

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, masalah pencemaran air merupakan masalah yang tidak terhindarkan dan semakin meresahkan. Hasil buangan pabrik berupa zat warna sintesis semakin mengganggu manusia maupun organisme air lainnya, bahkan ada beberapa zat warna yang sangat berbahaya seperti *Rhodamine B* dan *Methylene Blue*. Zat warna ini tidak hanya menimbulkan polusi air dalam perairan, pada konsentrasi tinggi zat warna ini dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan merupakan zat karsinogenik yang dapat menyebabkan kanker serta dapat menyebabkan kerusakan pada hati [1].

Berbagai macam cara telah dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut seperti metode pengendapan dan penyerapan. Sayangnya penggunaan cara ini akhirnya menimbulkan masalah lain, yakni munculnya limbah yang baru hasil pengendapan ataupun penyerapan. Metode terbaru yang mulai digemari yakni fotokatalitik berbasis semikonduktor yang menawarkan jalur yang sangat cocok untuk mengurangi krisis pencemaran air. Hal ini disebabkan karena berbagai polutan seperti zat warna yang merupakan senyawa-senyawa organik dapat terdegradasi di bawah sinar UV atau cahaya matahari [2]. Pada proses fotokatalitik, iradiasi fotokatalis oleh cahaya tampak atau UV akan menghasilkan radikal hidroksil yang sangat aktif dan mampu mengoksidasi berbagai bahan organik menjadi senyawa yang tidak berbahaya yakni H_2O dan CO_2 [3]

Adapun contoh fotokatalis yang sering digunakan yakni semikonduktor *Titanium dioxide* (TiO_2) dan *Zinc oxide* (ZnO). Semikonduktor ZnO akhir-akhir ini lebih diminati sebagai bahan yang sangat baik untuk proses fotokatalitik karena stabil secara kimia, morfologi terkendali, mudah didapatkan, memiliki fotosensitivitas yang tinggi, dan non toksik. Akan tetapi ZnO memiliki band gap yang lebar yaitu 3,2 eV, yang tidak menguntungkan jika diaplikasikan dalam penyerapan dan pemanfaatan pada sinar matahari. Dengan bandgap yang cukup besar tersebut, ZnO hanya dapat bekerja aktif sebagai fotokatalis pada

daerah sinar UV, akan tetapi diketahui sinar UV hanya berkontribusi sekitar 4 % dalam sinar matahari. Faktanya di dalam sinar matahari terkandung sekitar 50 % sinar tampak yang sangat menjanjikan untuk aplikasi yang praktis dan ekonomis [4].

Nanopartikel spinel ferit, dengan rumus umum MFe_2O_4 ($M = Mn, Co, Ni$, dan lain-lain) telah dikenal sebagai fotokatalis cahaya tampak dengan band gap sekitar $\sim 2.0 \pm 0.5$ eV [5]. Meskipun material ini memiliki sifat unggul seperti membuka peluang menjanjikan untuk aplikasi oksidasi fotokatalitik, akan tetapi material ini jarang digunakan sebagai fotokatalis tunggal karena kurang bagus dalam konversi fotoelektrik. Hal inilah yang menjadi alasan dilakukan pendoppingan semikonduktor ZnO dengan material spinel ferit. Telah dilaporkan bahwa penambahan MFe_2O_4 pada semikonduktor ZnO dapat meningkatkan fotorespon dan aktivitas fotokatalitik pada daerah sinar tampak sehingga dapat digunakan sebagai katalis untuk senyawa-senyawa organik dalam air seperti ZnO/ $CaFe_2O_4$ [6] dan ZnO/ $CoFe_2O_4$ [7].

Nanopartikel $NiFe_2O_4$ merupakan salah satu material spinel ferit yang banyak menarik perhatian para peneliti karena potensinya yang sangat luas pada berbagai bidang. Peng dkk telah berhasil mensintesis nanopartikel $NiFe_2O_4$ dengan metode hidrotermal. Nanopartikel $NiFe_2O_4$ yang didapatkan memiliki diameter rata-rata sebesar 17,8 nm dengan luas permukaan spesifik $76.2 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. Nanopartikel ini digunakan sebagai fotokatalis untuk memproduksi hidrogen dibawah radiasi sinar tampak dan memiliki sifat magnet sehingga dapat dipisahkan setelah reaksi katalitik dengan magnet eksternal [8]. Pemanfaatan material $NiFe_2O_4$ untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik beberapa semikonduktor seperti TiO_2 dan ZnO telah banyak dilakukan. Material $NiFe_2O_4$ akan menggeser daerah penyerapan fotokatalis ke daerah sinar tampak dan memberikan sifat magnet pada fotokatalis tersebut. Beberapa contoh fotokatalis yang telah berhasil disintesis adalah $TiO_2/NiFe_2O_4$ untuk degradasi *Rhodamine B* [9] dan $NiFe_2O_4/Bi_2O_3$ untuk degradasi antibiotik [10].

Dalam penelitian ini, nanokomposit ZnO/ $NiFe_2O_4$ disintesis dengan metode hidrotermal karena pengerjaannya yang sederhana dan diharapkan dapat menghasilkan nanokomposit dengan ukuran partikel yang lebih halus. Selain

itu, dengan adanya sifat magnetik yang terkandung pada nanokomposit $\text{ZnO/NiFe}_2\text{O}_4$ ini diharapkan mampu menjadikannya sebagai fotokatalis yang dapat didaur ulang dengan bantuan medan magnet eksternal sehingga bisa digunakan kembali untuk proses fotokatalitik selanjutnya.

Degradasi *Rhodamine B* dan *Methylene Blue* dengan fotokatalis $\text{ZnO/NiFe}_2\text{O}_4$ secara simultan belum pernah dilakukan sebelumnya. Adapun penelitian yang telah berhasil dilakukan terkait degradasi zat warna secara simultan adalah degradasi zat warna Metilen Orange dan *Methylene Blue* menggunakan nanokomposit Ag-ZnO [11], degradasi zat warna azo (BB) dan antiquinon (BR) menggunakan komposit *fly ash-TiO₂* [12], serta degradasi *Methylene Blue* dan Metil Orange menggunakan komposit $\text{ZnO/ZnAl}_2\text{O}_4$ [13]. Diharapkan senyawa yang disintesis bisa dijadikan sebagai bahan pendegradasi limbah cair yang seringkali tidak hanya mengandung satu jenis zat warna. Dengan demikian maka masalah limbah cair bisa diatasi.

Nanokomposit yang dihasilkan pada penelitian ini dikarakterisasi dengan XRD, SEM-EDX, VSM dan DRS UV-Vis untuk mempelajari struktur dan ukuran kristal, morfologi, sifat magnet, serta sifat optik senyawa hasil sintesis. Kemudian aktivitas fotokatalitiknya diuji terhadap degradasi zat warna *Rhodamine B*, *Methylene Blue* dan simultannya dengan bantuan sinar matahari. Zat warna ini digunakan karena mudah didapat dan banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri makanan, tekstil, dan kosmetik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibicarakan diatas maka beberapa rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Penggunaan metode hidrotermal dalam sintesis nanopartikel NiFe_2O_4 dan nanokomposit $\text{ZnO/NiFe}_2\text{O}_4$.
2. Aplikasi nanokomposit $\text{ZnO/NiFe}_2\text{O}_4$ sebagai fotokatalis pendegradasi *Rhodamine B*, *Methylene Blue* serta simultannya dibawah sinar matahari.
3. Uji kestabilan fotokatalis melalui pemakaian berulang kali.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Melakukan sintesis nanopartikel NiFe_2O_4 dan nanokomposit $\text{ZnO}/\text{NiFe}_2\text{O}_4$ melalui metode hidrotermal.
2. Menguji aktivitas fotokatalitik sampel sebagai fotokatalis pendegradasi *Rhodamine B*, *Methylene Blue* serta simultannya dibawah sinar matahari.
3. Mengamati kestabilan dari nanokomposit $\text{ZnO}/\text{NiFe}_2\text{O}_4$ setelah digunakan berulang ulang dalam proses degradasi *Rhodamine B* dalam limbah berair.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan bank ilmu tentang pembuatan nanokomposit $\text{ZnO}/\text{NiFe}_2\text{O}_4$ dengan proses yang sederhana. Material nanokomposit yang dihasilkan diharapkan dapat diaplikasikan untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan, khususnya limbah perairan yang disebabkan oleh senyawa-senyawa organik berbahaya dengan bantuan sinar matahari. Selain itu, sifat magnet yang dimiliki oleh senyawa hasil sintesis menjadikannya sebagai fotokatalis yang efisien karena nantinya bisa didaur ulang dengan memanfaatkan magnet eksternal sehingga bisa digunakan untuk beberapa kali proses fotokatalitik.

