

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri tekstil telah berkembang pesat seiring peningkatan kebutuhan manusia. Perkembangan tersebut berdampak negatif terhadap lingkungan karena menghasilkan limbah cair. Salah satu zat pencemar dalam limbah cair tersebut adalah pewarna sintetis. Pewarna sintetis digunakan secara luas karena bersifat stabil, tetapi karakter ini menjadikan pewarna sintesis sulit didegradasi oleh lingkungan perairan secara alami. Hal ini berakibat limbah cair dapat mencemari lingkungan perairan dengan mengurangi kadar oksigen terlarut (Prastiwi dkk., 2025).

Salah satu pewarna sintetis adalah *Congo Red*. *Congo Red* adalah pewarna azo sintetis yang terdapat gugus azo ($-N=N-$), amina aromatik ($-NH_2$), sulfonat ($-SO_3Na$), dan cincin aromatik yang membuat struktur zat warna ini bersifat stabil. Selain itu, *Congo Red* bersifat anionik dan dapat larut dalam air (Siddiqui dkk., 2023), namun dapat menyebabkan efek toksik terhadap organisme perairan dan bersifat karsinogen terhadap manusia. Oleh karena itu, sebelum zat warna *Congo Red* dibuang ke lingkungan harus diolah menggunakan metode pengolahan yang efektif.

Beberapa metode pengolahan zat warna *Congo Red* yang telah dilakukan yaitu adsorpsi menggunakan $Mg(OH)_2$, fotokatalisis menggunakan ZnO-Arang Aktif, dan biodegradasi menggunakan kapang. Secara umum, metode-metode

tersebut memiliki kekurangan, antara lain pada metode adsorpsi yaitu bahan adsorben memiliki kapasitas tertentu, metode fotokatalisis yaitu membutuhkan biaya tinggi, dan metode biodegradasi yaitu memerlukan waktu yang lama. Oleh karena itu, metode alternatif yang lebih efektif, tidak merusak lingkungan, dan ekonomis diperlukan, antara lain yaitu metode elektrolisis atau disebut elektrodekolorisasi (Triavia dkk., 2016).

Metode elektrodekolorisasi merupakan metode yang memanfaatkan arus listrik searah untuk menurunkan intensitas warna (dekolorisasi) senyawa organik melalui reaksi reduksi-oksidasi (redoks) (Rohayati dkk., 2017). Selain itu, metode ini berpotensi menyebabkan mineralisasi yang sempurna dengan penguraian senyawa organik kompleks menjadi senyawa anorganik sederhana seperti gas karbon dioksida (CO_2), air (H_2O), ion nitrat (NO_3^-), dan ion sulfat (SO_4^{2-}) (Grzyb dkk., 2020).

Keberhasilan metode elektrodekolorisasi bergantung pada jenis elektroda dan elektrolit pendukung yang digunakan (Triavia dkk., 2016). Pada penelitian ini menggunakan elektroda timbal dioksida (PbO_2) sebagai anoda dan elektroda timbal (Pb) sebagai katoda. Hal ini karena elektroda PbO_2 bersifat inert, termasuk material semikonduktor yang mampu menghantarkan arus listrik dengan baik, tahan korosi, dan tidak membutuhkan biaya tinggi (Sires dkk., 2010). Jika elektroda ini digunakan sebagai anoda maka dapat membentuk radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) reaktif yang mampu mendegradasi *Congo Red* (Hasibuan dkk., 2018). Selain itu, pada penelitian ini menggunakan elektrolit pendukung berupa natrium klorida (NaCl) karena dapat terionisasi sempurna sehingga meningkatkan

kemampuan larutan *Congo Red* dalam menghantarkan arus listrik. Hal ini karena *Congo Red* memiliki daya hantar listrik yang rendah akibat ukuran molekul yang besar. Ion Cl^- yang dihasilkan dari disosiasi NaCl dapat teroksidasi di anoda membentuk Cl_2 , yang kemudian akan menghasilkan radikal klorin ($\bullet\text{Cl}$). Oleh karena itu, elektrolit NaCl dapat membantu meningkatkan degradasi senyawa organik zat warna (Widodo dkk., 2018).

Penelitian tentang elektrokolorisasi menggunakan elektroda Pb-PbO_2 telah banyak digunakan untuk mendegradasi berbagai zat warna azo, seperti *Methyl Orange* dan *Methyl Red*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data ilmiah mengenai kinerja elektroda Pb-PbO_2 dalam mendegradasi *Congo Red*. Dalam penelitian ini, studi tentang dekolorisasi limbah *Congo Red* dilakukan secara *artificial* menggunakan larutan serta kinerja sistem diukur berdasarkan parameter persentase dekolorisasi melalui pengukuran absorbansi, spektra UV-Vis, dan berdasarkan parameter mineralisasi melalui pengukuran kadar ion sulfat, ion nitrat, COD, dan keberadaan gas CO_2 . Analisis kondisi optimum elektrokolorisasi dilakukan melalui penentuan potensial aplikasi, pH optimum larutan, dan waktu optimum dekolorisasi. Selain itu, analisis kadar logam Pb terlarut dilakukan menggunakan AAS, sedangkan karakterisasi elektroda Pb-PbO_2 dilakukan menggunakan SEM-EDX.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Melakukan elektrokolorisasi serta mineralisasi terhadap larutan *Congo Red* menggunakan elektroda Pb-PbO_2 dan elektrolit pendukung NaCl .

2. Menentukan tingkat dekolorisasi larutan *Congo Red* menggunakan spektrofotometri UV-Vis.
3. Menganalisis hasil mineralisasi larutan *Congo Red* secara deskriptif-kuantitatif melalui kadar ion sulfat, ion nitrat, dan COD serta secara kualitatif melalui identifikasi keberadaan gas CO₂.