

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Rhodamin B merupakan pewarna sintetis yang biasa digunakan dalam industri tekstil, kertas, kulit, plastik, cat, farmasi dan makanan yang digunakan sebagai bahan pewarna dasar dalam tekstil dan kertas. (Chen dkk., 2012). Sekitar 80% pewarna sintetis digunakan oleh industri tekstil yang menghasilkan zat warna yang tajam, COD yang tinggi dengan volume limbah yang dibuang sebesar 1 juta liter per hari (Mcheik dkk., 2013). Limbah zat warna industri tekstil memberikan efek samping yang merugikan bagi lingkungan karena bersifat toksis, berpotensi karsinogenik dan mutagenik (Abdel dkk., 2013).

Rhodamin B berbahaya jika tertelan oleh manusia dan hewan dengan dosis toksis 500 mg/kg BB, dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata, saluran pernapasan dan saluran pencernaan (Tang dkk., 2012). Sedangkan dalam tubuh dapat mengakibatkan berbagai penyakit serius seperti kanker hati dan kerusakan ginjal (Mayori dkk., 2013). Oleh karena itu pengolahan limbah zat warna ini menjadi sangat penting.

Proses pengolahan limbah zat warna pada umumnya dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Pada proses kimia dilakukan secara adsorpsi, koagulasi, flokulasi, pertukaran ion dan oksidasi-reduksi yang dapat menghasilkan limbah lain berupa *sludge* sehingga perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah tersebut. Proses secara fisika dilakukan dengan metode sedimentasi, tetapi metode ini kurang cocok karena hanya mengendapkan limbah dan butuh pengolahan lebih lanjut terhadap limbah yang terendapkan. Sedangkan pengolahan limbah secara biologi juga sering dilakukan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme tertentu yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan untuk mengurangi polutan organik di limbah industri tekstil khususnya, tetapi hasilnya kurang efektif karena metode ini membutuhkan waktu yang cukup lama dalam penghilangan zat warna.

Sehingga pengolahan limbah secara konvensional masih memiliki kesulitan dalam mendegradasi total zat warna (Nugroho., 2013).

Metode alternatif lain yang ramah lingkungan dan banyak dikembangkan untuk mengolah limbah zat warna dengan kandungan senyawa organik tinggi adalah *Advanced Oxidation Processes* (AOPS) yang dapat dikombinasikan dengan teknik elektrokimia, ozonisasi, oksidasi basah, fotokatalitik degradasi dan beberapa proses lainnya. Pengolahan limbah zat warna industri tekstil dengan teknik elektrokimia menggunakan Platinum (Pt), Titanium(Ti), stainless steel, serat karbon aktif dan elektroda grafit karbon mendapat perhatian yang cukup besar beberapa tahun terakhir ini karena fleksibilitas, efisiensi energi, otomatisasi, efektivitas biaya dan memberikan hasil yang memuaskan (Mcheik dkk., 2013).

Penggunaan dan perkembangan proses fotokatalitik untuk mendegradasi senyawa rhodamin B semakin banyak diminati. Fotokatalisis heterogen merupakan bagian AOPS yang berdasar pada absorpsi secara langsung maupun tidak langsung dari sinar UV atau sinar tampak oleh semikonduktor yang memiliki energi potensial yang sesuai. Proses fotokimia dihasilkan dengan fotokatalis yang mendegradasi rhodamin B menjadi CO₂, H₂O dan asam anorganik tanpa menghasilkan senyawa toksik lainnya (Cotto dkk., 2013).

Mekprasart dan Pecharapa (2011) mengatakan bahwa metode lain yang sering diteliti dan menjadi daya tarik besar adalah fotokatalisis dengan TiO₂ yang merupakan salah satu logam oksida semikonduktor fungsional dengan efisiensi tinggi dalam fotokatalitik karena non-toksik, tetapi memerlukan waktu pemanasan lama dan suhu tinggi. Telah dikembangkan juga metode sonolisis dengan katalis TiO₂ yang digunakan untuk mendegradasi rhodamin B dalam media air dengan getaran ultrasonik, harga TiO₂ cukup mahal sehingga perlu mensintesis TiO₂ di laboratorium melalui proses sol-gel (Arief., 2007). Oleh karena itu diperlukan metode alternatif yang lebih efektif, sederhana, mudah, murah dan cepat untuk mendegradasi senyawa rhodamin B dalam limbah tekstil. Salah satu metode alternatif tersebut menggunakan metode degradasi secara elektrokimia.

Degradasi secara elektrokimia merupakan suatu metode untuk menguraikan senyawa organik menjadi senyawa kecil penyusunnya atau menjadi

senyawa lain. Penguraian dapat dilakukan melalui proses oksidasi langsung dan tidak langsung dengan energi potensial, sehingga metode ini efektif untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan karena dapat mendegradasi senyawa organik berbahaya menjadi tidak berbahaya dan dapat digunakan untuk mendegradasi limbah zat warna dari industri tekstil. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses degradasi elektrokimia antara lain adalah bahan elektroda, jenis elektrolit pendukung, waktu elektrolisis dan pH larutan (Lee., 2008).

Elektroda merupakan alat yang berperan penting dalam proses degradasi elektrokimia dengan salah satu bahan yang dapat digunakan adalah karbon nanopori yang merupakan material unik dengan luas permukaan spesifik yang tinggi dan porositas yang mudah diatur (Zhu dkk., 2007). Elektroda dengan bahan karbon nanopori ini digunakan dalam bentuk pasta yang permukaannya dapat diperbarui, berpori dan berukuran kecil (Rohmaniyah dkk., 2014) dengan sifat penyerapan yang kuat, stabil terhadap pemanasan tinggi (Yamada dkk., 2009).

Nilai pH larutan dan waktu elektrolisis juga mempengaruhi metode degradasi elektrokimia rhodamin B. Menurut Cotto dkk (2013) bahwa rhodamin B efektif terdegradasi hingga 96,44 % pada berbagai kondisi pH dengan waktu elektrolisis selama 60 menit, Tang dkk (2012) juga mengatakan bahwa rhodamin B terdegradasi hingga 82,21% pada pH 6 selama 60 menit. Sedangkan, menurut Aliabadi dan Sagharigar (2011) bahwa rhodamin B efektif terdegradasi hingga 98,71% pada pH 7 selama 90 menit. Penelitian lain juga menyatakan bahwa tingkat degradasi rhodamin B paling efektif pada pH 10 dengan persentase degradasi 92% selama 2 jam (Li dkk., 2006). Sehingga perlu ditentukan pH dan waktu elektrolisis optimum untuk mendegradasi pewarna rhodamin B.

Larutan elektrolit pendukung juga mempengaruhi degradasi secara elektrokimia. Larutan yang sering digunakan dalam penelitian adalah larutan NaCl dan Na₂SO₄, karena kedua larutan elektrolit ini paling efektif dalam meningkatkan konduktivitas listrik dalam limbah zat warna dan dapat mengurangi waktu elektrolisis (Kariyajjanavar., 2011). Sedangkan menurut Weng dkk (2013) bahwa Na₂SO₄ merupakan larutan elektrolit pendukung yang mempunyai karakteristik relatif stabil. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk

mendegradasi senyawa rhodamin B pada limbah cair hasil industri secara elektrokimia dengan menggunakan elektroda pasta karbon nanopori. Larutan rhodamin B yang telah didegradasi akan dianalisis dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Kromatografi Liquid-Spektrometri Massa (LC-MS) serta tingkat pencemaran *Chemical Oxygen Demand* (COD).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi optimum degradasi rhodamin B secara elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori yang meliputi nilai potensial, pH larutan, waktu elektrolisis dan pemilihan larutan elektrolit pendukung ?
2. Bagaimana nilai COD larutan rhodamin B sebelum dan sesudah dilakukan proses degradasi secara elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori ?
3. Bagaimana hasil uji kualitatif rhodamin B yang telah terdegradasi secara elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori ?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mengetahui dan mempelajari metode degradasi rhodamin B secara elektrokimia dalam sampel limbah cair industri tekstil menggunakan elektroda pasta karbon nanopori.

1.3.2. Tujuan Khusus

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kondisi optimum degradasi rhodamin B secara elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori yang meliputi nilai potensial, pH larutan, waktu elektrolisis dan pemilihan larutan elektrolit pendukung.

2. Menentukan nilai COD larutan rhodamin B sebelum dan sesudah dilakukan proses degradasi secara elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori.
3. Menentukan dan mengkarakterisasi rhodamin B yang telah terdegradasi secara elektrokimia menggunakan elektroda pasta karbon nanopori dengan analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT), Kromatografi Liquid-Spektrometri Massa (LC-MS).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk degradasi senyawa rhodamin B dalam sampel limbah cair industri tekstil dengan hasil akhir degradasi yang tidak berbahaya, sehingga dapat diaplikasikan bagi pengolahan limbah industri.