulit.
2. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi limbah cair penyamakan kulit (20%, 50%,75% 100%) terhadap efektivitas penyisihan COD,TSS, dan Cr oleh *Tetraselmis chuii*.
3. Menganalisis peran kelimpahan sel Mikroalga terhadap efektivitas penyisihan COD, TSS, dan Cr.

1.4 Manfaat Penelitian

- Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang bioteknologi lingkungan, khususnya pemanfaatan mikroalga *Tetraselmis chuii* sebagai agen bioremediasi limbah cair industri penyamakan kulit.
- Menyediakan data ilmiah tentang hubungan variasi konsentrasi limbah dan mikroalga dengan efisiensi penyisihan COD,Cr dan TSS,sehingga memperkaya literatur mengenai kinetika pertumbuhan dan potensi remediasi oleh *Tetraselmis Chui*

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Mikroalga yang digunakan adalah *Tetraselmis Chui* .
2. Media uji yang digunakan adalah limbah cair penyamakan kulit dengan variasi konsentrasi 20%, 50%, 75%, dan 100%.
3. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Riset Teknik Lingkungan dengan estimasi durasi kultur ± 21 hari per siklus percobaan..
4. Parameter uji yang dianalisis yaitu :
 - Uji COD dan TSS
 - Uji Logam Berat

- Kelimpahan Sel
 - Produksi EPS
5. Analisis data menggunakan analisa statistik deskriptif dan Analisa korelasi spearman