

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya perindustrian tekstil di Indonesia telah memberikan dampak yang cukup besar terhadap lingkungan perairan karena adanya pencelupan. Pewarna yang digunakan seringkali mengandung senyawa organik yang sulit terurai. Perindustrian tekstil sering menggunakan pewarna sintesis karena mewarnai dengan kuat terhadap kain sehingga kain menjadi tidak gampang pudar. Salah satu pewarna tersebut ialah zat warna azo (Riskiani *et al.*, 2018).

Sekitar 70% pewarna sintesis yang digunakan adalah pewarna azo, yang merupakan pewarna yang setidaknya mengandung satu ikatan ganda $N=N$ (Blackburn & Burkinshaw, 2002). Zat warna golongan azo tidak mudah terpengaruh oleh perlakuan kimia ataupun fotolitik. Karena itu, jika dalam air limbah tekstil terkandung pewarna azo samapi ke perairan/alam akan bertahan lama dan mengalami akumulasi sampai ke tingkat konsentrasi tertentu sehingga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap daya dukung lingkungan. Selain dari sifatnya yang cukup toksik, aktivitas fotosintesis mikroalga dapat terganggu dengan keberadaan zat warna azo dalam air karena penetrasi sinar matahari ke dalam air akan terhambat. Efek lanjutannya ialah suplai oksigen di dalam air berkurang dan akhirnya menyebabkan aktivitas mikroorganisme anoksik-anaerob menghasilkan produk yang berbau tidak sedap (Montano, 2007). Limbah cair dari pewarna akan memperluas permasalahan di kawasan industri tekstil. Molekul zat warna yang semakin banyak akan mengganggu proses fotosintesis dan merusak

estetika (Riskiani *et al.*, 2018). Dari berbagai pewarna azo yang digunakan di industri tekstil, jenis remazol termasuk salah satunya sering digunakan seperti untuk batik karena sifatnya yang mudah larut dalam air dan tidak terdegradasi pada kondisi aerob biasa (Pavlostathis, 2001). Beberapa contoh pewarna remazol yaitu *Remazol Turquoise Blue*, *Remazol Black B*, *Remazol Brilliant Blue*, *Remazol Red RB*, dan lain-lain. Zat warna *Remazol Turquoise Blue* banyak digunakan di Indonesia. Tetapi pengolahan zat warna dari *Remazol Turquoise Blue* secara fotokatalisis belum banyak dilakukan. Indonesia merupakan pasar impor terbatas *Remazol Turquoise Blue*. Informasi dari tersebut diperoleh dari data *Volza, s Indonesia Import of Remazol Turquoise Blue* pada *website Volza Crow Global* yang perbarui hingga 26 Februari 2022, dengan jumlah yang diimport yaitu mencapai 1,458 pengiriman.

Perlu dibentuk teknologi pengolahan limbah agar efek polusi dapat dicegah dan dikontrol. Upaya mengatasi masalah pencemaran lingkungan telah dilakukan dengan berbagai cara. Mulai dari metode konvensional, seperti adsorpsi menggunakan karbon aktif atau zeolit hingga metode mutakhir, seperti *biodegradability*, klorinasi, ozonasi, radiasi pengion, atau teknologi plasma. Namun, kedua metode tersebut memiliki kelemahan tersendiri. Metode konvensional kurang efektif untuk menyerap pewarna yang dapat menyebabkan pencemaran, kemudian metode mutakhir kurang efisien disebabkan biaya yang lebih mahal (Dhamayanti *et al.*, 2005).

Fotokatalisis dapat menjadi salah satu metode yang bisa digunakan mengolah air limbah tekstil (Alinsafi *et al.*, 2007). Fotokatalisis dapat menjadi suatu pilihan yang efektif dan potensial untuk pengolahan limbah-limbah senyawa organik dan

non organik karena memiliki kemampuan sebagai reduktor dan oksidator (Parent dan Blake, 1996; Slamet, 2004). Fotokatalisis merupakan reaksi yang terjadi karena penggabungan dari reaksi fotokimia dan katalis, dimana fotokimia dilibatkan dengan cahaya sebagai yang memicu dan katalis untuk mempercepat proses transformasi kimia (Maryani *et al.*, 2010). Fotokatalisis sudah dipakai untuk dekomposisi senyawa organik serta anorganik, dan menghilangkan logam runtuhan (Al-Rasheed, 2005). Degradasi zat warna berbasis fotokatalisis yaitu menggunakan padatan yang memiliki sifat semikonduktor. Ketika bahan dipengaruhi oleh cahaya dari lampu UV maka senyawa organik akan terurai melalui reaksi fotokatalitik (Perdana *et al.*, 2014).

Beberapa bahan semikonduktor yang dapat digunakan ialah ZnO, CdS, TiO₂, dan Fe₂O₃ (Slamet *et al.*, 2012). Di antara beberapa katalis, TiO₂ paling banyak digunakan untuk fotokatalisis karena gampang ditemukan, tidak mahal, tidak toksik, dan stabil secara fisika dan kimia (Radecka *et al.*, 2008). Selain itu TiO₂ memiliki beberapa sifat yang menguntungkan seperti mempunyai aktivitas tinggi, bersifat semikonduktor, dan tahan terhadap goresan. Aktivitas katalitik dari TiO₂ dipengaruhi oleh luas permukaan dan porositas, distribusi ukuran partikel, struktur kristal (Wold, 1993). TiO₂ dikatakan yang efektif di antara semikonduktor lainnya karena mempunyai energi gap relatif besar (3,2 eV) sehingga cocok digunakan sebagai fotokatalis (Joshi dan Shirivasta, 2010). TiO₂ mampu menguraikan zat warna dan bersifat stabil terhadap temperatur (batista *et al.*, 2010; Fatmawati *et al.*, 2019). Akan tetapi, TiO₂ dalam keadaan murni memiliki kelemahan seperti sukar untuk dipisahkan dari media cairan setelah digunakan dalam proses fotokatalisis. Salah satu yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengatasi

kelemahan tersebut ialah zeolit. Zeolit mempunyai kelebihan seperti mempunyai pori dan luas permukaan yang relatif besar (Slamet *et al.*, 2008).

Aktivitas fotokatalis TiO_2 dapat berpengaruh terhadap luas permukaan, ukuran, ukuran pori, dan struktur (Zaleska, 2008). Zeolit dapat dikembangkan untuk alternatif pengolahan limbah karena secara umum zeolit dapat menjadi katalis, mampu menyerap, dan menukar ion (Saputra, 2006). Lokhande *et al.*, (2015), menyatakan bahwa zeolit ketika digunakan menjadi pendukung katalis mempunyai aktivitas katalitik yang tinggi, pori yang besar dan tahan pada suhu tinggi.

Semikonduktor yang memiliki energi gap <3 eV hanya merespon dengan *ultraviolet* dengan $\lambda >400$ nm (sinar tampak), dan kurang bereaksi terhadap sinar matahari (Kudo, 2007). Cahaya yang dapat digunakan untuk fotokatalisis ialah sinar UV dari sinar matahari atau lampu UV buatan. Lampu UV buatan menghasilkan intensitas cahaya yang lebih tinggi dan energetik dibandingkan UV dari matahari (Setiawan, 2011). Intensitas cahaya dari lampu UV berpengaruh terhadap kinetika reaksi fotokatalisis. Jika menggunakan UV dengan intensitas cahaya rendah, maka laju reaksi meningkat secara linear dengan adanya penambahan intensitas cahaya. Sampai pada intensitas cahaya ± 25 watt, laju reaksi masih bergantung dengan intensitas cahaya. Tetapi pada intensitas yang tinggi, laju reaksi sudah tidak bergantung terhadap intensitas cahaya. Pada intensitas tinggi, ketergantungan laju reaksi fotokatalitik pada radiasi fluks dikurangi menjadi nol. Hal tersebut karena permukaan katalis jenuh menghasilkan keterbatasan perpindahan massa dalam adsorpsi dan desorpsi dan dengan demikian, mencegah efek intensitas cahaya untuk masuk (Chong *et al.*, 2010).

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian dilakukan sintesis TiO₂-zeolit untuk digunakan dalam perombakan zat warna azo *Remazol Turquoise Blue* secara fotokatalisis dengan radiasi lampu UV 25 watt. Sintesis TiO₂-zeolit dilakukan dengan metode impregnasi karena lebih praktis dan keberhasilan proses lebih besar (Munnik *et al.*, 2015). Uji perombakan zat warna pertama-tama dilakukan dengan mencari rasio optimum. Komposit TiO₂-zeolit pada rasio terbaik sebelum dan setelah digunakan dalam uji perombakan zat warna akan dikarakterisasi menggunakan SEM untuk analisis morfologi, dibandingkan ukuran partikel dan porositasnya yang diketahui dapat mempengaruhi aktivitas fotokatalis. Kemudian komposit TiO₂-zeolit pada rasio optimum digunakan untuk melakukan perombakan zat warna *Remazol Turquoise Blue* dengan variasi lama waktu penyinaran, pH larutan, dan konsentrasi zat warna.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik (morfologi permukaan, ukuran partikel, dan ukuran pori) TiO₂-zeolit?
2. Apakah ada pengaruh variasi rasio fotokatalis, lama penyinaran, pH larutan, dan konsentrasi zat warna terhadap efisiensi perombakan zat warna azo *Remazol Turquoise Blue*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis karakteristik (morfologi permukaan, ukuran partikel, dan ukuran pori) TiO₂-zeolit?
2. Menganalisis pengaruh variasi rasio fotokatalis, lama penyinaran, pH larutan, dan konsentrasi zat warna dalam merombak zat warna azo

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Perombakan zat warna azo secara fotokatalisis menggunakan TiO₂-zeolit diradiasi sinar UV dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi baru yang memberikan wawasan tentang fotokatalisis menggunakan TiO₂-zeolit.

1.4.2 Manfaat praktis

Dapat dimanfaatkan dan dikembangkan menjadi suatu metode pilihan untuk merombak pewarna yang dapat digunakan juga mengolah air limbah dari perindustrian tekstil.