

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dengan skala nanometer menjadi tren baru di bidang material (Rivero, dkk. 2021). Nanoteknologi memiliki prinsip merekayasa sifat-sifat dari material hingga menjadi lebih efektif, efisien dan berdaya guna lebih (Victoria dkk., 2022). Nanopartikel memiliki ukuran berkisar antara 1 – 100 nm (Vidya dkk., 2013). Nanopartikel menarik perhatian karena memiliki sifat unik seperti rasio antara luas permukaan dan volumenya tinggi, berdimensi nano, dan sifat fisik dan sifat kimia lebih baik dibandingkan oleh material berukuran besar sehingga lebih efisien (Saravanadevi, dkk. 2020 ; Wang dkk., 2016). Seng oksida (ZnO) merupakan semikonduktor tipe-n dengan fasa heksagonal dan struktur *wurtzite* dengan *wide band gap* sebesar 3.37 eV dan energi ikat 60 meV (Matinise dkk., 2017 ; Rendy & Mandal, 2017). ZnO saat ini sedang banyak dikembangkan karena memiliki stabilitas yang tinggi dan tidak beracun sehingga bahan ini ramah lingkungan (Pall dkk., 2018).

ZnO memiliki kemampuan penyerapan radiasi yang baik dan koefisien kopling elektrokimia yang besar sehingga menjadikannya material pilihan untuk aplikasi optoelektronik dan perangkat fotonik (Aisida dkk., 2019 ; Ugw dkk., 2019). Selain itu, ZnO memiliki stabilitas kimia dan termal yang baik sehingga tahan terhadap perlakuan panas yang tinggi. Seng oksida (ZnO) memiliki sifat absorbansi yang baik sehingga nanopartikel ZnO dapat dimanfaatkan sebagai bahan pelapis material, industri cat dan panel surya (Fagier, 2021 ; Madubuonu dkk., 2019). Nanopartikel ZnO digunakan dalam banyak aplikasi seperti gas, sensor kelembaban, dan detektor UV (Aisida dkk., 2019 ; Victoria dkk., 2022).

Banyak metode yang dapat dilakukan untuk sintesis ZnO nanopartikel, diantaranya adalah sol – gel, deposisi uap kimia, *spray pyrolysis*, hidrotermal, presipitasi, elektrodeposisi dan biosintesis (sintesis berbahan baku tanaman) (Talam, dkk., 2012 ; Saputra dkk., 2020 ; Bhalla dkk., 2022). Namun, diantara metode

tersebut memiliki beberapa kekurangan yaitu menggunakan bahan kimia yang berbahaya, menggunakan suhu yang tinggi, dan biaya yang relatif tinggi sehingga metode biosintesis menjadi pilihan alternatif karena memiliki banyak keuntungan termasuk ramah lingkungan, hemat biaya, tidak menghasilkan limbah baru dan menyediakan agen pengkelat alami, di mana ekstrak tanaman bertindak sebagai agen penahan dan penstabil untuk partikel nanopartikel (Hedeab dkk., 2023). Metode biosintesis dengan ekstrak tanaman juga dapat menghasilkan morfologi, struktur kristal dan ukuran partikel yang dapat di modifikasi sesuai kebutuhan (Pall, dkk., 2018).

Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk biosintesis ZnO nanopartikel adalah tanaman kelor (*Moringa Oleifera*). Pada daun kelor terdapat banyak nutrisi, di antaranya kalsium, besi, protein, vitamin A, vitamin B dan vitamin C (Misra & Misra, 2014; Oluduro, 2012). Daun kelor memiliki kemampuan antioksidan yang kuat dan antibakteri yang tinggi (Bhalla dkk., 2021). Das, dkk (2012) menyebutkan bahwa daun kelor mengandung antioksidan tinggi dan antimikrobia. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan asam askorbat, flavonoid, dan phenolic yang dapat mereduksi ion logam  $Zn^{2+}$  menjadi ZnO. Pada senyawa flavonoid terdapat gugus hidroksil (-OH) yang mengikat partikel Zn sehingga menyebabkan gaya yang tolak menolak antar partikel sejenis (Nurbayasari dkk., 2017).

Biosintesis ZnO nanopartikel menggunakan ekstrak daun bertujuan untuk menjadikan klorofil dari ekstrak daun sebagai *capping agent* yang akan berinteraksi dengan ion  $Zn^{2+}$  dan membentuk ZnO yang stabil (Nurlina & Intan, 2020). *Capping agent* berperan untuk menstabilkan ZnO dan mencegah aglomerasi partikel. Selain itu, *capping agent* juga berperan sebagai penghasil ion hidroksida (Nava dkk., 2017). Pada proses biosintesis nanopartikel ZnO, pH larutan merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi proses reduksi. Kemampuan reduksi dalam biosintesis akan meningkat saat larutan dalam keadaan basa (pH tinggi). Semakin tinggi pH larutan,

gugus hidroksil akan bertambah banyak dan tidak menyebabkan agregasi pada nanopartikel. Sintesis dengan keadaan basa (pH tinggi) dapat mengurangi ukuran partikel (Gherbi dkk., 2022). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rhamdiyah & Maharani (2022) melaporkan bahwa nanopartikel ZnO yang disintesis dengan ekstrak daun kelor pada pH 10 menghasilkan ukuran kristal sebesar 16.97 nm.

Parameter yang dapat mempengaruhi proses biosintesis nanopartikel ZnO selain pH larutan adalah variasi konsentrasi prekursor. Peningkatan konsentrasi dapat menyebabkan ukuran partikel ZnO meningkat dan penurunan konsentrasi prekursor dapat menyebabkan menurunnya intensitas puncak pada gugus fungsi (Kaningini dkk., 2022). Variasi konsentrasi pada prekursor dapat menunjukkan morfologi permukaan partikel yang tidak seragam. Struktur nanopartikel akan semakin baik jika konsentrasi prekursor tinggi. Pada penelitian yang dilakukan Samat dan Nor (2013), menunjukkan konsentrasi prekursor sebesar 0.15 M dan 0.20 M menghasilkan bentuk yang seragam dengan ukuran nanopartikel sekitar 100 nm. Menurut Nurbayasari, dkk. (2017), konsentrasi prekursor divariasikan 0.05 ; 0.1 ; dan 0.15 M dan mendapatkan konsentrasi paling baik pada konsentrasi 0.15 M. Pada penelitian Samat dan Nor (2013), sintesis nanopartikel ZnO dengan prekursor yang berbeda menggunakan konsentrasi pada 0.05 ; 0.1 ; 0.15 ; dan 0.2 M dan mendapatkan konsentrasi prekursor paling baik pada konsentrasi 0,2 M. konsentrasi larutan prekursor *zinc nitrate tetrahydrate*  $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  dapat mempengaruhi morfologi, ukuran kristal, dan struktur nanopartikel ZnO yang terbentuk. Semakin tinggi konsentrasi prekursor, maka semakin banyak ion *zinc* yang tersedia untuk bereaksi dengan larutan ZnO, sehingga partikel yang terbentuk menjadi lebih kecil (Muldarisnur dkk., 2019)

Berdasarkan kandungan flavonoid yang tinggi pada daun kelor, daun kelor dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam biosintesis nanopartikel ZnO. Nanopartikel ZnO yang disintesis dengan ekstrak daun kelor dapat menghasilkan rata – rata ukuran kristal sebesar 16.97 nm (Rhamdiyah & Maharani, 2022). dalam penelitian yang dilakukan oleh Matinise dkk., (2017) melaporkan bahwa nanopartikel

ZnO berhasil disintesis dengan ekstrak daun kelor dan menghasilkan ukuran partikel sebesar 12.27 – 30.51 nm.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan mensintesis nanopartikel ZnO menggunakan metode biosintesis dengan variasi prekursor yang berbeda-beda. Kemudian menganalisis pengaruh variasi prekursor *zinc nitrate tetrahydrate* ( $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) terhadap sifat struktur, morfologi, optik, dan gugus fungsi pada biosintesis nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun *Moringa Oleifera*.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perumusan masalah yang perlu dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana biosintesis nanopartikel ZnO dengan ekstrak daun kelor?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  terhadap struktur kristal, ukuran partikel, dan morfologi nanopartikel ZnO?
3. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  terhadap sifat optik, energi celah pita dan gugus fungsi nanopartikel ZnO.

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mensintesis nanopartikel ZnO menggunakan metode biosintesis dengan ekstrak daun kelor.
2. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  terhadap struktur kristal, ukuran partikel, dan morfologi nanopartikel ZnO.
3. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi prekursor  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  terhadap sifat optik, energi celah pita dan gugus fungsi nanopartikel ZnO.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian, manfaat dalam penelitian ini yaitu dapat mensintesis nanopartikel ZnO menggunakan metode biosintesis dengan ekstrak daun kelor dan teknik presipitasi, dapat menganalisis pengaruh variasi konsentrasi  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  terhadap ukuran partikel dan struktur kristal nanopartikel ZnO, menganalisis pengaruh variasi prekursor terhadap gugus fungsi, sifat optik dan morfologi nanopartikel ZnO dari proses biosintesis menggunakan ekstrak daun kelor (*moringa oliefera*).

