

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah cair industri tekstil merupakan limbah dominan yang dihasilkan dari proses pemberian warna (*dyeing*). Limbah zat warna industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Jika industri tersebut membuang limbah cair, maka aliran limbah tersebut akan melalui perairan di sekitar pemukiman. Dengan demikian mutu lingkungan tempat tinggal penduduk menjadi turun. Limbah tersebut dapat menaikkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD). Jika hal ini melampaui ambang batas yang diperbolehkan, maka gejala yang paling mudah diketahui adalah matinya organisme perairan (Al-kdasi dkk, 2004). Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan limbah zat warna industri tekstil yang lebih lanjut agar limbah ini aman bagi lingkungan.

Senyawa zat warna di lingkungan perairan sebenarnya dapat mengalami dekomposisi secara alami oleh adanya cahaya matahari, namun reaksi ini berlangsung relatif lambat, karena intensitas cahaya UV yang sampai ke perairan relatif rendah sehingga akumulasi zat warna ke dasar perairan lebih cepat daripada fotodegradasinya. Dalam hal ini, cahaya yang diserap oleh molekul organik secara umum dapat dianggap sebagai cahaya yang terbuang. Selama perlakuan fotolitik dari air limbah yang mengandung bahan tersuspensi juga dapat

mengakibatkan efisiensi berkurang, karena sebagian kecil dari energi iradiasi tersebar oleh partikel-partikel ini. (Dae-Hee dkk, 1999 dan Al-kdasi dkk, 2004)

Pewarna indigo merupakan senyawa organik dengan warna biru khas. Secara historis, indigo adalah pewarna alami yang diekstrak dari tanaman, dan proses ini penting secara ekonomi karena pewarna biru dulunya langka. Hampir semua pewarna indigo yang dihasilkan masa kini adalah sintetis. Warna yang dihasilkan oleh pewarna indigo ini adalah warna biru pada *jeans* biru.

Indigo memiliki toksisitas oral rendah, dengan LD50 dari 5000 mg / kg pada mamalia (Steingruber, 2004). Terkontaminasi zat ini dapat menyebabkan iritasi saluran pencernaan dengan mual, muntah, dan diare. Selain itu dapat pula menyebabkan iritasi saluran pernafasan, iritasi kulit, dan iritasi mata (MSDS, 2005)

Industri *jeans* atau denim adalah salah satu jenis industri tekstil yang banyak menggunakan pewarna indigo dalam proses pewarnaannya. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, diperlukan upaya *treatment* yang tepat untuk pengolahan limbah pewarna tekstil. Terdapat sejumlah teknik/ metode yang dapat digunakan untuk *treatment* limbah cair tekstil dan produk tekstil.

Saat ini berbagai teknik atau metode penanggulangan limbah tekstil telah dikembangkan, di antaranya adalah metode adsorpsi. Namun metode ini kurang efektif karena zat warna tekstil yang diadsorpsi tersebut masih terakumulasi di dalam adsorben yang pada suatu saat nanti akan menimbulkan persoalan baru. Pengolahan limbah batik dengan proses kimia dan adsorpsi karbon aktif telah dilakukan oleh Setyaningsih (2007). Penggunaan karbon aktif ini cukup efektif,

akan tetapi membutuhkan biaya yang cukup mahal. Sebagai alternatif, dikembangkan metode fotodegradasi dengan menggunakan bahan fotokatalis dan radiasi sinar ultraviolet. Metode fotodegradasi akan membuat zat warna terurai menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana dan lebih aman untuk lingkungan. Kelemahan dari metode ini adalah membutuhkan waktu yang cukup lama.

Metode oksidasi dengan menggunakan bahan-bahan pengoksidasi dengan teknik *advanced oxidation processes (AOPS)* telah dikembangkan dengan menggunakan radikal bebas hidroksi. Proses AOPS menggunakan kombinasi ozon (O_3), hidrogen peroksida (H_2O_2) dan radiasi sinar UV. Teknik ini sangat baik untuk mengurangi warna limbah tetapi tidak mampu menurunkan angka COD (Ahmet dkk, 2003; Lidia dkk, 2001; Stanislaw dkk, 1999; Tzitzis dkk, 1994).

Sebagai alternatif dari beberapa permasalahan pengolahan limbah zat warna industri tekstil di atas, diperlukan metode yang efektif dan ekonomis, yaitu metode degradasi elektrokimia. Degradasi elektrokimia adalah suatu metode baru untuk menguraikan senyawa organik atau mengubahnya menjadi senyawa lain melalui proses oksidasi langsung dan tidak langsung menggunakan energi potensial. Metode elektrokimia merupakan metode yang sukses untuk mengolah beberapa limbah cair industri (Matis, 1980), termasuk limbah zat warna dari industri tekstil (Sheng and Peng, 1994). Degradasi elektrokimia memiliki keunggulan dibandingkan dengan metode yang lainnya karena selain tidak menghasilkan limbah sampingan berupa *sludge*, juga tidak diperlukan

penambahan bahan kimia yang mahal dan prosesnya berlangsung lebih cepat. Hasil akhirnya adalah air dan gas karbon dioksida yang tidak berbahaya.

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi degradasi elektrokimia, yaitu elektroda yang digunakan, waktu degradasi, potensial degradasi, larutan elektrolit pendukung, dan pH larutan. Elektroda merupakan perangkat yang berperan penting dalam proses degradasi elektrokimia. Dalam penelitian ini, digunakan metode degradasi elektrokimia dengan elektroda pasta karbon (C) dan menggunakan doping ZnO (karbon/ZnO). Karbon/ZnO menunjukkan aktivitas fotokatalis yang sangat baik dan tingkat fotodegradasi mencapai sekitar 98% setelah 25 menit iradiasi sinar matahari (Haibo dkk, 2013). 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 Na₂SO₄ (Lee, 2008).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi optimum degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon/ZnO yang meliputi elektrolit pendukung, potensial, kuat arus, pH larutan, dan waktu degradasi?
2. Bagaimana tarif energi listrik yang dibutuhkan untuk degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon/ZnO?

3. Bagaimana hasil analisis KLT, CO_2 , Cl^- , dan OCl^- dari proses degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon/ ZnO ?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari metode degradasi elektrokimia indigo biru dengan elektroda karbon/ ZnO pada limbah tekstil.

1.3.2. Tujuan khusus

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini mempunyai tujuan khusus sebagai berikut.

1. Menentukan kondisi optimum degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon/ ZnO yang meliputi elektrolit pendukung, potensial, kuat arus, pH larutan, dan waktu degradasi.
2. Menentukan tarif energi listrik yang dibutuhkan untuk degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon/ ZnO .
3. Menentukan hasil analisis KLT, CO_2 , Cl^- , dan OCl^- dari proses degradasi elektrokimia indigo biru menggunakan elektroda karbon/ ZnO .

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah memberikan salah satu metode alternatif dalam mengolah limbah industri tekstil, khususnya zat warna.