

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Polusi lingkungan merupakan permasalahan besar yang berdampak pada penurunan kualitas lingkungan hidup. Hal ini disebabkan oleh berkembang pesatnya sektor industri sehingga menghasilkan limbah-limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Teknologi pengolahan limbah yang berkembang saat ini sering kali tidak efektif dalam hal pembiayaan yang tinggi dan proses pemeliharaan dan pengawasan yang memakan waktu. Oleh karena itu, para peneliti mulai mencari solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satunya dengan memanfaatkan proses fotokatalisis dari semikonduktor TiO<sub>2</sub> fasa anatase. Semikonduktor TiO<sub>2</sub> memiliki band gap yang kecil antara pita valensi dan pita konduksi. Untuk menghasilkan proses fotokatalisis, bahan semikonduktor membutuhkan serapan energi yang lebih besar dari band gap-nya ( $E_g = 3,2 \text{ eV}$ ).<sup>1</sup>

Fotokatalis semikonduktor TiO<sub>2</sub> telah menarik banyak perhatian para peneliti karena kemampuannya dalam mendegradasi polutan lingkungan. Beberapa alasan yang menyebabkan TiO<sub>2</sub> menjadi fotokatalis yang bagus dan sering digunakan antara lain, sifat optik dan elektroniknya yang bagus, stabilitas kimianya yang baik (seperti stabilitas termal), tidak beracun, murah, banyak terdapat di alam, dan tidak korosif. Reaksi fotokatalitik yang terjadi pada permukaan TiO<sub>2</sub> menjadi faktor penting yang menentukan kinetika dan mekanisme reaksi fotokatalitik.<sup>2,3</sup>

Permintaan terhadap sistem fotokatalitik yang diaktifasi pada sinar tampak terus meningkat, walaupun saat ini efisiensi dan ketersediaan dari fotokatalis yang dapat diaktifasi melalui spektrum sinar matahari sangatlah terbatas. Kebanyakan sistem fotokatalitik saat ini menggunakan TiO<sub>2</sub> murni atau yang dimodifikasi dengan struktur kristal anatase metastabil, meskipun memiliki dua kelemahan. Kelemahan pertama adalah efisiensi fotokatalitik yang rendah akibat adanya rekombinasi pasangan *electron-hole* (EHP) yang tidak diinginkan dan yang kedua adalah penggunaan TiO<sub>2</sub> hanya 3-5 % dari spektrum sinar matahari. Walaupun demikian, ada juga hal yang menarik dari TiO<sub>2</sub> yaitu daerah penyerapannya dapat ditingkatkan pada panjang gelombang sinar tampak.

Ini terjadi ketika  $\text{TiO}_2$  didoping oleh suatu material dengan tujuan untuk meningkatkan aktifitas fotokatalitiknya.<sup>4</sup>

Nanopartikel  $\text{MFe}_2\text{O}_4$  ( $\text{M}$  = logam transisi) dapat digunakan sebagai material yang dapat meningkatkan efek fotokatalitik  $\text{TiO}_2$  karena mempunyai band gap yang lebih sempit dibandingkan  $\text{TiO}_2$ . Penambahan  $\text{MFe}_2\text{O}_4$  ke dalam  $\text{TiO}_2$  dengan perbandingan tertentu akan meningkatkan fotorespon dan aktifitas fotokatalitik  $\text{TiO}_2$  pada daerah sinar tampak sehingga dapat digunakan sebagai katalis untuk senyawa-senyawa organik dalam air dengan adanya sinar UV dan tampak dari cahaya matahari.<sup>5,6</sup>

Kebanyakan teknik yang berhasil digunakan untuk modifikasi  $\text{TiO}_2$  sebagai fotokatalis pada sinar tampak adalah metode implantasi ion<sup>7</sup>, berbagai teknik sintesis<sup>8</sup>, dan substitutional doping dari nonlogam seperti  $\text{N}(\text{TiO}_{2-x}\text{N}_x)$ .<sup>9,10</sup>

Selain itu, modifikasi  $\text{TiO}_2$  juga bisa dilakukan dengan substitusional doping dari oksida logam, salah satunya untuk mensintesis  $\text{TiO}_2\text{-MFe}_2\text{O}_4$  menggunakan metode fasa gas, pengendapan (kopresipitasi), hidrotermal, mikroelusi, sol-gel, sonochemistry, hidrolisis dan high energy ball milling.<sup>11</sup>

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan nanopartikel  $\text{TiO}_2\text{-(Co/Cu)Fe}_2\text{O}_4$  menggunakan metode kopresipitasi/hidrolisis. Penggunaan ion dopan Co dan Cu bertujuan untuk membandingkan ion dopan mana yang lebih bagus dalam meningkatkan aktifitas fotokatalitik  $\text{TiO}_2$  pada daerah sinar tampak. Hasil dari sintesis nanopartikel ini kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan XRD, SEM-EDX, dan VSM yang tujuannya untuk mempelajari struktur dan sifat dari nanopartikel tersebut. Pada tahap selanjutnya akan dilakukan uji aktifitas fotokatalitik nanopartikel  $\text{TiO}_2\text{-(Co/Cu)Fe}_2\text{O}_4$  terhadap fotodegradasi senyawa Rhodamin B pada daerah sinar tampak (cahaya matahari).

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan dalam penelitian ini, yaitu apakah pendopongan oksida logam  $(\text{Co/Cu})\text{Fe}_2\text{O}_4$  dapat meningkatkan aktifitas fotokatalitik  $\text{TiO}_2$  pada daerah sinar tampak ( $\lambda > 400$  nm). Selain itu, juga akan dipelajari bagaimana pengaruh temperatur kalsinasi, konsentrasi oksida logam, dan pelarut terhadap struktur kristal dan permukaan  $\text{TiO}_2$ . Kemudian, dilakukan uji sifat magnet serta uji

aktifitas fotokatalitik nanopartikel  $\text{TiO}_2\text{-(Co/Cu)Fe}_2\text{O}_4$  yang dihasilkan pada daerah sinar tampak.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mempelajari pengaruh doping oksida logam (Co/Cu) $\text{Fe}_2\text{O}_4$  terhadap aktifitas fotokatalitik  $\text{TiO}_2$  pada daerah sinar tampak.
2. Mempelajari pengaruh temperatur kalsinasi, konsentrasi ion dopan, dan pelarut terhadap struktur kristal dan permukaan  $\text{TiO}_2$ .
3. Mempelajari sifat magnet dari nanopartikel  $\text{TiO}_2\text{-(Co/Cu)Fe}_2\text{O}_4$ .
4. Menguji aktifitas fotokatalitik nanopartikel  $\text{TiO}_2\text{-(Co/Cu)Fe}_2\text{O}_4$  di daerah sinar tampak.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh doping oksida logam (Co/Cu) $\text{Fe}_2\text{O}_4$  terhadap aktifitas fotokatalitik  $\text{TiO}_2$  di daerah sinar tampak.