

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Penggunaan bermacam-macam zat warna organik diberbagai bidang industri seperti tekstil, penyamakan kulit, kertas dan makanan meningkat pesat dari waktu ke waktu. Limbah pewarna ini dibuang ke lingkungan melalui sistem air alami seperti ke sungai dan laut. Pembuangan ini berdampak serius terhadap masalah lingkungan secara langsung pada ekosistem yang tercemar baik biota air maupun masyarakat yang hidup disekitar wilayah tersebut. Sementara itu pertumbuhan industri tekstil di Indonesia berkembang pesat. Industri tekstil merupakan pengguna terbesar zat warna organik. Pemerintah menargetkan nilai ekspor tekstil di tahun 2014 semakin besar yaitu USD 13,5 milyar (www.detik finance.com, 18/10/2013), sehingga akan semakin besar juga penggunaan zat warna berbahaya. Oleh karena itu pengolahan limbah zat warna menjadi sangat penting sebelum dibuang ke lingkungan.

*Methanil yellow* atau sering disebut kuning metanil adalah zat warna organik sintetik yang merupakan senyawa kimia azo aromatik berbentuk serbuk kuning yang bersifat karsinogenik dan termasuk senyawa *non-biodegradable* (Safni dkk, 2009). Apabila tertelan dapat menyebabkan pusing, kelemahan, muntah dan sianosis dan menjadi promotor tumor pada liver, kandung kemih, jaringan kulit dan saluran pencernaan (Safni dkk, 2007).

Lebih dari 50% zat pewarna organik adalah golongan azo dan turunannya dengan industri tekstil sebagai pengguna yang paling besar (El Rehim dkk, 2012). Pemilihan pewarna sintetik digunakan karena lebih murah, lebih praktis dan terikat kuat pada kain sehingga tidak mudah luntur, warnanya lebih bervariasi daripada pewarna alami.

Pengolahan limbah industri tekstil bertujuan mengurangi polutan organik, anorganik, padatan tersuspensi, warna dan logam berat. Jika limbah pabrik mengandung zat warna maka aliran limbah dari proses pencelupan harus

dipisahkan dan diolah tersendiri. Limbah hasil pencelupan diolah untuk menghilangkan logam dan warna dengan cara flokulasi kimia, koagulasi dan penjernihan misalnya tawas, garam ferri, atau polielektrolit. Selain itu ada pengolahan secara biologi yaitu proses biodegradasi. Biodegradasi dapat dilakukan secara aerobik menggunakan mikroba aerobik, secara anaerobik memakai mikroba anaerob dan secara fakultatif menggunakan mikroba aerob maupun anaerob. Beberapa kelemahan sistem pengolahan limbah yang digunakan saat ini adalah mahalnya biaya operasional unit pengolahan limbah dan juga kurang efisien seperti bahan oksidator, koagulasi menggunakan aluminium, adsorpsi dengan zeolit justru menimbulkan limbah baru.

Telah banyak dikembangkan metoda degradasi kuning metanil seperti sonolisis, fotolisis dan metoda lainnya. Degradasi kuning metanil telah dilakukan dengan metoda sonolisis dan photolisis dengan penambahan  $\text{TiO}_2$ -anatase. Untuk sonolisis digunakan frekuensi ultrasonic dengan irradiasi sebesar 47 KHz dan hasil degradasi 41,74%. Sedangkan dengan metoda photolisis dengan irradiasi panjang gelombang ( $\lambda$ ) = 359 nm menghasilkan degradasi 80,99% (Safni dkk, 2007).

El Rehim, dkk (2012) melakukan degradasi kuning metanil dengan menggunakan  $\text{TiO}_2$  yang diimobilisasikan pada mikrogel polivinil alkohol (PVA) secara fotokatalitik dan hasilnya reproduisibel. Kuning metanil juga bisa dihilangkan dari air limbah dengan menggunakan graphen amin ( $\text{NH}_2\text{-G}$ ). Morfologi, struktur fisik dan sifat kimia dari  $\text{NH}_2\text{-G}$  dikarakterisasi dengan transmission electron microscopy (TEM) dan didapatkan  $\text{NH}_2\text{-G}$  adalah adsorben yang sangat bagus untuk menghilangkan kuning metanil pada limbah air sekitar 90% (Guo dkk, 2013). Oksidasi elektrokimia terhadap kuning metanil menggunakan elektroda grafit yang dibantu dengan katalis kaolin (modifikasi Co, Cu) dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  pada permukaannya sehingga bisa terbentuk oksidan kuat  $\text{HO}^*$  yang nantinya mendegradasi kuning metanil yang teradsorpsi pada permukaan kaolin. Hasil tes COD dari metode ini mencapai 100% dengan inisial pH 3 dan waktu elektrolisis 40 menit (Ahmed, 2008).

Metode biosorpsi menggunakan gulma air yang diimobilisasi menggunakan metoda imobilisasi alginat telah dilakukan untuk menghilangkan kuning metanil dan didapatkan hasil 98,8% pada waktu kontak 240 menit (Shivashankar dkk, 2013). Degradasi elektrokimia zat ini menggunakan elektroda platinum dan baja sebagai katoda diperoleh hasil nilai COD 91,7% dan 86,5% masing-masingnya (Jain dkk, 2009). Tetapi metode degradasi kuning metanil ini kurang aplikatif sehingga perlu dikembangkan metode baru yang lebih mudah, ekonomis dan aman yang nantinya dapat diaplikasikan pada penanganan limbah di industri. Oleh karena itu perlu dikembangkan metode elektrokimia yang proses maupun hasilnya tidak berbahaya

Pada penelitian ini digunakan metoda elektrokimia untuk degradasi kuning metanil. Keunggulan metoda ini yaitu tidak memerlukan bahan tambahan, tidak memerlukan proses pemisahan dan cara penggunaan yang mudah. Hasil akhir prosesnya adalah air dan CO<sub>2</sub>. Sel elektrokimia merupakan sel yang menggunakan elektroda sebagai anoda maupun katoda dan elektroda ini banyak jenisnya. Penelitian ini menggunakan karbon nanopori dan perak sebagai elektroda.

Karbon nanopori (*nanopore carbon*, NPC) telah luas digunakan sebagai material penyimpan energi karena luas permukaannya yang besar, stabil, mudah terpolarisasi dan murah. Karbon nanopori dapat dihasilkan dari dekomposisi senyawa organik seperti tempurung kelapa melalui pemanasan untuk menghasilkan arang (karbonisasi). Kemudian arang karbon diaktivasi untuk membentuk pori internal sehingga menghasilkan luas permukaan yang lebih besar (Rosi dkk, 2013). Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, daya serap karbon aktif sangat besar oleh karena itulah NPC berpotensi digunakan sebagai elektroda.

Elektroda pasta karbon sudah digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Tramadol hidroklorida didegradasi menggunakan elektroda pasta karbon secara potensiometri dengan kondisi pH optimum 6 dan waktu elektrolisis selama 25 menit (Nasser dkk, 2010). Pewarna tekstil *C.I Vat black 27* didegradasi menggunakan elektroda grafit menggunakan metoda voltametri memperlihatkan bahwa densitas arus dan elektrolit pendukung sangat penting untuk proses ini dan

didapatkan nilai COD *removal* sebesar 68% dan nilai efisiensi *color removal* maksimum sebesar 98% (Kariyajjanavar dkk, 2013).

Pada penelitian ini dilakukan elektrodegradasi kuning metanil menggunakan elektroda pasta karbon nanopori dengan larutan elektrolitnya natrium klorida, dan natrium sulfat. Dari garam-garam ini dipilih garam yang memberikan persentase degradasi paling tinggi. Dilakukan penentuan kondisi optimum potensial, pH dan waktu degradasinya. Analisis degradasi dari zat warna kuning metanil dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis, sedangkan analisis kualitatif senyawa hasil degradasi dilakukan penentuan nilai COD (*chemical oxygen demand*) dan karakterisasi senyawa dengan KLT (kromatografi lapis tipis) dan *Liquid Chromatography-Mass Spectrometry* (LC-MS).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Berapakah kondisi optimum degradasi elektrokimia kuning metanil menggunakan elektroda pasta karbon meliputi nilai potensial, elektrolit pendukung, pH larutan dan waktu yang dibutuhkan untuk degradasi?
2. Berapakah hasil analisis COD untuk larutan kuning metanil sebelum dan sesudah degradasi elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori?
3. Bagaimanakah hasil akhir degradasi elektrokimia zat warna kuning metanil dengan elektroda pasta karbon nanopori?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan umum**

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari kemampuan metode degradasi elektrokimia zat warna kuning metanil dalam sampel limbah tekstil menggunakan elektroda pasta karbon nanopori.

#### **1.3.2 Tujuan khusus**

Tujuan khusus dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Menentukan potensial, larutan elektrolit pendukung, pH dan waktu optimum yang digunakan untuk mendegradasi kuning metanil.
2. Menentukan persentase nilai COD *removal* untuk kuning metanil yang telah didegradasi secara elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori.
3. Karakterisasi hasil akhir degradasi elektrokimia kuning metanil dengan elektroda pasta karbon nanopori menggunakan KLT dan LC-MS.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian diharapkan diperoleh metode yang lebih efisien dan efektif untuk degradasi kuning metanil pada limbah tekstil yang nantinya bersifat aplikatif, baik untuk digunakan di industri maupun untuk pengawasan lingkungan.