

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Kemajuan industri tekstil memberikan dampak positif dengan meningkatkan lapangan pekerjaan serta dampak negatif bagi lingkungan berupa limbah zat warna yang dihasilkan karena dapat mengurangi nilai estetika perairan serta menghalangi sinar matahari menembus perairan yang dapat mengganggu proses fotosintesis dalam perairan. Salah satu zat warna digunakan dalam pewarnaan tekstil adalah metilen biru yang dapat menyebabkan sianosis serta jika tersentuh kulit akan menimbulkan iritasi (Wismayanti, Diantariani, & Santi, 2015).

Pada saat ini, pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh zat pewarna telah memprihatinkan sehingga diperlukan penanganan yang serius untuk mengatasi masalah tersebut. Upaya penanganan secara konvensional seperti secara adsorpsi menggunakan karbon aktif atau zeolit telah banyak dilakukan, namun hasilnya sering kurang efektif (Sumerta, Karna, & Iqmal, 2002).

Industri tekstil adalah salah satu industri yang berkembang dengan pesat dan memegang peranan yang cukup penting di Indonesia. Perkembangannya cukup menjanjikan, yaitu mencapai 0,85% per tahun. Hal ini juga menandai terjadinya peningkatan risiko kerusakan lingkungan yang ditimbulkan oleh pembuangan limbah, terutama jika limbah tidak tertangani dengan baik. Salah satu masalah yang paling mengganggu dari

limbah industri tekstil adalah kandungan zat warna yang mengandung senyawa benzen. Dalam industri tekstil, zat warna merupakan salah satu bahan baku utama ; sekitar 10-15% dari zat warna yang sudah digunakan tidak dapat dipakai ulang dan harus dibuang. Selain mencemari lingkungan, zat warna tersebut juga dapat membahayakan keanekaragaman hayati dan mengganggu kesehatan, misalnya iritasi kulit, iritasi mata, dan kanker. Bahkan, zat warna juga dapat menyebabkan terjadinya mutasi (Mathur, Bhatnagar & Bakre, 2005). Mengingat semakin perlunya kelestarian alam untuk menunjang masyarakat berkelanjutan, tentunya pengolahan limbah tekstil menjadi sorotan kalangan luas. Namun, teknologi pengolahan limbah yang sekarang tersedia memakan biaya yang cukup tinggi, dengan hasil yang belum memadai, bahkan menghasilkan produk.

Saat ini metode penanganan limbah cair tekstil sudah banyak dilakukan baik secara proses kimia, fisika dan biologi maupun kombinasi antara ketiganya. Beberapa metode yang telah dikembangkan diantaranya metode adsorpsi menggunakan karbon aktif, koagulasi, sedimentasi dan lumpur aktif. Pengolahan limbah cair secara konvensional ini relatif mudah dalam pengerjaannya serta tidak memerlukan biaya yang tinggi, namun masih terdapat kekurangan yang menyebabkan pengolahan limbah tersebut menjadi kurang optimal. Pengolahan limbah dengan metode koagulasi dan sedimentasi menimbulkan limbah baru yaitu koagulan yang tidak dapat digunakan lagi. Pada metode adsorpsi, zat warna yang diadsorpsi terakumulasi dalam adsorben tanpa menguraikan sifat toksik dan

karsinogenik dari limbah zat warna tersebut sehingga menimbulkan masalah baru yang harus ditanggulangi, sedangkan pada metode lumpur aktif, beberapa jenis limbah zat warna memiliki sifat yang resisten untuk didegradasi secara biologis (Nirmasari, Widodo, & Haris, 2009). Oleh sebab itu diperlukan alternatif baru dalam pengolahan limbah cair industri tekstil secara efektif dan efisien.

Salah satu metode alternatif pengolahan limbah zat warna yang telah dikembangkan pada saat ini yaitu metode fotodegradasi dengan menggunakan semikonduktor fotokatalis dan sinar ultraviolet (Widihati, Diantariani, & Nikmah, 2011). Proses fotokatalitik perlu dikembangkan lebih lanjut karena tidak seperti pengolahan limbah konvensional yang hanya memindahkan polutan dari suatu tempat ke tempat lainnya melainkan mampu mengubah polutan menjadi senyawa sederhana dan bersifat ramah lingkungan (Kabra, Chandhary, & Sawhney, 2004).

Di antara berbagai macam semikonduktor oksida logam, titanium dioksida atau titania merupakan salah satu semikonduktor oksida yang telah dipelajari secara ekstensif sebagai fotokatalis sejak ditemukan efek sensitasi cahaya oleh Honda dan Fujishima pada tahun 1971. Meskipun  $\text{TiO}_2$  lebih umum digunakan sebagai fotokatalis (Lisniwari, Akmar, & Pepi, 2015) timbal oksida ( $\text{PbO}$ ) dapat juga digunakan sebagai fotokatalis semikonduktor  $\text{PbO}$  yang stabil terhadap cahaya sehingga dapat melakukan degradasi terhadap polutan organik bersifat amfoter serta memiliki *band gap* 1,9 – 2,6 eV. Beberapa aplikasi yang menggunakan  $\text{PbO}$  yaitu penyimpanan

energi dalam baterai, industri kaca, dan industri cat (Yousefi *et al.*, 2014). Timbal oksida (PbO) nanopartikel dapat disintesis dengan metode yang berbeda seperti hidrotermal (Jia & Gao, 2006), metode sol-gel (Karami, Karimi, & Haghdar, 2008), dan metode pengendapan (Mythili & Arulmozhi, 2014). Beberapa faktor yang mempengaruhi aktivitas fotokatalisis yaitu jarak celah energi atau *band gap* dan rekombinasi pasangan *electron-hole* dari fotokatalis. Kedua faktor tersebut dipengaruhi oleh ukuran partikel dari bahan semikonduktor atau fotokatalis. Oleh karena itu banyak dilakukan usaha untuk membuat fotokatalis dengan distribusi ukuran partikel yang lebih baik. Banyak peneliti yang mencoba untuk membuat fotokatalis dengan distribusi ukuran yang lebih baik dengan cara mendispersikan partikel semikonduktor pada material pendukung padat seperti kaca, silika, arang aktif, lempung dan zeolit (Tayade *et al.*, 2008).

Zeolit merupakan padatan adsorben yang baik untuk mendispersikan semikonduktor PbO karena zeolit mempunyai luas permukaan dan volum pori-pori yang besar serta keseragaman ukuran saluran. Zeolit menunjukkan keistimewaan lainnya sehingga cocok untuk digunakan sebagai padatan pendukung untuk katalis. Selain itu zeolit merupakan kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali maupun alkali tanah. Struktur zeolit berupa kerangka tiga dimensi terbuka yang dibangun oleh tetrahedral-tertrahedral  $\text{SiO}_4^{4-}$  dan  $\text{AlO}_4^{5-}$  yang saling berhubungan melalui atom O membentuk rongga-rongga intrakristalin dan saluran-saluran teratur. Dalam struktur tersebut,  $\text{Si}^{4+}$  dapat digantikan dengan  $\text{Al}^{3+}$

sehingga terbentuk muatan negatif berlebih pada ion Al. Muatan negatif ini akan dinetralkan oleh kation-kation. Zeolit dapat juga digunakan dalam aplikasi, diantaranya agen dehidrasi, adsorben, penukar ion dan menjadi katalis sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengolah bahan industri (Barrer, 1982).

Penelitian yang dilakukan oleh (Zhang *et al.*, 2013) mengamati waktu kontak, pH, suhu, pengaruh ion logam maupun sifat fotokatalitik dari Pb(II) menggunakan metode sol-gel dengan cara menjebak dan kondensasi silika amorf ke dalam struktur jaringan ion kalsium silang alginat (CA) gum - xanthan (XG) manik-manik gel. Dari analisis temperatur didapatkan orde reaksi Langmuir dan proses adsorpsi dengan ukuran 18,9 mg Pb. Selain itu Pada penelitian yang dilakukan oleh Liu *et al.*, (2002), dilaporkan bahwa selektifitas tinggi fotodegradasi untuk MB (metilen biru) dihubungkan dengan pori-pori lapisan PbO (diperoleh dengan mengekstraksi metilen biru dari lapisan tipis hibrida PbO/metilen biru), PbO mengadsorpsi zat warna metilen biru lebih banyak daripada Eosin Y (zeolit Y). Pernyataan ini menyatakan bahwa teknologi ini dapat digunakan untuk degradasi selektif zat pencemar organik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan sintesis fotokatalis PbO yang berbasis zeolit alam dan akan diuji aktivitasnya dengan mendegradasi zat warna metilen biru.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang yang telah dikemukakan diatas, dapat diidentifikasi masalah-masalah dalam pembuatan komposit PbO-zeolit, antara lain sebagai berikut:

1. Bahan baku dan metode yang digunakan untuk preparasi komposit PbO-zeolit
2. Metode karakterisasi komposit PbO-zeolit
3. Uji aktivitas komposit PbO-zeolit pada proses fotodegradasi zat warna
4. Komposisi senyawa komposit PbO-zeolit pada proses adsorpsi metilen biru
5. Variasi konsentrasi dan volum pada fotodegradasi metilen biru

## **C. Pembatasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang disajikan di atas, maka batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Bahan yang digunakan untuk preparasi dan sintesis komposit PbO-zeolit adalah Zeolit Alam Gunung Kidul, Yogyakarta dan prekursor  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  serta metode yang digunakan adalah sol-gel.
2. Uji karakterisasi yang digunakan adalah XRD, FTIR, SEM-EDX, UV-Vis dan UV-Vis *Diffuse Reflectance*.
3. Uji aktivitas komposit PbO-zeolit pada proses degradasi metilen biru dengan menentukan pola isotherm adsorpsi.
4. Komposisi PbO-zeolit yang digunakan adalah 0,2 g ; 0,1 g dan ; 0,05 g

5. Variasi yang digunakan 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 dan 3 x 10<sup>-6</sup> mol/L dan volum yang digunakan 10 mL ; 5 mL ; 5 mL pada sinar tampak, sinar gelap dan sinar UV secara berurutan.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka rumusan masalah yang dapat diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana preparasi dan karakterisasi komposit PbO-zeolit hasil sintesis ?
2. Bagaimana pola isoterm adsorpsi komposit PbO-zeolit terhadap fotodegradasi metilen biru?
3. Bagaimana hasil penyerapan degradasi metilen biru di bawah sinar tampak dan sinar UV?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara preparasi dan karakter komposit PbO-zeolit hasil sintesis
2. Mengetahui pola isoterm adsorpsi komposit PbO-zeolit terhadap fotodegradasi metilen biru.
3. Mengetahui hasil penyerapan degradasi metilen biru di bawah sinar tampak dan sinar UV

## **F. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya :

1. Memberikan informasi terkait preparasi dan sintesis komposit PbO-zeolit.
2. Memberikan informasi terkait karakter komposit PbO-zeolit berdasarkan analisis FTIR, XRD, SEM-EDX dan UV-Vis *Diffuse Reflectance*.
3. Memberikan informasi terkait pola isoterm adsorpsi komposit PbO-zeolit terhadap metilen biru.
4. Memberikan informasi perbandingan fotokatalis optimum pada degradasi metilen biru
5. Memberikan solusi alternatif dalam menangani pencemaran limbah cair pada industri tekstil khususnya zat warna metilen biru.