

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada beberapa tahun belakangan ini telah dilakukan penelitian intensif terhadap nanopartikel ferit, dikarenakan aplikasi dan penggunaan yang luas diantaranya pada bidang biomedis, pengolahan air limbah, katalis, dan perangkat elektronik. Ini dikarenakan upaya untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia dengan mempertimbangkan ekologis dan sumber daya alam. Paradigma ini relevan untuk semua area termasuk produksi bahan kimia untuk diperdagangkan, digunakan, diproses dalam pembuatan produk kemudian digunakan kembali dalam proses daur ulang hingga dilepaskan kembali ke lingkungan. Rumus umum dari senyawa ferit adalah MFe_2O_4 (dimana $M = Mn, Fe, Co, Ni, Cu$ dan Zn), dan kebanyakan menunjukkan sifat superparamagnetik pada diameter dibawah atau sekitar $20\text{ nm}^{1,2}$. Nanopartikel ferit dianggap sebagai fotokatalis yang efisien. Hal ini disebabkan oleh kemampuan penyerapan optik yang sangat baik pada energi foton rendah, serta membuatnya mampu menyerap radiasi cahaya tampak karena band-gap yang relatif sempit ($h\nu \sim 2\text{ eV}$). Pada umumnya, nanopartikel ferit dengan bentuk bola memberikan luas permukaan yang lebih tinggi sehingga memiliki peluang kemampuan dalam adsorpsi zat warna dan meningkatkan efisiensi katalitiknya³.

Beberapa waktu belakangan ini telah dikembangkan beberapa metode sintesis nanopartikel magnetik ferit sebagai upaya dalam meningkatkan kualitas produk yang sesuai terhadap sifat fisik, kimia, serta aplikasi tertentu diantaranya sintesis $CuFe_2O_4$ dengan metode *sonochemical*³, sintesis $ZnFe_2O_4$ dengan metode solvotermal, sintesis $MnFe_2O_4$ dengan metode *reverse microemulsion*, sintesis $CaFe_2O_4$ dengan metode *solid-state reactions*, sintesis $MgFe_2O_4$ dengan metode *microwave* sintering, sintesis $Mn_xFe_{1-x}Fe_2O_4$ dengan metode *co-precipitation*⁴⁻⁸. Metode yang telah dikembangkan masih memiliki beberapa kekurangan yaitu menggunakan pelarut yang tidak ekonomis, menggunakan prosedur yang membutuhkan temperatur dan tekanan tinggi, serta penggunaan *capping agent* yang tidak ramah lingkungan. Oleh sebab itu dibutuhkan beberapa pengembangan pada metode sintesis, agar didapatkan produk yang mampu

meminimalisir limbah yang berbahaya untuk lingkungan, lebih ekonomis dan menggunakan prosedur yang lebih sederhana⁹.

Green synthesis adalah suatu metode dalam pembuatan berbagai material anorganik termasuk spinel ferit MFe_2O_4 yang menggunakan bahan-bahan yang lebih ramah lingkungan dan tidak membahayakan terhadap peneliti. Ekstrak bahan alam digunakan dalam metode *greensynthesis* berfungsi sebagai *capping agent*. Beberapa parameter dalam menentukan ekstrak bahan alam yang digunakan merupakan bahan alternatif ramah lingkungan, mudah didapat, ekonomis, dan tidak menimbulkan efek toksisitas. Material magnetik yang dihasilkan dengan metode biosintesis memiliki ukuran partikel yang kecil, struktur yang halus, stabil, dan homogen. Bahan alam yang telah digunakan dalam biosintesis antara lain, ekstrak aloe vera, sambang darah, kembang sepatu, kulit rambutan, dan eukaliptus lemon⁹⁻¹⁴.

Dalam satu dekade belakangan ini telah dilakukan penggunaan nanopartikel ferit pada proses fotokatalis sebagai salah satu katalis yang efektif untuk degradasi polutan organik dari limbah industri. Kontaminan organik, anorganik dan mikroba yang hadir dalam limbah menimbulkan ancaman bagi manusia, kehidupan akuatik dan biotik. Sebagian besar permasalahan ini berasal dari dunia perindustrian seperti tekstil, kosmetik, makanan, cat, dan beberapa industri lainnya. Industri tekstil adalah salah satu sektor pencemar terbesar di dunia, hal ini disebabkan oleh jumlah konsumsi air yang tinggi dan peningkatan volume produksi limbah berwarna. Limbah cair ini dapat mengganggu penetrasi radiasi matahari dalam sistem perairan, sehingga mengakibatkan gangguan pada proses biologis. Berbagai macam metode telah dilakukan untuk menyelesaikan masalah ini, tetapi belum efisien karena menghasilkan limbah yang baru. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penggunaan proses fotokatalitik menggunakan semikonduktor sebagai katalis untuk mendegradasi zat warna merupakan hal yang menjanjikan¹⁵. Beberapa jenis zat warna yang sering digunakan pada dunia industri diantaranya yaitu *Methylene blue (MB)*, *Rhodamine B (RhB)*, *Methyl orange (MO)*, *Bromophenol blue dye*, *Chicago sky blue*, *Naphthol blue black*⁶, *Direct Yellow 27*¹⁶, *Direct Red 81*. Pewarna ini bersifat racun dan karsinogenik¹⁷. Oleh karena itu diperlukan pengolahan lebih lanjut terhadap zat warna dan kontaminan

organik lainnya yang terdapat pada limbah perindustrian, dalam mengatasi permasalahan lingkungan ini, telah banyak dilakukan upaya-upaya yang dikhususkan untuk menemukan metode yang efisien dalam bidang pengolahan limbah yang terdekomposisi seperti; oksidasi kimia, ekstraksi pelarut, filtrasi, adsorpsi, flotasi dan degradasi fotokatalitik¹⁹.

Pada penelitian ini, dilakukan sintesis material magnetik $MnFe_2O_4$ dan $ZnFe_2O_4$ dengan metode hidrotermal yang merupakan salah satu metode biosintesis menggunakan ekstrak sambang darah (*Iresine herbstii*). $MnFe_2O_4$ dan $ZnFe_2O_4$ menarik perhatian karena memiliki sifat magnet serta kemampuan sebagai katalis yang efisien dibandingkan dengan nanopartikel ferit lainnya. Dalam sintesis digunakan ekstrak sambang darah (*Iresine herbstii*) sebagai *capping agent*. Ekstrak tumbuhan sambang darah mengandung turunan senyawa flavonoid seperti *2',2,5-trimethoxy-6,7-methylenedioxyisoflavone*, *isoflavone tlatlanquayin (2',5-dimethoxy-6,7-methylenedioxyisoflavone)*, *sucrose*, dan *flavonoids glycosides* yang salah satunya berfungsi sebagai *capping agent*. Kelebihan ekstrak sambang darah adalah mudah didapat, persiapan ekstrak yang mudah, dan ekonomis²¹. Nanopartikel ferit yang dihasilkan selanjutnya dianalisis struktur dan ukuran kristal, morfologi, sifat magnet, dan sifat optik, masing-masing menggunakan peralatan XRD, SEM-EDX, VSM, DRS UV-Vis, FT-IR dan Spektrofotometer UV-Vis. Sebagai aplikasi, produk nanopartikel yang dihasilkan digunakan dalam proses fotokatalitik yaitu degradasi zat warna *direct red 81* di bawah sinar matahari dengan perlakuan beberapa parameter uji terhadap sifat katalitik.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dibahas pada latar belakang diatas maka beberapa rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Apakah sintesis nanopartikel magnetik MFe_2O_4 ($M= Mn, Zn$) dapat dilakukan menggunakan metode hidrotermal dengan adanya penambahan ekstrak sambang darah sebagai *capping agent* ?
2. Bagaimanakah morfologi, sifat magnet, dan sifat optik dari nanopartikel magnetik MFe_2O_4 dengan adanya penambahan *capping agent* alami?
3. Bagaimanakah aktivitas fotokatalitik MFe_2O_4 dalam mendegradasi *Direct Red 81* dengan bantuan sinar matahari?
4. Apakah nanopartikel magnetik MFe_2O_4 merupakan fotokatalis yang memiliki kestabilan serta kemampuan daur ulang yang tinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Melakukan sintesis nanopartikel magnetik MFe_2O_4 ($M= Mn, Zn$) dengan metode hidrotermal dengan adanya penambahan ekstrak sambang darah sebagai *capping agent*.
2. Mengetahui morfologi, sifat magnet, dan sifat optik dari nanopartikel magnetik MFe_2O_4 dengan adanya penambahan *capping agent* alami melalui beberapa teknik karakterisasi yaitu XRD, SEM-EDX, VSM, DRS UV-Vis, FT-IR dan Spektrofotometer UV-Vis.
3. Melakukan uji aktivifitas fotokatalitik MFe_2O_4 sebagai fotokatalis pada degradasi zat warna *Direct Red 81* dengan bantuan sinar matahari.
4. Mengetahui kemampuan MFe_2O_4 sebagai fotokatalis yang memiliki kestabilan serta kemampuan daur ulang yang tinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi dalam pemanfaatan ekstrak sambang darah (*Iresine herbstii*) sebagai *capping agent* alami untuk pembentukan material nanopartikel magnetik MFe_2O_4 (M= Mn, Zn) dengan menggunakan proses yang sederhana dan analisis karakterisasinya. Dapat menghasilkan produk material nanopartikel magnetik yang dapat bermanfaat, sebagai salah satu solusi dalam mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan perairan yang disebabkan oleh senyawa-senyawa organik berbahaya seperti zat warna dengan bantuan sinar matahari. Selain itu sifat magnetik dari katalis heterogen ini menjadikannya sebagai fotokatalis yang efisien dan ekonomis, karena dapat didaur ulang dengan menggunakan medan magnet eksternal sehingga dapat digunakan kembali untuk proses fotokatalitik selanjutnya.

