

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, maka berkembang pula industri-industri dari segala bidang sehingga meningkat pula limbah industri yang dihasilkan. Limbah menjadi suatu permasalahan bagi lingkungan yang semakin hari bertambah, baik dari segi volume maupun jenisnya. Pembuangan limbah ke lingkungan merupakan sumber pencemaran dan dapat menimbulkan bahaya, efek toksik dan mengurangi penetrasi cahaya dalam perairan yang telah tercemar (Prado, dkk., 2008).

Selain limbah logam berat, terdapat senyawa organik berwarna yang sulit untuk diurai. Limbah industri tekstil mengandung zat warna dengan kadar sekitar 20-30 mg/L sehingga sukar terurai secara alami dan dapat menyebabkan terganggunya ekosistem dalam air (Widjajanti, dkk., 2011). Pencemaran lingkungan dalam bentuk apapun akan berdampak pada kerusakan lingkungan dan kerugian bagi manusia maupun makhluk hidup disekitarnya.

Zat warna yang sering digunakan pada industri tekstil salah satunya adalah metilen biru. Metilen biru merupakan senyawa aromatik heterosiklik kationik. Konsentrasi ambang batas metilen biru untuk baku mutu limbah cair industri adalah 5-10 mg/L berdasarkan Keputusan Men.Neg.LH Nomor KEP-51/MENLH/10/1995. Limbah dari metilen biru yang dilepas ke lingkungan seperti ke sungai atau aliran air lainnya sangat berbahaya, karena tingginya kandungan organik dalam metilen biru dan lamanya proses penguraian dapat menyebabkan kerusakan struktur molekul air sehingga makhluk hidup tidak dapat hidup di air yang sudah tercemar metilen biru (Carneiro, 2004). Metilen biru memiliki sifat karsinogenik dan sulit di degradasi, sehingga apabila dibuang ke sistem perairan akan merusak ekosistem didalamnya (Widjajanti dkk., 2011). Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi pengolahan limbah yang mampu mempercepat penguraian limbah zat warna.

Untuk menurunkan polutan pewarna dari limbah tekstil, banyak metode pengolahan limbah yang telah dikembangkan seperti klorinasi, ozonisasi, pemisahan membrane (Dass dan Hamdaoui, 2010; Wu, dkk., 2008), biodegradasi (Wang, 2009), oksidasi (Sleiman, dkk., 2007), adsorben (Tan, dkk., 2015) dan fotokatalisis (Zhou, dkk., 2015).

Pada penelitian ini, digunakan metode fotokatalisis menggunakan bahan semikonduktor. Metode fotokatalisis merupakan metode paling tepat untuk penanganan pencemaran lingkungan akibat buangan limbah organik. Karena metode fotokatalisis dapat menguraikan limbah zat warna menjadi komponen-komponen sederhana, mudah dilakukan, tidak menimbulkan lumpur (*sludge*) atau adsorbat (Safni, dkk., 2007). Secara umum fotokatalisis didefinisikan sebagai proses reaksi kimia yang dibantu oleh cahaya dan material katalis (Arutanti, dkk., 2008).

Sebagian besar peneliti semikonduktor fotokatalis membuat serbuk dari berbagai material seperti TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , MgO , SnO_2 , dan sebagainya. Fe_2O_3 dan MgO masing-masing memiliki energi celah pita 2,2 eV dan 4,2 eV, sehingga jika dikompositkan diharapkan agar dapat meningkatkan efektivitas fotodegradasi dengan menstabilkan energi celah pita.

Nanokomposit MgFe_2O_4 dipilih karena memiliki struktur kubik dengan tipe spinel *inverse* dan merupakan *soft* magnetik yang memiliki koersivitas rendah. (Hu, dkk., 2007) menyatakan bahwa MgFe_2O_4 memiliki daya jerap yang besar, sehingga memiliki kapasitas besar untuk mengabsorpsi logam berat.

Diantara beberapa kelebihan yang dimiliki MgFe_2O_4 , terdapat beberapa kelemahan diantaranya mudah teroksidasi dengan adanya oksigen bebas, mudah beragregasi dan ukuran serta bentuk tidak terkontrol dengan baik. Sehingga perlu dilakukan modifikasi permukaan dengan tujuan untuk menambah stabilitas kimia serta menyeragamkan bentuk dan ukuran sampel. Dalam modifikasi permukaan dapat menggunakan bahan semikonduktor TiO_2 karena mempunyai aktivitas fotokatalis yang tinggi, stabilitas kimia yang baik dalam semua kondisi reaksi (Li, dkk., 2005). TiO_2 memiliki energi celah pita sebesar 3,2 eV (jenis anatase) yang

lebih fotoaktif sehingga dapat menyeimbangkan energi celah pita yang dimiliki MgFe_2O_4 .

Adapun beberapa metode yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, diantaranya kalsinasi polimer (Kim, dkk., 2009), kopresipitasi (Meng, dkk., 2004), Solvotermal (Shen, dkk., 2013), dan sebagainya. Namun, penelitian tersebut menggunakan temperatur yang sangat tinggi, sehingga memakan waktu lama dan prosedur yang kompleks. Oleh karena itu, untuk mengembangkan metode yang lebih sederhana secara teknik dan efektif secara fungsional, penelitian ini menggunakan metode yang *sol-gel*. Metode *sol-gel* merupakan salah satu pendekatan yang menjanjikan karena metodenya sederhana, biaya terjangkau, hasil produk akhir yang tinggi dan suhu reaksi yang digunakan rendah (Mastuli, dkk., 2012).

1.2 Kerangka dan Ruang Lingkup

1.2.1 Kerangka Penelitian

Penelitian ini menjelaskan tentang fotodegradasi zat warna metilen biru menggunakan fotokatalis $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$ yang mana fotokatalis ini disintesis dan dikarakterisasi dengan menganalisis struktur kristal yang terkandung dalam material komposit $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$ serta untuk menguji efektifitas fotodegradasi metilen biru (MB).

1.2.2 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada sintesis dan analisis karakteristik komposit $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$ yang digunakan sebagai fotokatalis serta menguji efektifitas fotodegradasi metilen biru (MB) baik tanpa disinari (kondisi gelap) maupun disinari oleh sinar matahari.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara sintesis fotokatalis komposit $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$?

2. Bagaimana karakteristik struktur kristal $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$?
3. Bagaimana pengaruh komposit MgFe_2O_4 sebelum dan setelah ditambah TiO_2 pada fotodegradasi metilen biru?
4. Bagaimana pengaruh perbandingan kondisi, waktu kontak dan konsentrasi metilen biru menggunakan fotokatalis $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$?
5. Bagaimana efektivitas penggunaan kembali (*reuse*) fotokatalis $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$ terhadap degradasi metilen biru?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan masalah-masalah yang diuraikan pada sub bab 1.1, maka masalah yang akan dikaji pada penelitian tugas akhir ini meliputi:

1. Sintesis komposit $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$ dilakukan dengan menggunakan metode *sol-gel*.
2. Fe_2O_3 dihasilkan dari sintesis $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, sedangkan MgO merupakan hasil dari sintesis $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
3. TiO_2 yang digunakan adalah TiO_2 jenis anatase.
4. Zat warna yang digunakan adalah metilen biru dengan menggunakan pemodelan limbah.
5. Proses fotodegradasi dilakukan dalam dua kondisi yaitu disinari matahari dan tanpa disinari (gelap).

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui cara sintesis fotokatalis komposit $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$.
2. Mengetahui struktur kristal komposit $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$.
3. Mengetahui pengaruh komposit MgFe_2O_4 sebelum dan setelah ditambah TiO_2 pada fotodegradasi metilen biru.
4. Mengetahui pengaruh perbandingan kondisi, waktu kontak dan konsentrasi metilen biru menggunakan fotokatalis $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$.

5. Mengetahui efektifitas penggunaan kembali (*reuse*) fotokatalis $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$ terhadap degradasi metilen biru.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan metode fotokatalisis yang efektif dan efisien sebagai metode fotodegradasi limbah industri.
2. Mengurangi dampak negatif akibat pencemaran lingkungan terutama pencemaran air.
3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan dua metode pengumpulan data yaitu:

1. Studi Literatur

Pengumpulan data teoritis yang berkaitan dengan topik penelitian tugas akhir dari hasil publikasi seperti paper, buku dan skripsi yang memiliki kaitan dengan penelitian yang dilakukan.

2. Eksperimen

Eksperimen berupa sintesis fotokatalis komposit $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$ menggunakan metode *sol-gel* dan kemudian di karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk menganalisis struktur kristal dan Spektroskopi UV-Vis untuk menganalisis absorbansi dari uji fotokatalitik. Fotokatalis komposit $\text{MgFe}_2\text{O}_4:\text{TiO}_2$ akan diuji efektifitasnya pada model limbah metilen biru untuk menurunkan konsentrasi dan mengabsorpsi logam berat yang terkandung dalam senyawa metilen biru.

1.8 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dari penelitian tugas akhir ini yang diuraikan sebagai berikut:

- BAB I Pendahuluan. Mendeskripsikan mengenai latar belakang mengenai fotokatalis komposit MgFe_2O_4 ditambah TiO_2 untuk fotodegradasi metilen biru, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian serta sistematika penelitian.
- BAB II Landasan Teori. Berisi tentang tinjauan pustaka atau teori-teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian.
- BAB III Metodologi Penelitian. Pada bab ini mendeskripsikan mengenai waktu dan tempat dilakukannya penelitian, alat dan bahan yang dibutuhkan serta penjelasan dari proses penelitian yang dilakukan.
- BAB IV Hasil dan Pembahasan, menguraikan hasil eksperimen disertai data pengujian dan analisis data yang diperoleh.
- BAB V Penutup, merupakan bab terakhir dimana penulis menarik kesimpulan dan memberikan saran berdasarkan hasil pembahasan.

