

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) berdampak pada lahirnya teknologi masa depan yaitu nanoteknologi. Prinsip nanoteknologi adalah merekayasa sifat-sifat material sedemikian rupa sehingga menjadi lebih efektif, efisien dan berdaya guna. Nanoteknologi menghasilkan partikel dalam skala nanometer yang dikenal dengan sebutan nanopartikel. Nanopartikel merupakan suatu partikel dengan ukuran 1 sampai 100 nm (Abdullah dan Khairurrijal, 2009). Nanopartikel banyak dimanfaatkan pada bidang lingkungan, kesehatan, pertanian, pangan, tekstil, industri, optoelektronika, dan energi. Salah satu contoh dalam bidang optoelektronika, digunakan sebagai cahaya pada lampu LED, *barcode* dan lainnya (Tsuzuki, 2009).

Material yang banyak dimanfaatkan dalam aplikasi nanoteknologi adalah seng (Zn) dalam bentuk oksidanya, yaitu seng oksida (ZnO). Seng oksida adalah material semikonduktor dengan celah pita 3,37 eV memiliki stabilitas kimia dan termal tinggi (Malik dkk., 2015). Sebagai semikonduktor dengan celah pita energi yang lebar, ZnO sangat potensial diaplikasikan dalam bidang industri, elektronik, optoelektronik, dan sensor (Abdullah dan Khairurrijal, 2009). Partikel ZnO memiliki kelemahan, yaitu ukuran partikel yang besar mengakibatkan luas permukaan per volume yang kecil serta celah pita energi yang kurang ideal untuk diaplikasikan pada cahaya tampak. Jika celah pita energi lebih besar dari energi terbesar cahaya tampak yaitu 3,1 eV maka tidak ada cahaya tampak yang diabsorpsi

material (Bhaduri dkk., 2021). Hal ini sangat penting untuk aplikasi dalam berbagai peralatan optoelektronik, seperti *light emitting diode* (LED), laser dan perangkat tampilan. Hal ini memungkinkan perlu dilakukan sintesis nanopartikel ZnO untuk mengoptimalkan sifatnya. Sintesis merupakan proses pembuatan atau pembentukan senyawa kimia lain secara khusus ke dalam struktur kristal semikonduktor.

Tantangan dalam sintesis nanopartikel ZnO dengan partikel berskala nanometer adalah mencegah terjadinya penggumpalan partikel, yaitu dengan menggunakan *capping agent*. *Capping agent* yang berfungsi untuk menstabilkan nanopartikel selama proses sintesis dapat dikategorikan menjadi dua yaitu organik dan anorganik. *Capping agent* organik meliputi senyawa-senyawa seperti asam lemak, surfaktan, polimer, dan ligand organik, yang berasal dari sumber biologis (*green synthesis*). Senyawa-senyawa organik ini lebih fleksibel dalam fungsionalisasi permukaan nanopartikel dan tidak beracun. Di sisi lain *capping agent* anorganik terdiri dari senyawa kimia yang tidak mengandung ikatan karbon-hidrogen sehingga lebih susah dan mahal untuk didapatkan (Javed dkk., 2020). Menggunakan *capping agent* dapat menghasilkan ukuran partikel yang homogen (seragam). Maka dari itu, pada penelitian ini jenis *capping agent* yang digunakan yaitu *capping agent* organik yang dapat dihasilkan dari ekstrak tanaman yang mengandung senyawa *flavonoid*, *tanin*, *protein*, *karbonil*, dan *alkaloid*. Senyawa *flavonoid* pada ekstrak tanaman berperan mereduksi Zn^{+2} menjadi Zn (Sutradhar dan Saha, 2016).

Salah satu ekstrak tanaman yang potensial digunakan sebagai *capping agent* adalah daun kakao. Daun kakao memiliki kandungan beberapa metabolit sekunder

diantaranya adalah senyawa *polifenol*. Senyawa ini dapat berupa molekul tunggal atau campuran dan mengandung struktur molekul *fenol*, *tannin* ataupun asam tanat, *lignin*, dan *flavonoid*. Salah satu senyawa golongan *polifenol* yang banyak ditemukan dalam jaringan tanaman daun kakao yaitu *flavonoid*. Struktur utama senyawa *polifenol* adalah berupa dua bentuk struktur cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil yang terikat pada cincin benzenanya (Khoddami dkk., 2013). Keberadaan senyawa *polifenol* tersebut dapat sebagai agen penstabil pada sintesis nanopartikel, sehingga, ekstrak daun kakao potensial untuk proses sintesis nanopartikel seng oksida sebagai *capping agent* (Geetha dkk., 2016).

Beberapa ekstrak tumbuhan yang digunakan dalam sintesis nanopartikel ZnO antara lain daun *Eucalyptus globulus* (Barzinjy & Azeez, 2020), daun tin (Saputra dkk., 2020), daun gambir (Handani dkk., 2020), daun pepaya (Halida Ramadanti & Kartika Maharani, 2022), daun suji (Yunita dkk., 2020) dan buah lerak (Yusuf dkk., 2019). Dari hasil sintesis nanopartikel ZnO tersebut diketahui bahwa polifenol pada ekstrak tanaman berperan mereduksi Zn^{2+} menjadi Zn yang berfungsi sebagai *capping agent*.

Salah satu penelitian terkait sintesis ZnO dengan penambahan ekstrak tanaman telah dilakukan oleh Yunita dkk. (2020) yaitu dengan penambahan ekstrak klorofil dari daun suji menggunakan metode hidrotermal. Hasil yang didapatkan yaitu bahwa penambahan variasi konsentrasi ekstrak klorofil pada ZnO memberikan pengaruh yang cukup signifikan pada ukuran kristal ZnO. Berdasarkan hasil karakterisasi XRD bahwa terjadinya penurunan ukuran partikel dari 27,08 nm sebelum penambahan klorofil, menjadi 22,08 nm setelah penambahan klorofil.

Pada penambahan klorofil menunjukkan peningkatan celah pita energi yaitu 3,29 eV dari 2,5 eV sebelum penambahan klorofil.

Saputra dkk. (2020) telah melakukan penelitian tentang sintesis nanopartikel ZnO menggunakan media ekstrak daun tin. Ekstrak daun tin (*Ficus carica L*) berhasil bertindak sebagai oksidator dan *capping agent* nanopartikel ZnO. Proses hidrolisis menunjukkan bahwa penyerapan nanopartikel ZnO terjadi pada panjang gelombang maksimum 260 nm dan memiliki celah pita energi sebesar 3,32 eV. Nanopartikel ZnO ini memiliki ukuran kristal rata-rata sekitar 15,9 nm dengan bentuk partikel yang menyerupai kapas.

Handani dkk. (2019) telah melakukan penelitian dengan metode sol-gel pada sintesis nanopartikel menggunakan ekstrak daun gambir sebagai *capping agent*. Ekstrak daun gambir memiliki kandungan polifenol yang dapat mempengaruhi ukuran dan bentuk nanopartikel ZnO. Berdasarkan hasil karakteristik SEM didapatkan bentuk nanopartikel ZnO berbentuk bola dengan penambahan ekstrak dan berbentuk batang tanpa penambahan ekstrak. Ukuran nanopartikel berbentuk bola berkisar antara 50-80 nm dan diameter partikel berbentuk batang 60-120 nm.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan sintesis nanopartikel ZnO melalui metode sol-gel, dengan menggunakan ekstrak daun kakao sebagai *capping agent*. Metode sol gel dipilih karena prosesnya yang sederhana, biaya relatif murah, dan menghasilkan kristalinitas yang lebih tinggi (Mahdavi dan Talesh, 2017). Penelitian ini mempelajari pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun kakao terhadap struktur, sifat optik dan morfologi nanopartikel ZnO.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran ekstrak daun kakao sebagai *capping agent* dalam pembentukan nanopartikel ZnO, serta mengkaji pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun kakao terhadap struktur, sifat optik dan morfologi nanopartikel ZnO.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan daun kakao sehingga dapat berdaya guna sebagai *capping agent* dan untuk memberikan informasi tentang pengaruh menggunakan ekstrak terhadap struktur dan sifat optik nanopartikel ZnO.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Sintesis nanopartikel ZnO dilakukan dengan metode *sol-gel*. Bahan yang digunakan adalah ekstrak daun kakao dan seng asetat dihidrat ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Konsentrasi ekstrak yang digunakan adalah 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%. Struktur, sifat optik, dan morfologi masing-masing dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), Spektrofotometer UV-Vis dan *scanning electron microscope* (SEM).

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah:

1. Partikel ZnO yang dihasilkan berukuran nanometer.
2. Konsentrasi ekstrak daun kakao mempengaruhi ukuran dan besar celah pita energi nanopartikel ZnO yang terbentuk, dimana terjadinya penurunan ukuran dan celah pita energi seiring dengan menggunakan variasi konsentrasi ekstrak.