

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Nanomedis sebagai cabang ilmu baru menarik banyak perhatian peneliti karena kemajuan dalam pengobatan kanker (Bayda dkk., 2021). Penyakit kanker merupakan salah satu penyakit berbahaya dan menjadi penyebab utama kematian di dunia. Pada tahun 2020 terdapat sekitar 19,3 juta kasus kanker dan diperkirakan jumlah ini dapat meningkat menjadi 28,4 juta pada tahun 2040 (Sung dkk., 2021). Pengobatan konvensional yang biasanya digunakan untuk penyakit kanker saat ini adalah kemoterapi dan radioterapi, namun kedua metode tersebut memiliki efek samping. Pengobatan kanker dengan kemoterapi dan radioterapi tidak hanya membunuh sel-sel kanker tetapi juga menyerang sel-sel sehat, terutama sel yang membelah dengan cepat seperti sel rambut dan saluran pencernaan yang mengakibatkan rambut rontok, mual, muntah dan nyeri pada perut (Setiawan, 2015) sehingga dibutuhkan alternatif lain.

Metode yang sangat potensial yang dapat dikembangkan dalam pengobatan kanker adalah hipertermia magnetik (Luo dkk., 2019) Hipertermia magnetik menggunakan *magnetic nanoparticles* (MNPs) saat ini menjadi aplikasi yang menarik di bidang biomedis karena merupakan suatu metode pengobatan penyakit kanker dengan memanfaatkan MNPs dan induksi medan magnet eksternal, sehingga terjadi pemanasan pada daerah kanker yang ditargetkan dan dapat menghambat proses regulasi serta pertumbuhan sel kanker pada suhu 41-47°C (Hedayatnasab dkk., 2017). Oleh karena itu, terapi hipertermia magnetik adalah strategi alternatif yang dapat meminimalisir efek samping dan permasalahan toksisitas dari metode pengobatan kanker konvensional (Chang dkk., 2018).

Dalam terapi hipertermia magnetik, MNPs memiliki fungsi sebagai sumber panas utama dan memfokuskan energi eksternal untuk menginduksi penghancuran termal

dengan meminimalkan efek samping pada jaringan tubuh. Karakteristik energi panas yang terdisipasi pada terapi hipertermia magnetik ditunjukkan oleh besarnya nilai *specific absorption rate* (SAR). SAR merupakan ukuran daya energi yang diserap per satuan massa oleh tubuh manusia ketika terpapar medan elektromagnetik.

Saat ini penelitian nanoteknologi memiliki perkembangan yang sangat pesat pada aplikasinya dalam berbagai bidang, salah satunya di bidang biomedis. Material berstruktur nano dengan efek terapeutik memberikan potensi yang besar untuk melawan penyakit kanker (Li dkk., 2014). Beberapa peneliti telah mengembangkan MNPs untuk aplikasi hipertermia magnetik, seperti  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  (Manohar dkk., 2019; Manohar dkk., 2021),  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$  (Manohar dkk., 2021; Patade dkk., 2020),  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  (Demirci Dönmez dkk., 2019; Manohar dkk., 2020),  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  (Fotukian dkk., 2020), dan  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  (Larasati dkk., 2023). Diantara berbagai MNPs,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah salah satu material yang dapat digunakan dalam hipertemia magnetik karena memiliki sifat feromagnetik (Khaira dkk., 2020), ukuran partikel yang sangat kecil yaitu sekitar 10-20 nm serta dapat terikat dengan senyawa organik karena memiliki permukaan yang reaktif (Rahayu, 2020), dan memiliki stabilitas yang baik (Sulungbudi dkk., 2012). Untuk meningkatkan sifat dispersibilitas dan biokompatibel, nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  maka dapat dilakukan dengan memodifikasi permukaan menggunakan material dengan bahan limbah organik. Salah satu material yang dapat digunakan adalah material *Carbon Dots* (*CDots*). *CDots* merupakan karbon nanopartikel yang berukuran 2-10 nm dan memiliki karakteristik logam berdasarkan titik-titik kuantum (Sharma & Dave, 2020). Secara umum, *CDots* memiliki sifat yang unik seperti kelarutan dalam air yang sangat baik dan non-toksistas (Jiao dkk., 2019). Komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  dalam aplikasi terapi kanker dengan metode hipertermia magnetik memiliki karakteristik feromagnetik dan memiliki sifat luminesens, yaitu dapat memancarkan cahaya ketika terkena sinar UV sehingga sifat ini dapat dimanfaatkan untuk memadukan distribusi nanokomposit di dalam tubuh (Novita & Astuti, 2023). Dengan demikian, sifat luminesens dapat membantu meningkatkan akurasi dan efektivitas terapi hipertermia

magnetik. Selain itu, pelapisan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan *CDots* dapat meningkatkan stabilitas, biokompatibilitas dan dispersibilitas partikel dalam larutan, membantu mengendalikan pelepasan panas serta dapat membantu memastikan bahwa komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  dapat terurai secara alami oleh tubuh sehingga mengurangi toksisitas dalam jangka panjang.

MNPs dapat disintesis dengan beberapa metode konvensional seperti metode fisika dan kimia. Namun beberapa metode tersebut menggunakan bahan kimia beracun, biaya yang besar, berbahaya bagi lingkungan serta proses sintesisnya yang rumit. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif lain yang lebih ramah lingkungan untuk sintesis nanopartikel. Saat ini, metode sintesis yang banyak dikembangkan adalah *green synthesis*. Kelebihan dari metode ini yaitu biayanya yang murah, proses yang sederhana, dan ramah lingkungan (Fabiani dkk., 2018).

Metode *green synthesis* memanfaatkan ekstrak tanaman dan mikroorganisme sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel (Saputra, 2023), sehingga metode ini ramah lingkungan dikarenakan mampu meminimalisir penggunaan bahan-bahan kimia berbahaya. Dibandingkan dengan mikroorganisme, ekstrak tumbuhan lebih banyak digunakan karena tidak membutuhkan masa inkubasi dan preparasinya lebih mudah sehingga proses sintesis lebih singkat (Sari dkk., 2023). Selain itu, ekstrak tumbuhan memiliki zat fitokimia yang dapat mereduksi ion logam sehingga dapat digunakan dalam sintesis nanopartikel logam dan logam oksida (Singh dkk., 2018). Beberapa ekstrak tanaman yang telah banyak digunakan dalam sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  antara lain tanaman *Artemisia annua* dan *Perilla frutescens* (Basavegowda dkk., 2014), *Tridax procumbens* (Senthil, 2012), *Carica papaya* (Latha & Gowri, 2014), dan *Moringa oleifera* (MO) (Hartung & Mansoori, 2015).

Tanaman yang saat ini banyak dikembangkan dalam sintesis  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah *Moringa oleifera* (MO) atau yang dikenal dengan daun kelor. Tanaman ini memiliki kemampuan tahan terhadap air dan produktif sepanjang tahun. Kandungan antioksidan yang

terdapat pada MO yaitu tanin, steroid dan triterpenoid, flavonoid, saponin, interquinon dan alkaloid (Kasolo dkk., 2010). Adanya kandungan senyawa tersebut menjadikan tanaman MO dapat dijadikan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Selain bioreduktor, MO merupakan stabilizer atau agen penutup (*capping agent*) dalam sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (Hussain dkk., 2016) maupun  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  (Jiananda dkk., 2023; Sari dkk., 2023). Oleh karena itu, MNPs yang dihasilkan menggunakan metode *green synthesis* tidak beracun dan tinggi biokompabilitas, sehingga dapat dimanfaatkan dalam biomedis.

Dari kajian literatur yang dilakukan, *green synthesis* nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  menggunakan ekstrak MO dan kulit semangka untuk hipertermia magnetik belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini difokuskan untuk mengkaji struktur kristal, gugus fungsi, sifat optik, dan potensi dari komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  untuk hipertermia magnetik dengan variasi massa nanokomposit. Variasi massa komposit dilakukan agar diperoleh nilai SAR yang optimum dari material nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  yang dapat menunjukkan potensinya untuk hipertermia magnetik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, maka masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana mensintesis nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  melalui metode *green synthesis* menggunakan MO dan kulit semangka?
2. Bagaimana struktur kristal, gugus fungsi dan sifat optik dari nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$ ?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi massa nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  dan kuat medan magnet eksternal terhadap nilai SAR?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan fokus kepada permasalahan yang ditinjau, maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut.

1. Metode yang digunakan dalam sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah *green synthesis* dengan menggunakan 10 ml ekstrak MO.
2. Variasi massa nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  yaitu 0,05; 0,075; 0,1; 0,125; dan 0,15 g.
3. Kajian karakteristik nanopartikel meliputi meliputi komposisi fasa, ukuran kristalit, pita serapan UV-Vis, PL, energi celah pita, morfologi dan ukuran partikel.
4. Kajian potensi aplikasi untuk hipertermia magnetik berdasarkan parameter SAR yang diukur menggunakan metode kalorimetri.
5. Sumber tegangan yang digunakan pada pengukuran SAR berasal dari tegangan listrik PLN dengan frekuensi 50 kHz.
6. Kuat medan magnet eksternal yang digunakan pada pengukuran SAR yaitu dengan variasi 150, 200, dan 250 Oe.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memperoleh komposit nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  melalui metode *green synthesis* menggunakan MO dan kulit semangka untuk hipertermia magnetik.
2. Menganalisis struktur kristal, gugus fungsi dan sifat optik dari nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$ .
3. Menganalisis pengaruh variasi massa nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  dan kuat medan magnet eksternal terhadap nilai SAR.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menyajikan informasi mengenai *green synthesis* nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  menggunakan ekstrak MO dan kulit semangka untuk aplikasi hipertermia magnetik. Dengan demikian hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan kajian selanjutnya dan referensi dalam pengembangan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CDots}$  berbasis metode *green synthesis* menggunakan ekstrak MO dan kulit semangka.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

### 1. Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

### 2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini memaparkan kajian teori mengenai nanopartikel magnetik, *carbon nanodots (CDots)*, *green synthesis*, *Moringa oleifera (MO)*, hipertermia magnetik, dan metode karakterisasi material.

### 3. Bab III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang didalamnya mencakup tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, rancangan penelitian, dan prosedur penelitian.

### 4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini memaparkan hasil yang diperoleh dari penelitian dan pembahasannya berdasarkan fenomena dan konsep fisika yang relevan.

### 5. BAB V Penutup

Bab ini menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian beserta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

### 6. Daftar Pustaka

Berisi tentang pustaka dan acuan kajian yang dirujuk dalam penelitian.

### 7. Lampiran

Menyajikan data pendukung penelitian serta dokumentasi selama pelaksanaan penelitian.