

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi adalah salah satu kebutuhan yang tidak lepas dari kehidupan manusia. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, kebutuhan akan teknologi yang praktis dan mudah juga meningkat. Teknologi banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti pada bidang kesehatan, kecantikan, elektronik, dan sebagainya. Dari sekian banyak teknologi yang berkembang saat ini, teknologi yang bekerja pada objek berukuran nanometer yaitu dibawah 100 nanometer menjadi teknologi yang paling diminati¹. Pada saat ini dunia berada di pintu gerbang menuju *nanorevolution* yang akan menentukan semua upaya kehidupan di planet. Nanopartikel adalah rakitan molekul mikroskopis yang memiliki ukuran antara 1 – 100 nm, yang dapat membawa kemajuan besar pada banyak sektor peradaban modern, seperti obat-obatan, transportasi, elektronik dan telekomunikasi².

Salah satu sifat nanopartikel yang banyak diteliti adalah sifat magnetnya. Beberapa tahun terakhir, perkembangan nanopartikel magnetik telah mendapatkan perhatian lebih karena berbagai aplikasi potensial dan penyerapan yang tinggi dalam karakteristiknya. Salah satu contoh nanopartikel magnetik yang menarik adalah spinel ferit. Spinel ferit memiliki rumus umum MFe_2O_4 dimana M adalah ion logam divalen, seperti Ni, Co, Cu, Mn, Mg, Zn dengan struktur kristal kubik spinel³. Spinel ferit diminati karena sifatnya yang menarik seperti sifat magnetik yang tinggi, titik leleh rendah, panas spesifik tinggi, sifat listrik yang dapat disesuaikan dengan aplikasi yang diinginkan dan lain-lain. Salah satu contoh material spinel ferit yang telah banyak digunakan adalah seng ferit ($ZnFe_2O_4$). Namun, dalam pengaplikasiannya $ZnFe_2O_4$ masih memiliki berbagai kekurangan. Salah satu kekurangan $ZnFe_2O_4$ adalah sifat magnetnya yang rendah. Untuk mengatasi kekurangan tersebut dan meningkatkan sifat-sifat $ZnFe_2O_4$ agar sesuai kebutuhan dapat dilakukan modifikasi pada struktur spinel ferit dengan cara menyesuaikan ukuran, bentuk, dan jumlah ion logam tersubstitusi pada $ZnFe_2O_4$ ⁴. Penyesuaian tersebut dapat dilakukan dengan pendopingan menggunakan berbagai ion logam divalen⁵. Doping terhadap struktur $ZnFe_2O_4$ dapat berpengaruh terhadap beberapa sifat $ZnFe_2O_4$ seperti sifat magnet yang dapat disesuaikan dengan aplikasi yang diinginkan⁶. Monica *et. al* (2019) berhasil melakukan sintesis $Zn_{1-x}Cu_xFe_2O_4$ yang digunakan sebagai fotodegradasi dan antibakteri⁷, dan Putu tedy *et. al* (2020) juga berhasil melakukan sintesis $Mn_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ yang berpengaruh terhadap nilai konstanta optik seperti band gap,

absorbansi dan lain-lain⁸. Selain pendopingan, efek kondisi reaksi seperti konsentrasi ekstrak, suhu, dan pH yang digunakan dalam proses sintesis juga mempengaruhi sifat-sifat spinel ferit. Konsentrasi ekstrak, suhu, dan pH memberikan efek terhadap morfologi, kristalinitas, dan stabilitas nanomaterial⁹. Esty *et. al* (2019) melakukan penelitian terhadap pengaruh suhu dan waktu terhadap reaksi pembentukan nanopartikel Fe_3O_4 yang menjelaskan bahwa semakin tinggi suhu, semakin cepat terbentuk kristal nanomagnetit dan semakin besar ukuran diameter serta kristalinitas kristal yang dihasilkan. Semakin lama waktu reaksi, semakin meningkat kristalinitas dan semakin besar ukuran diameter kristal yang dihasilkan¹⁰, kemudian Fandi *et. al* (2016) juga menjelaskan bahwa pH sangat berpengaruh terhadap pembentukan struktur ferit ZnFe_2O_4 ¹¹.

Beberapa metode yang umum dilakukan dalam sintesis ZnFe_2O_4 adalah metode kopresipitasi¹², *solid state*¹³, dan metode pembakaran¹⁴. Namun Metode-metode tersebut memiliki kelemahan seperti menggunakan suhu tinggi, prosedur rumit, reagen kimia yang beracun, instrumen khusus, menghasilkan sejumlah besar limbah, mahal, dan membutuhkan energi serta waktu sintesis yang lama¹⁵. Kelemahan ini dapat memberikan efek negatif seperti biaya sintesis mahal dan menghasilkan limbah yang dapat merusak lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan pengembangan dalam metode sintesis material agar lebih ekonomis, sederhana, dan meminimalisir limbah yang berbahaya terhadap lingkungan¹⁶.

Green synthesis adalah salah satu metode untuk sintesis material anorganik yang menggunakan ekstrak bahan alam sebagai media yang tidak membahayakan lingkungan, mudah didapatkan dan hemat biaya. Penggunaan ekstrak bahan alam sebagai *capping agent* juga dapat dilakukan dalam mensintesis material spinel ferit. Ekstrak bahan alam yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya antara lain kulit jeruk nipis dalam sintesis NiFe_2O_4 ¹⁷, daun andalas dalam sintesis MnFe_2O_4 ¹⁸, Simbang darah dalam sintesis ZnFe_2O_4 ¹⁹ dan daun gambir dalam sintesis CuFe_2O_4 ²⁰. Hasil penelitian tersebut diperoleh ukuran partikel yang lebih kecil karena adanya *capping agent* dari ekstrak tumbuhan tersebut dapat mengatur pertumbuhan partikel.

ZnFe_2O_4 telah banyak digunakan di berbagai aplikasi seperti bahan penyerap, fotokatalis, sistem pengantar obat²¹, sensor gas, katalis, dan *magnetic resonance imaging* (MRI), karena sifat magnetik dan listriknya yang meningkat secara cepat²². Dalam satu dekade ini telah banyak penggunaan nanopartikel ferit pada proses sistem pengantar obat (*drug delivery*) sebagai salah satu sistem pengantar obat dalam dunia medis. Dalam proses studi pengembangan obat, banyak obat-obatan yang gagal

mencapai *outcome* klinik yang diinginkan akibat ketidakmampuan mencapai target kerja obat dalam jumlah yang diinginkan. Sistem pengantar obat harus bersifat selektif pada tempat kerja obat seperti pada sel jaringan dan juga bersifat spesifik untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi efek samping²³. Salah satu material yang dapat dilakukan untuk menjadikan obat lebih selektif dengan cara mengembangkan suatu sistem pengantar obat tertarget yang dapat memperbaiki segi farmakokinetik dan biodistribusi obat sehingga dapat melepaskan obat secara selektif pada target yang diinginkan²⁴. Nanopartikel ferit merupakan salah satu material dalam sistem pengantar obat karena sifat medan magnetnya yang sangat baik sehingga dapat memandu obat ke lokasi target yang tertentu, sehingga obat dapat dilepaskan sesuai dengan aktivitas enzim, atau perubahan pH, suhu dan osmolalitas²⁵. Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang efisien dengan nanopartikel yang dimodifikasi untuk meningkatkan sifat-sifatnya sehingga dapat diaplikasikan dalam bidang medis.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan sintesis nanopartikel terhadap komposisi $\text{Cu}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ($x = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$ dan 1) sehingga didapatkan hasil sampel yang terbaik yaitu $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ karena memiliki sifat magnet yang kuat dan pengaplikasian dalam sistem pengantar obat yang baik. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan sintesis nanopartikel $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan variasi konsentrasi ekstrak, variasi pH, dan suhu menggunakan metode hidrotermal dan ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) sebagai *capping agent*. Ekstrak daun jarak mengandung senyawa flavonoid, fenolik, saponin, dan polifenol yang memainkan peran penting sebagai *capping agent*²⁶ sehingga dapat meratakan distribusi kation dalam nanopartikel dengan mengurangi aglomerasi material tersebut²⁷. Selain itu, penggunaan ekstrak tumbuhan dalam sintesis juga dapat mempengaruhi ukuran dan bentuk morfologi nanopartikel²⁸.

Nanopartikel ferit yang dihasilkan selanjutnya dianalisis struktur dan ukuran kristal, morfologi, sifat magnet, sifat optik masing-masing menggunakan peralatan, XRD, FT-IR, DRS UV-Vis, VSM, dan SEM. Kemudian nanopartikel $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ diaplikasikan sebagai sistem pengantaran obat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah yang muncul adalah sebagai berikut:

1. Apakah nanopartikel $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dapat disintesis secara hidrotermal menggunakan ekstrak daun jarak pagar sebagai media reaksi dan *capping agent*?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi ekstrak, suhu, dan pH terhadap karakter nanopartikel $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang disintesis dengan metode hidrotermal?
3. Bagaimana kemampuan nanopartikel $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ pada sistem pengantaran obat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. Mensintesis nanopartikel $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ menggunakan ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha Curcas*) dengan metode hidrotermal sebagai mediasi reaksi dan *capping agent*
2. Mempelajari pengaruh konsentrasi ekstrak, suhu, dan pH terhadap karakter $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ yang disintesis dengan adanya ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha Curcas*)
3. Menguji kemampuan nanopartikel $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ pada sistem pengantaran obat.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sintesis nanopartikel $\text{Cu}_{0,6}\text{Zn}_{0,4}\text{Fe}_2\text{O}_4$ dengan metode hidrotermal yang dimediasi ekstrak bahan alam serta dapat digunakan dalam pengaplikasian sistem pengantaran obat.

