

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan nanopartikel telah banyak dilakukan oleh para peneliti terutama pengaplikasiannya dalam bidang biomedis. Nanopartikel dalam bidang biomedis digunakan sebagai agen kontras pada *magnetic resonance imaging* (MRI), *drug delivery system* (DDS), fotokatalis, biosensor, dan lain-lain. Agen kontras merupakan material yang digunakan untuk memperjelas hasil pencitraan (Ihsani dkk., 2015). Keunggulan nanopartikel dibandingkan material dalam ukuran besar yaitu memiliki ukuran kurang dari 100 nm, hal ini memudahkan untuk transfer suatu material ke dalam tubuh sehingga dapat menjadi penanda target adanya penyakit pada jaringan tubuh manusia (Fatimah, 2017).

Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan gadolinium oksida (Gd_2O_3) sebagai material pengontras (Maalej dkk., 2015). Namun penggunaan gadolinium dengan dosis tinggi dapat menyebabkan keracunan dan efek samping seperti penebalan kulit, penumpukan garam kalsium di jaringan lunak, dan gangguan mobilitas (Wang dkk., 2019). Dibandingkan dengan agen kontras berbasis gadolinium, material magnetik Fe_3O_4 lebih menjanjikan untuk dikembangkan, karena Fe_3O_4 memiliki sifat biokompatibel, mudah disintesis, dan dapat dikombinasikan dengan material lain dalam bentuk material nanokomposit (Wu dkk., 2015).

Aplikasi nanopartikel Fe_3O_4 sebagai material pengontras tidak sebatas material magnetik saja, namun juga sebagai material luminesensi. Oleh karena itu, material magnetik Fe_3O_4 perlu dimodifikasi permukaannya dengan material yang

bersifat luminesensi. Salah satu material luminesensi yang sering digunakan adalah ZnO, ZnO merupakan semikonduktor yang tidak beracun serta memiliki sifat yang sangat stabil, *inert*, dan biokompatibel (Reaz dkk., 2020).

Penggabungan material Fe₃O₄ dengan ZnO menghasilkan material dengan sifat magnetik-luminesensi. Namun tantangannya adalah jika kedua material tersebut digabungkan secara langsung maka terjadi penurunan intensitas luminesensi dan perubahan struktur kristal pada material magnetik. Maka dari itu, dikembangkanlah struktur *core-shell* dalam menggabungkan kedua material tersebut, dimana Fe₃O₄ berfungsi sebagai *core* (inti) dan ZnO sebagai *shell* (cangkang) (Veronica dkk., 2022).

Salah satu penelitian terkait nanokomposit Fe₃O₄@ZnO *core shell* sebelumnya telah dilakukan oleh Winatapura dkk. (2014) dengan menggunakan metode presipitasi. Sifat magnetik yang dihasilkan yaitu superparamagnetik dengan nilai saturasi (M_s) sebesar 34,18 emu/g, namun akan turun seiring penambahan kandungan ZnO. Selain itu Khaira dkk. (2022) telah berhasil melakukan penggabungan nanokomposit Fe₃O₄@PEG:ZnO menggunakan metode presipitasi. Hasil yang didapatkan yaitu nanokomposit Fe₃O₄@PEG:ZnO bersifat superparamagnetik dengan persentase bulir berkisar antara 10% sampai 75%. Veronica dkk. (2022) juga telah berhasil melakukan sintesis dan karakterisasi sifat optik nanokomposit Fe₃O₄@PEG:ZnO yang digunakan sebagai material pengontras. Hasil karakterisasi menggunakan *uv-vis spectrometry* menunjukkan bahwa nanokomposit Fe₃O₄@PEG:ZnO dengan variasi 1:2 memiliki sifat optik yang lebih baik.

Gupta dkk. (2021) juga melakukan sintesis nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ dengan menggunakan metode hidrotermal. Hasil yang didapatkan nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ bersifat sebagai superparamagnetik pada suhu kamar dan diperoleh fotoluminisensi yang kuat sehingga sangat menjanjikan untuk aplikasi *bioimaging*. Hasil PL menunjukkan terdapat dua buah puncak emisi, puncak emisi UV pada panjang gelombang 383 nm dan puncak emisi cahaya tampak pada panjang gelombang 400-700 nm. Puncak emisi yang lebih kuat berada di wilayah cahaya tampak.

Peningkatan kestabilan dan kinerja dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ dapat dilakukan dengan melapisi permukaannya dengan material yang bersifat *hidrofilik* yaitu karbon. Karbon merupakan material yang memiliki beragam morfologi, mudah dikompositkan, tidak berbahaya, dan memiliki banyak gugus fungsi (Rahman dkk., 2015). Menurut Husain dkk. (2019) Fe_3O_4 yang telah dilapisi karbon yang bersumber dari glukosa dapat melindungi nanopartikel Fe_3O_4 sehingga meminimalisir terjadinya aglomerasi dan oksidasi. Sifat magnet yang dihasilkan yaitu superparamagnetik dan tergolong *soft magnetic*, dimana nilai magnetisasi saturasi (M_s) sebesar 24,82 emu/g.

Penelitian sebelumnya telah melakukan sintesis nanopartikel Fe_3O_4 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ (1:2) menggunakan metode presipitasi, namun masih terdapat beberapa kelemahan seperti ukuran kristal yang terlalu besar dan hasil yang kurang stabil. Pada penelitian ini dikembangkan nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}:\text{C}$ menggunakan metode kopresipitasi dengan variasi massa karbon yaitu 0,2 g, 0,1 g,

dan 0,05 g. Pelapisan dengan karbon dilakukan untuk melihat sifat optik, magnetik, dan kestabilan dari nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menghasilkan nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}:\text{C}$ serta mengetahui ukuran kristal dari masing-masing sampel.
2. Mengetahui dan menganalisis gugus fungsi yang terbentuk dari sampel nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ dan $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}:\text{C}$.
3. Mengetahui dan menganalisis pengaruh massa karbon terhadap sifat optik dan magnetik nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}:\text{C}$.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan referensi bagi para peneliti selanjutnya mengenai material magnetik-luminisensi dan aplikasinya sebagai material pengontras.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini yaitu:

1. Sintesis nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ menggunakan metode kopresipitasi dengan perbandingan 1:2.
2. Sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}:\text{C}$ menggunakan variasi massa karbon yaitu 0,05 g, 0,1 g, dan 0,2 g.
3. Karakterisasi nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}:\text{C}$ menggunakan XRD, FTIR, PL, dan VSM.