

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang menyumbangkan sejumlah volume polutan terbesar yang berpotensi merusak kualitas lingkungan. Kandungan zat pencemar terbesar dalam air limbah tekstil adalah zat warna. Beberapa zat warna memiliki efek mutagenik dan karsinogenik (Gong dkk, 2005).

Zat warna merupakan senyawa organik yang mengandung gugus kromofor terkonjugasi. Zat warna tekstil umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena. Di antara berbagai macam zat warna tekstil, zat warna indigo biru banyak digunakan sebagai zat warna celup yang memberikan warna biru pada industri tekstil jenis jeans dan denim. Total produksi zat warna indigo mencapai 10.000 ton setiap tahunnya dan akan terus meningkat (Dogan dan Turkdemir, 2012).

Zat warna indigo memiliki intensitas warna yang kuat dan merupakan senyawa organik yang stabil. Dalam struktur indigo biru, terdapat gugus benzena yang cenderung stabil, sehingga sulit untuk didegradasi. Selain itu, juga terdapat dua buah gugus karbonil ( $C=O$ ) yang tidak larut dalam air (Albuquerque dkk, 2013). Jika air limbah yang mengandung zat warna organik sintetik ini dialirkan ke sungai-sungai tanpa diolah terlebih dahulu akan menimbulkan masalah

pencemaran dan mengganggu keseimbangan ekosistem makhluk hidup (Achmad, 2004).

Air limbah dari industri tekstil sulit untuk diolah, karena di dalam bahan pewarna terdapat struktur kompleks senyawa aromatik yang menyebabkan air limbah semakin sulit didegradasi (Stolz, 2000). Dengan karakteristik seperti ini, maka diperlukan metode pengolahan air limbah yang tepat.

Pengolahan limbah dapat dilakukan secara fisika, kimia, maupun biologi. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengolah air limbah tekstil. Secara kimia terdapat beberapa metode pengolahan limbah cair di antaranya reaksi fotokatalitik (Rashed dan El-Amin, 2007), adsorpsi (Jannantin dkk, 2003), dan koagulasi (Koby dkk, 2003; Sianita dan Nurcahyati, 2008). Cara pengolahan ini memiliki kelemahan mendasar yakni dihasilkannya limbah baru berupa *sludge* yang membutuhkan pengolahan lebih lanjut.

Secara fisika, pengolahan limbah bisa dilakukan dengan metode sedimentasi dan adsorpsi. Dengan metode sedimentasi hanya akan mengendapkan limbah tanpa mendegradasi kandungan senyawa organik di dalamnya, selain itu hasil pengendapan juga membutuhkan proses pengolahan lagi. Sedangkan dengan metode adsorpsi fisika digunakan karbon aktif, silika, dan biomaterial (Mondal, 2008). Pengolahan limbah secara biologi dengan memanfaatkan bakteri dan fungi juga telah banyak diterapkan (Nyanhongo dkk, 2002). Namun teknik ini kurang efektif karena membutuhkan waktu yang lama dan sulit untuk diaplikasikan dalam pengolahan limbah dengan jumlah yang besar.

Metode fisika dan kimia yang digunakan untuk menurunkan intensitas warna indigo biru umumnya berupa koagulasi-flokulasi, membran filtrasi, adsorpsi. Metode koagulasi-flokulasi dapat menurunkan konsentrasi indigo biru hingga 80% (Albuquerque dkk, 2013), tetapi metode ini menimbulkan penumpukan lumpur yang tercemar senyawa indigo.

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dikembangkan proses pengolahan limbah cair dari industri tekstil dengan metode yang tidak menghasilkan limbah baru, tidak memerlukan penambahan bahan kimia yang mahal, dan dapat mendegradasi senyawa organik yang stabil dalam waktu yang singkat menjadi senyawa antara (*intermediate*) yang selanjutnya dapat mudah terdegradasi secara biologis di alam.

Pada penelitian ini akan digunakan metode degradasi elektrokimia untuk menguraikan senyawa pada zat warna indigo biru. Degradasi elektrokimia merupakan metode baru untuk mendegradasi atau menguraikan senyawa organik atau mengubahnya menjadi senyawa lain melalui proses oksidasi langsung dan proses oksidasi tidak langsung menggunakan energi potensial. Degradasi elektrokimia adalah metode yang efektif untuk mencegah kerusakan lingkungan karena dapat mendegradasi senyawa organik berbahaya menjadi senyawa yang tidak berbahaya (Lee, 2008).

Metode degradasi elektrokimia telah banyak digunakan karena tidak memerlukan peralatan yang rumit, membutuhkan sedikit bahan kimia, tidak menghasilkan limbah samping berupa *sludge*, dapat menguraikan kandungan dalam zat warna termasuk senyawa organik poliaromatik, dan efektif menurunkan

konsentrasi zat warna dalam waktu yang relatif cepat. Keunggulan-keunggulan tersebut masih dapat ditingkatkan dari segi penggunaan bahan-bahan (reagen) atau pemilihan material elektroda.

Bechtold dkk (2006) melakukan degradasi indigo biru dengan oksidasi anodik menggunakan elektroda *boron doped diamond*, mendapatkan hasil bahwa degradasi indigo biru akan meningkat secara signifikan apabila konsentrasi indigo biru serta nilai kuat arus meningkat. Degradasi elektrokimia indigo biru dengan elektroda Platinum (Pt) juga dilakukan oleh Dogan dan Turkdemir (2012) dengan penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 46% pada pH 2.

Pada penelitian ini akan dipilih elektroda karbon aktif. Bahan karbon (C) memiliki kekuatan dan ketahanan fisik yang baik pada kondisi elektrolisis biasa (potensial tidak terlalu tinggi), dan dapat digunakan dalam waktu yang lama pada densitas arus tinggi (Widodo dkk, 2012). Selain itu, elektroda karbon memiliki area permukaan yang luas, konduktivitas listriknya bagus, dan cukup resisten terhadap korosi (Lee dan Pyun, 2007). Dari penelitian ini diharapkan elektroda karbon aktif dapat mendegradasi indigo biru.

Menurut Lorimer dkk (2000) hasil elektrolisis dapat dipengaruhi oleh potensial, pH, waktu, dan larutan elektrolit pendukung. Penelitian ini akan mempelajari hubungan keempatnya dalam proses degradasi elektrokimia zat warna indigo biru. Hasil akhir degradasi akan dianalisis berdasarkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan beberapa analisis untuk mengetahui senyawa hasil degradasi indigo biru.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kondisi optimum dari degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon aktif yang meliputi potensial, pH larutan, dan waktu?
2. Bagaimanakah persentase penurunan COD dari proses degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon aktif?
3. Bagaimana hasil analisis KLT,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{OCl}^-$  dari proses degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon aktif?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menentukan kondisi optimum dari degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon aktif yang meliputi potensial, pH larutan, dan waktu.
2. Menentukan persentase penurunan COD dari proses degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon aktif.
3. Mengetahui hasil analisis KLT,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{OCl}^-$  dari degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon aktif.



#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah mengembangkan metode degradasi elektrokimia sebagai alternatif dalam mengolah air limbah tekstil, terutama yang menggunakan zat warna indigo biru.

