

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Permasalahan

*Malachite green* merupakan zat warna yang sering digunakan pada industri tekstil untuk pewarnaan wool dan kain sutra, serta kertas pada industri kertas. Dalam industri tekstil, *malachite green* sering digunakan secara berlebihan, sehingga *malachite green* banyak dijumpai di sungai sebagai buangan limbah dari industri tekstil (Zhou dkk, 2013). Dalam lingkungan air, *malachite green* direduksi menjadi senyawa metabolitnya yaitu *leukomalachite green*. Baik *malachite green* maupun *leukomalachite green* berpotensi mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia (Chen dkk, 2007). *Malachite green* memiliki toksisitas yang tinggi pada sel mamalia, berperan sebagai agen yang memicu tumor, dapat mengganggu fertilitas, menyebabkan kerusakan pada hati, limpa, ginjal, menimbulkan luka pada kulit, mata, paru-paru, dan tulang (Singh, 2012). Departemen Kesehatan Canada tahun 1992, mengatakan bahwa *malachite green* berpotensi mempunyai sifat karsinogenik. Oleh karena itu, pengolahan limbah *malachite green* menjadi hal yang sangat penting dan harus dilakukan sebelum limbah dibuang ke sungai.

Pengolahan limbah zat warna pada lingkungan air biasanya dilakukan dengan proses fisik dan kimia, yaitu flokulasi yang dikombinasikan dengan flotasi, elektro-flokulasi, membran filtrasi (Amini dkk, 2011), elektro-kinetik koagulasi, pertukaran ion, radiasi, presipitasi, ozonasi, serta metode *treatment katox* yang termasuk penggunaan karbon aktif dan campuran udara (Asgher dan Bhatti, 2012). Metode-metode tersebut umumnya kurang efektif untuk menghilangkan zat warna, biayanya mahal dan kurang dapat digunakan untuk rentang yang luas dari limbah zat warna pada sungai (Srinivasan dan Viraraghavan, 2010).

Metode adsorpsi juga telah dikembangkan untuk mengurangi limbah zat warna tekstil dari sungai. Penggunaan karbon aktif pada metode ini menunjukkan hasil yang efektif, akan tetapi membutuhkan biaya yang cukup mahal. Beberapa

penelitian berikutnya menggunakan adsorben yang lebih murah seperti gambut, bentonit, ampas pabrik baja (*steel-plant slag*), abu terbang (*fly ash*), lempung cina (*china clay*), bonggol jagung (*maize cob*), serbuk gergaji (*wood shavings*), dan silika (Gupta dan Suhas, 2009). Akan tetapi penggunaan adsorben masih memiliki kapasitas adsorpsi yang rendah dan dibutuhkan dalam jumlah besar. Telah dikembangkan pula adsorben *yeast S. cerevisiae* untuk mengurangi limbah zat warna, tetapi kemampuan adsorpsi *S. cerevisiae* sangat tergantung pada pH, temperatur lingkungan, konsentrasi dan waktu kontakannya (Zhou dkk, 2013).

Metode fotodegradasi untuk *malachite green* telah dikembangkan oleh Chen dkk, 2007. Kelemahan dari metode ini adalah waktu degradasi yang cukup lama yaitu 4 jam. Degradasi *malachite green* juga telah dikembangkan oleh Zhou dkk, 2013 menggunakan ultrasonik yang dibantu dengan proses oksidasi ozon. Metode ultrasonik ini membutuhkan peralatan yang canggih dan mahal. Tahun 2013, Jalil dkk melakukan penelitian untuk mendegradasi *malachite green* dengan menambahkan CuO pendukung pada katalis zeolite HY (CuO/HY). Kelemahan dari metode ini adalah persentase degradasinya cukup rendah yaitu 50%. Metode fotokatalitik yang dikembangkan oleh Suresh dan Annadurai tahun 2013 juga dapat digunakan untuk mendegradasi *malachite green*, akan tetapi temperatur yang digunakan cukup tinggi yaitu 60 °C. Oleh karena itu diperlukan metode yang lebih efektif, sederhana, mudah dioperasikan serta cepat untuk mendeteksi dan mendegradasi *malachite green* pada limbah tekstil, yaitu secara degradasi elektrokimia (Li dkk, 2013).

Degradasi elektrokimia adalah suatu 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 merupakan metode yang efektif untuk mencegah kerusakan lingkungan karena dapat mendegradasi senyawa organik berbahaya menjadi senyawa yang tidak berbahaya (Lee, 2008).

Proses degradasi elektrokimia dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya potensial degradasi, larutan elektrolit pendukung, elektroda yang digunakan, dan pH larutan (Lee, 2008). Elektroda adalah perangkat (*device*) yang berperan

penting dalam proses degradasi elektrokimia. Pada penelitian ini akan dilakukan degradasi elektrokimia menggunakan pasta karbon nanopori sebagai elektrodanya.

Karbon nanopori merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai elektroda. Kelebihan dari elektroda ini adalah memiliki area permukaan luas, konduktivitas listriknya bagus, dan cukup resisten terhadap korosi (Lee dan Pyun, 2007). Dari penelitian ini, diharapkan elektroda pasta karbon nanopori dapat digunakan untuk mendegradasi *malachite green*. Larutan elektrolit pendukung umumnya digunakan untuk meningkatkan konduktivitas listrik, sehingga dapat mengurangi tegangan yang digunakan dalam analisis (Pepprah, 2007). Larutan elektrolit pendukung yang sering digunakan adalah NaCl dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Lee, 2008).

*Malachite green* efektif terdegradasi pada pH 3 – 9 (Gokulakrishnan dkk, 2012), baik secara adsorpsi, fotokatalitik (Nihalani dkk, 2012), dan degradasi elektrokimia menggunakan elektroda besi (Singh dkk, 2013). Menurut Liu dkk, (2011), *malachite green* mudah terdegradasi pada pH di atas 7, sehingga perlu ditentukan pH optimum untuk mendegradasi *malachite green*. Oksidasi elektrokimia *malachite green* terjadi pada pasangan elektron bebas atom N, dan proses reduksinya berkaitan dengan reduksi dari gugus amino tersier oksida pada struktur *malachite green*. Sifat elektrokimia ini sangat tergantung pada pH yang kuat dan oksidasi proton, sehingga dapat terjadi proses transfer dua elektron dengan difusi yang terkendali dan menghasilkan senyawa yang telah terdegradasi (Rahman dkk, 2013). Dalam penelitian ini dilakukan uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada larutan *malachite green* sebelum terdegradasi dan setelah terdegradasi. Hasil degradasi *malachite green* dapat dianalisis menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) dan kromatografi cair–spektrofotometri massa (LC–MS).

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimanakah kondisi optimum degradasi elektrokimia *malachite green* menggunakan elektroda pasta karbon yang meliputi nilai potensial, pH larutan, waktu, serta larutan elektrolit pendukung?
2. Bagaimanakah analisis nilai COD untuk *malachite green* sebelum dan setelah dilakukan degradasi elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori?
3. Senyawa apakah yang dihasilkan dari degradasi *malachite green* secara elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori?

### **1.3. Tujuan**

#### **1.3.1. Tujuan umum**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari metode degradasi elektrokimia *malachite green* pada limbah industri tekstil menggunakan elektroda pasta karbon nanopori.

#### **1.3.2. Tujuan khusus**

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat dituliskan tujuan khusus dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Menentukan kondisi optimum degradasi elektrokimia *malachite green* menggunakan elektroda pasta karbon yang meliputi nilai potensial, pH larutan, waktu, serta Larutan elektrolit pendukung.
2. Menentukan nilai COD dan analisisnya untuk *malachite green* sebelum dan setelah dilakukan degradasi elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori.
3. Menentukan dan mengkarakterisasi senyawa hasil degradasi *malachite green* menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) dan kromatografi cair–spektrofotometri massa (LC–MS).

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk degradasi *malachite green* pada limbah industri tekstil menjadi senyawa turunannya yang tidak berbahaya, sehingga dapat diaplikasikan untuk lingkungan yang lebih luas dan dapat menurunkan tingkat polusi dalam air.