

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker merupakan penyakit yang umum diketahui oleh masyarakat di seluruh dunia dan menjadi salah satu penyakit paling mematikan di dunia dan menyebabkan kematian nomor dua di dunia dengan jumlah 9,6 juta kematian per tahun. Menurut survei terbaru yang dirilis oleh Badan Internasional untuk Penelitian Kanker Organisasi Kesehatan Dunia, jumlah kematian akibat kanker di seluruh dunia meningkat (Wu dkk., 2021). Kanker disebabkan oleh pertumbuhan sel secara tidak normal atau abnormal, sehingga pertumbuhan ini menyerang jaringan tubuh dan menyebar ke bagian lain melalui proses yang disebut *metastasis*. Kanker dapat terjadi pada semua orang dan golongan usia. Ada banyak jenis kanker diantaranya kanker paru paru, kanker payudara, kanker darah, kanker serviks, dan lainnya.

Pencegahan kanker dapat dilakukan dengan hidup sehat dan teratur serta menghindari berbagai penyebab kanker. Selain pencegahan, terdapat berbagai metode pengobatan kanker, di antaranya kemoterapi, pembedahan, dan radioterapi (Wu dkk., 2021). Kemoterapi menggunakan bahan kimia sebagai obat untuk membunuh sel kanker pada tubuh, radioterapi menggunakan radiasi yang dipaparkan pada tubuh untuk menghancurkan sel kanker, dan pembedahan dilakukan dengan mengangkat sel kanker secara fisik melalui operasi. Namun, pengobatan kanker yang telah disebutkan sebelumnya memiliki potensi efek samping tergantung pada jenis pengobatan yang dilakukan. Misalnya, kemoterapi dan radioterapi memiliki efek samping yang cukup berat bagi pasien utamanya pada jaringan tubuh pasien yang ikut terpapar obat maupun radiasi. Efek samping dari kedua metode ini dapat merusak jaringan sehat di sekitar kanker, yang berdampak jangka panjang seperti kanker sekunder dan masalah jaringan lainnya. Karena adanya efek samping yang berdampak pada jaringan tubuh yang sehat, maka diperlukan alternatif pengobatan yang efektif dan memiliki efek samping yang lebih sedikit.

Penelitian ini dilakukan guna mengembangkan pengobatan kanker alternatif yaitu Hipertermia magnetik dengan menggunakan material magnetik dalam pengobatan kanker. Penelitian-penelitian telah dilakukan dan menunjukkan bahwa pengobatan ini memiliki efek samping yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode pengobatan yang lain, serta dapat dijadikan sebagai pilihan bagi pasien untuk menjalani pengobatan kanker. Hiperthermia

magnetik ini diharapkan bisa menjadi harapan baru bagi para penderita kanker dengan meningkatkan kualitas hidup pasien.

Hipertermia merupakan peningkatan suhu inti tubuh manusia, yang biasanya terjadi sebagai akibat dari infeksi atau proses fisiologis. Kondisi ini terjadi ketika otak menetapkan suhu di atas pengaturan normal di atas $> 37,5^{\circ}\text{C}$ (Lismayanti dkk., 2021). Hipertermia magnetik adalah metode pengobatan kanker yang memanfaatkan nanopartikel magnetik dan induksi medan magnet eksternal untuk memanaskan area kanker. Pemanasan ini dapat menghambat pertumbuhan kanker dalam tubuh. Hipertermia magnetik memiliki *biosafety* yang tinggi, induksi yang baik dan pembunuhan tumor dan kanker selektif ditargetkan. *Specific Absorption Rate* (SAR) adalah ukuran karakteristik energi bahan yang digunakan selama magnetisasi yang menghasilkan energi panas.

Nanopartikel magnetik yang biasa digunakan dalam hipertermia dan banyak dikembangkan adalah magnetit (Fe_3O_4). Fe_3O_4 adalah bahan fungsional tradisional dengan respon magnetik yang kuat, biokompatibilitas yang sangat baik, toksisitas rendah dan sifat *biodegradable* (Fu dkk., 2020). Namun, Fe_3O_4 dapat mengalami aglomerasi yang dapat menghambat perannya pada bidang biomedis. Sehingga modifikasi Fe_3O_4 dilakukan dengan penambahan polimer *Polyethylene Glycol* (PEG) yang dapat meningkatkan efektifitas Fe_3O_4 pada aplikasinya di hipertermia. Modifikasi lapisan permukaan meningkatkan fungsionalitas permukaan Fe_3O_4 untuk mencegah aglomerasi dan oksidasi. Fe_3O_4 berperan sebagai sumber panas yang memfokuskan medan magnet eksternal ke sel kanker untuk dihancurkan dan meminimalisir efek terhadap jaringan tubuh yang lain. PEG berperan untuk mencegah aglomerasi pada Fe_3O_4 dan dapat meningkatkan dispersibilitas dan stabilitas Fe_3O_4 pada larutan.

Metode sintesis nanopartikel magnetik dapat dilakukan melalui dua pendekatan: metode konvensional yang mencakup metode fisika dan kimia, serta metode *Greensynthesis*. Penggunaan metode konvensional memerlukan biaya tinggi, proses sintesis yang rumit, dan sering kali beracun bagi lingkungan karena menggunakan bahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Oleh karena itu, metode *Greensynthesis* menjadi pilihan yang lebih baik karena dapat mengurangi penggunaan zat beracun dan memanfaatkan bahan yang mudah diperoleh, sehingga lebih ekonomis. Metode *Greensynthesis* dapat dilakukan dengan menggunakan ekstrak tanaman dan *mikroorganisme* sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel.

Moringa oleifera (MO) atau sering dikenal sebagai daun kelor dipilih sebagai bahan yang digunakan pada *Greensynthesis* pada penelitian ini. MO mengandung berbagai metabolit seperti *flavonoid*, *amina*, *fenolik*, *terpenoid*, dan *protein*, sehingga cocok untuk digunakan sebagai zat penstabil dan pereduksi untuk Fe_3O_4 (Yoga Darmawan dkk., 2023) dan memiliki peran penting dalam kanker pengobatan serta agen antibakteri. Daun ini dapat mengurangi racun sehingga Fe_3O_4 dapat digunakan dalam berbagai aplikasi salah satunya pada bidang biomedis seperti hipertermia magnetik untuk pengobatan kanker.

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$ yang dikembangkan untuk aplikasi hipertermia magnetik menggunakan metode *Greensynthesis* dengan ekstrak *Moringa oleifera* (MO) belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji struktur, morfologi, dan sifat kemagnetan dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$ yang dihasilkan dengan tambahan ekstrak MO. Nanokomposit yang akan diuji untuk mengetahui nilai *Specific Absorption Rate* (SAR) ada 4 variasi massa yaitu 0,05 ; 0,075 ; 0,1 ; dan 0,125 gram, dan variasi medan magnet sebesar 150 dan 250 Oe. Diharapkan penambahan massa pada setiap variasi dapat mempengaruhi nilai SAR yang dihasilkan pada variasi medan magnet yang digunakan. Karakterisasi nanokomposit dilakukan menggunakan beberapa alat karakterisasi, yaitu *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang di atas, maka permasalahan yang diangkat dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mensintesis nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$ dengan metode *greensynthesis* menggunakan ekstrak *Moringa oleifera*?
2. Bagaimana struktur kristal, gugus fungsi dan sifat kemagnetan $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$?
3. Bagaimana pengaruh massa dan kuat medan terhadap nilai SAR $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$?

1.3 Batasan Masalah

1. Metode yang digunakan dalam sintesis nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$ adalah *greensynthesis* dengan menggunakan ekstrak *Moringa oleifera*.
2. Nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$ hasil *greensynthesis* untuk uji SAR menggunakan beberapa variasi massa yaitu, yaitu 0,05 ; 0,075 ; 0,1 ; dan 0,125 gram dan variasi medan magnet 150 dan 250 Oe.
3. Potensi $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$ yang dikaji untuk hipertermia magnetik mengacu pada parameter SAR yang diukur menggunakan metode kalorimetri.

1.4 Tujuan penelitian

1. Mensintesis nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$ dengan metode *greensynthesis* menggunakan ekstrak *Moringa oleifera*
2. Mengamati struktur kristal, gugus fungsi dan sifat kemagnetan $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$
3. Menganalisis pengaruh massa dan kuat medan terhadap nilai SAR $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menyajikan informasi mengenai sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PEG}$ menggunakan metode *greensynthesis* untuk aplikasi hipertermia magnetik dan diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan dalam pengembangan terapi kanker yang lebih efektif dan ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan bahan alami seperti ekstrak *Moringa oleifera*, penelitian ini dapat menghasilkan nanopartikel yang memiliki biokompatibilitas tinggi, toksisitas rendah, serta biaya produksi yang lebih ekonomis, sehingga membuka peluang untuk terapi kanker yang lebih aman dan terjangkau.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Terdiri dari pendahuluan yang memberikan informasi tentang latar belakang masalah dalam penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini memaparkan kajian beberapa riset sebelumnya yang relevan dari teori yang berkaitan dengan penelitian seperti nanopartikel magnetit (Fe_3O_4), *Polyethylene Glycol* (PEG), *Moringa oleifera*, *Greensynthesis*, hipertermia magnetik serta metode karakterisasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan ketika penelitian, rancangan penelitian, dan prosedur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil yang diperoleh dari penelitian dan analisa data dari proses penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini menyimpulkan keseluruhan penelitian yang telah dilakukan serta penulis juga memberi saran untuk peneliti selanjutnya berdasarkan hasil pembahasan yang telah dianalisa.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi sumber referensi ilmiah yang menjadi acuan penelitian.

