

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Nanopartikel merupakan partikel dengan ukuran nanometer. *British Standards Institution* mengatakan bahwa definisi ilmiah untuk skala nano berada pada range ukuran 1 sampai 100 nm (Jeevanandam dkk, 2018). Keunggulan membuat nanopartikel berbeda dengan material sejenis dalam ukuran besar yaitu nanopartikel bersifat lebih reaktif dan hukum fisika yang berlaku lebih didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum (Abdullah dkk, 2008). Nanopartikel banyak dimanfaatkan pada bidang lingkungan, biomedis, perawatan kesehatan, pertanian, dan pangan, tekstil, industri, elektronika, serta energi (Tsuzuki., 2009).

Beberapa dekade terakhir, penelitian mengenai nanopartikel oksida logam banyak dilakukan, material oksida logam tersebut antara lain TiO_2 , WO_3 , SnO_2 , In_2O_3 , dan ZnO (Nemiwal dkk, 2021). Material semikonduktor jenis logam oksida seperti ZnO sangat populer, sehingga ZnO banyak diaplikasikan sebagai material utama pembuatan nanopartikel.

ZnO atau *Zinc Oxide* merupakan material semikonduktor tipe-n golongan II-VI yang kovalensinya berada pada batas antara semikonduktor ionik dan kovalen (Kolodziejczak A dan Jesionowski T, 2014), berbentuk serbuk berwarna putih, serta memiliki struktur kristal wurtzite (heksagonal) (Fan dkk, 2011). Karakteristik ZnO seperti transisi yang baik, mobilitas elektron yang tinggi $205\text{--}300\text{ cm}^2/\text{Vs}$ dalam bentuk *bulk* dan $1000\text{ cm}^2/\text{Vs}$ dalam bentuk *single nanowire*, memiliki nilai band gap sebesar 3.37 eV (pada suhu kamar), energi ikat eksiton (pasangan electron dan hole) sebesar 60 meV dalam suhu ruang (Sugihartono dkk, 2020), ketersediaan yang melimpah, tidak beracun, dan ekonomis (Dewi dkk, 2020). Selain itu, ZnO memiliki stabilitas, transparansi (Vanaja A. dan Rao K. S., 2016), serta kemampuan fotokatalis yang baik (Abdel dkk, 2016), sehingga dengan karakteristiknya yang unik dan menguntungkan

menjadikan ZnO sebagai material bersifat piezoelektrik, dapat diaplikasikan luas pada perangkat optoelektronik seperti sel surya, foto diode, dan serat optik, serta dapat digunakan sebagai aplikasi konduktor transparan (Erniria dkk, 2021).

Nanopartikel ZnO umumnya disintesis menggunakan metode metode sol-gel (Lubis, 2017), hidrotermal (Iwantono dkk, 2019), kopresipitasi (Nurul dkk, 2009), dan presipitasi (Eva Novarini dan Tatang Wahyudi, 2011). Diantara berbagai metode sintesis, presipitasi merupakan salah satu metode kimiawi basah yang melibatkan reaksi kimia antara dua atau lebih larutan sehingga menghasilkan endapan logam hidroksida. Proses kimiawi basah ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain konsumsi energi yang rendah karena rendahnya temperatur proses, kemurnian hasil yang tinggi, keleluasaan menerapkan proses-proses pasca sol-gel dan presipitasi, serta investasi peralatan yang relatif jauh lebih murah dibandingkan teknik deposisi secara fisika seperti *sputtering*, *molecular beam spray*, *pulse laser deposition*, dan sebagainya.

Nanopartikel ZnO dalam ukuran besar memiliki beberapa kelemahan seperti luas permukaan per volume kecil dan celah pita energi yang kurang sesuai apabila diaplikasikan pada cahaya tampak (Jagadish, C. dan Pearton, S, 2006).

Castro, dkk (2020) melakukan penelitian nanopartikel ZnO dengan memvariasikan pH yaitu pada pH 3, pH 6, dan pH 9. Korelasi antara besar pH dengan struktur kristal, morfologi, dan sifat magnetic telah dianalisis. Hasil yang diperoleh pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa ukuran kristal (D), konstanta kisi (a dan c), regangan kisi (ϵ), kerapatan dislokasi (δ) dan kristalinitas sangat bergantung pada nilai pH, ukuran kristal menurun seiring dengan penambahan besarnya pH. Studi morfologi menunjukkan gumpalan besar partikel dengan bentuk dan ukuran yang tidak beraturan. Mekanisme pertukaran magnetik yang melibatkan cacat intrinsik yang dipicu oleh variasi pH merupakan penyebab utama dari sifat magnetik.

Selanjutnya (Alias, 2010) melarutkan 0.2 M $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ke dalam methanol (CH_3OH) pada suhu ruang. Larutan kemudian diaduk selama 2 jam dengan menggunakan pengaduk magnet sampai larutan tidak menjadi keruh dan pH nya

menjadi 5. Larutan akan berubah menjadi putih susu setelah dititrasi dengan 1,0 M NaOH sehingga pH nya berubah menjadi 6 (kondisi basa). Begitu juga selanjutnya divariasikan dengan larutan NaOH pada pH 7-11. Kemudian larutan tersebut diaduk selama 1 jam dan dibiarkan selama 1 minggu untuk memungkinkan proses sol gel selesai. Selanjutnya endapan putih ZnO dikeluarkan dari mesin pemisah dan dikeringkan pada suhu 80°C selama 1 jam sehingga hasilnya akan berupa bubuk putih halus. Analisis FESEM menunjukkan bahwa partikel homogen dengan struktur nano yang baik ketika pH meningkat menjadi kondisi basa (pH 9). Nanopartikel ZnO sebagian besar berbentuk bulat dan juga terdapat aglomerasi yang rendah. Ukuran partikel ZnO yang didapat adalah rata-rata sekitar 48.31 nm. Pada analisis XRD, terdapat struktur kristal yang berbentuk heksagonal wurtzite dari endapan yang telah dikeringkan menjadi bubuk putih halus ZnO. Puncak yang diamati dari pola intensitas yang dikaitkan dengan struktur kristal heksagonal tersebut yaitu dengan konstanta sel: $a=3,249\text{\AA}$ dan $c=5,205\text{\AA}$. Pada analisis sifat optiknya, maka diketahui energi gap dari bubuk ZnO yang disintesis dari pH 8 sampai 11 adalah 2,86-3,14 eV. Pada pH 9 memiliki nilai energi gap tertinggi yaitu 3,14 eV. Sedangkan pada pH 6 dan 7 nilainya tidak terlihat karena partikel masih dalam ukuran yang besar dan menggumpal.

Berdasarkan penjelasan diatas, telah dilakukan penelitian mengenai nanopartikel ZnO dengan pH larutan yang divariasikan sebesar pH 5, pH 7, pH 10, dan pH 12 menggunakan metode presipitasi. Metode tersebut dipilih karena presipitasi merupakan metode sintesis konvensional yang sederhana, ekonomis, dan mampu menghasilkan nanopartikel untuk produksi skala besar.

B. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses sintesis nanopartikel ZnO menggunakan metode presipitasi?
2. Bagaimana pengaruh pH (pH 5, pH 7, pH 10, dan pH 12) terhadap struktur kristal nanopartikel ZnO?

3. Bagaimana pengaruh pH (pH 5, pH 7, pH 10, dan pH 12) terhadap sifat optik nanopartikel ZnO?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sintesis nanopartikel ZnO variasi pH menggunakan metode presipitasi
2. Menganalisis pengaruh besar pH terhadap struktur kristal nanopartikel ZnO
3. Menganalisis pengaruh besar pH terhadap sifat optik nanopartikel ZnO

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang dipaparkan, manfaat yang akan tercapai yaitu mengetahui peran pH larutan pada karakteristik nanopartikel ZnO meliputi struktur kristal, komposisi unsur, dan sifat optik