

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fotokatalis semikonduktor dalam beberapa tahun terakhir ini sangat diminati para peneliti karena pada dasarnya fotokatalis semikonduktor memiliki persentase keberhasilan yang tinggi dalam mendegradasi berbagai polutan organik yang ada dalam air dibawah sinar matahari [1]. Pada proses fotokatalisis, irradiasi dari fotokatalis oleh cahaya tampak atau UV akan menghasilkan radikal hidroksil yang sangat aktif dan mampu mengoksidasi berbagai bahan organik menjadi H₂O dan CO₂ [2]. TiO₂ merupakan semikonduktor oksida logam yang dikenal luas sebagai fotokatalis yang penting, akan tetapi ZnO sebagai semikonduktor tipe-n dapat dijadikan sebagai pengganti yang cocok untuk TiO₂ karena memiliki nilai *band gap* yang hampir sama [3]. Beberapa penelitian terakhir mengungkapkan nanopartikel ZnO lebih menguntungkan dari pada TiO₂ dikarenakan harganya lebih murah, efisiensi kuantum yang lebih tinggi, dan kemampuannya untuk mendegradasi di alam cukup besar [4]. ZnO mampu menyerap spektrum cahaya matahari dan kuantum cahaya yang lebih banyak dibandingkan TiO₂ [5]. Sementara TiO₂ hanya mampu menyerap 3% sinar UV dari spektrum matahari [6].

Dari penelitian yang telah dilakukan dikatakan bahwa seng oksida (ZnO) merupakan semikonduktor golongan II-VI yang memiliki jarak celah pita (*band gap*) sebesar 3,37 eV dan memiliki struktur yang stabil yaitu *wurtzite* serta energi eksitasi ikatan sebesar 60 meV [6]. ZnO memiliki aktivitas fotokatalitik yang baik pada daerah UV, stabil secara kimia, morfologi yang terkendali, ramah lingkungan dan dengan *band gap* yang lebar mengakibatkan aktivitas fotokatalitiknya terbatas pada sinar dengan panjang gelombang yang berada di daerah UV [7]. Beberapa peneliti telah melakukan modifikasi untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik diantaranya adalah modifikasi dari ZnO seperti ZnO/TiO₂ [8], ZnO/Cu₂O [9], ZnO/NiO [7], dan ZnO/ZnS/CuS[10] dengan metoda yang bervariasi.

Nanopartikel spinel ferrit dengan rumus umum MFe₂O₄ (M= Co, Ni, Cu, Zn) telah dikenal sebagai nanomaterial magnetik, dimana dapat dipisahkan dari larutan dengan mengaplikasikan medan magnet luar jika digunakan sebagai katalis [8]. MFe₂O₄ telah menarik perhatian banyak bidang seperti bidang biologi dan klinis, optoelektronik, *spintronik device*, adsorpsi microwave dan bahan pemuat karena memiliki stabilitas yang sangat baik terhadap sifat termal dan kimia, serta magnetik

[9]. Zink ferrit memiliki *band gap* yang sempit yaitu sekitar 1,9 eV dan menunjukkan respon terhadap cahaya tampak yang sangat baik, stabil terhadap panas, dan memiliki sifat magnet yang menguntungkan [10]. Degusty dkk telah melakukan sintesis nanokomposit $\text{TiO}_2\text{-ZnFe}_2\text{O}_4$ dengan metode kopresipitasi yang menghasilkan fotokatalis yang aktif pada sinar matahari dan memiliki sifat magnet sehingga dapat membantu proses pemisahan fotokatalis tersebut dengan magnet [11].

Beberapa nanopartikel spinel ferrit seperti CoFe_2O_4 dikenal sebagai material yang memiliki anisotropi magnetik yang luas dan stabilitas kimia yang baik [12]. Selain itu, CoFe_2O_4 juga dikenal sebagai nanomaterial magnetik yang dapat dipisahkan dengan mudah dari larutan menggunakan medan magnet eksternal dan beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa nanopartikel magnetik CoFe_2O_4 ini dapat digunakan sebagai fotokatalis. Adanya nanopartikel magnetik CoFe_2O_4 dapat meningkatkan efisiensi dari degradasi kontaminan berupa senyawa-senyawa organik. CoFe_2O_4 memiliki *band gap* yang sempit 1,17eV sehingga dapat membantu untuk menyerap sinar tampak yang lebih banyak dari matahari [13].

Pendopongan nanomaterial spinel ferrit terhadap semikonduktor ZnO telah banyak dilakukan seperti sintesis $\text{ZnO/NiFe}_2\text{O}_4$ dengan menggunakan metode hidrolisis [14]. Selain itu, pada bidang fotokatalis telah dilakukan pembentukan fotokatalis dengan menggunakan ZnO dan nanopartikel ferrit seperti sintesis $\text{ZnO-CoFe}_2\text{O}_4$ dengan metode kopresipitasi [13], $\text{ZnO/ZnFe}_2\text{O}_4$ dengan metode *ZnO-nanowire-array template* [15], dan sintesis $\text{ZnO/ZnFe}_2\text{O}_4$ dengan metode sol gel diikuti dengan metode hidrotermal [16]. Dari beberapa penelitian tersebut terlihat bahwa ukuran partikel yang didapat cukup besar serta belum halus dan homogen.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya maka pada penelitian ini dilakukan sintesis CoFe_2O_4 dan $\text{ZnO/CoFe}_2\text{O}_4$ menggunakan metode hidrotermal (bebas pelarut organik). Pembentukan nanokomposit dengan metode dan logam ini sudah pernah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Penggunaan metode ini diharapkan akan menghasilkan nanokomposit yang lebih halus dan homogen serta memiliki aktivitas fotokatalitik yang lebih baik. Selain itu, dengan sifat magnet pada $\text{ZnO/CoFe}_2\text{O}_4$ akan membuat nanokomposit ini bersifat *reusable* karena dapat ditarik dari cairan dengan bantuan medan magnet eksternal sehingga nanokomposit ini dapat digunakan kembali untuk proses fotokatalitik selanjutnya.

Nanokomposit yang dihasilkan pada peneliiian ini akan dikarakterisasi dengan beberapa peralatan seperti XRD, SEM-EDX,VSM dan DRS UV-Vis untuk mempelajari morfologi, struktur, ukuran, sifat magnetik dan menentukan daerah serapan atau band gap dari nanokomposit tersebut. Nanokomposit yang dihasilkan diuji aktivitas fotokatalitiknya terhadap degradasi zat warna *Rhoodamin B* dan *Direct Yellow 27* dengan bantuan sinar matahari. Zat warna ini digunakan karena mudah didapat dan banyak digunakan dalam industri, seperti industri tekstil, cat, dan kosmetik.

1.2 Perumusan Masalah

1. Apakah nanokomposit $ZnO/CoFe_2O_4$ dapat terbentuk dengan menggunakan metode hidrotermal?
2. Bagaimanakah karakter $CoFe_2O_4$ dan nanokomposit yang dihasilkan?
3. Apakah pembentukan komposit dengan $CoFe_2O_4$ dapat meningkatkan aktivitas ZnO pada pemanfaatan sinar matahari?
4. Bagaimana aktivitas $ZnO/CoFe_2O_4$ dalam mendegradasi zat warna *Rhoodamine-B* dan *Direct Yellow 27* dan simultannya dengan bantuan sinar matahari?

1.3 Tujuan

1. Mensintesis $CoFe_2O_4$ dan $ZnO/CoFe_2O_4$ melalui metode hidrotermal.
2. Mengkarakterisasi $CoFe_2O_4$ dan $ZnO/CoFe_2O_4$ menggunakan XRD, SEM-EDX, VSM dan Spektrofotometer Uv-Vis.
3. Elakukan uji aktivitas fotokatalitik dari nanokomposit terhadap fotodegradasi zat warna berbahaya yang terdapat dalam perairan seperti *Rhodamine B*, *Direct Yellow 27* dan simultannya.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pembuatan nanokomposit $ZnO-CoFe_2O_4$ dengan proses yang sederhana dan material tersebut dapat diaplikasikan untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan perairan yang disebabkan oleh senyawa organik berbahaya seperti zat warna dengan bantuan sinar matahari. Selain itu, sifat magnetik dari material ini menjadikannya sebagai material yang efisien dan hemat karena dapat didaur ulang dengan medan magnet eksternal dan digunakan kembali untuk proses fotokatalitik selanjutnya.