

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Nanopartikel adalah material yang menarik untuk dikembangkan karena material ini memiliki sifat yang berbeda dibandingkan material lainnya. Oleh karena itu terdapat beberapa penelitian dilakukan untuk mengetahui potensi nanopartikel agar bisa digunakan dalam berbagai aplikasi (Indiastuti and Amaliyah 2021). Nanopartikel menjadi kajian yang sangat menarik, karena ketika suatu materi sudah dalam bentuk nanopartikel, biasanya partikel tersebut memiliki sifat yang berbeda dari sifat materi sebelumnya (Gulo, A., & Siregar 2021).

Material Nanopartikel banyak menarik peneliti dikarenakan material ini menunjukkan sifat fisika dan kimia yang sangat berbeda dari *bulk* materialnya, seperti kekuatan mekanik, elektronik, magnetik, kestabilan termal, katalitik dan optik. Terdapat 2 hal utama yang membuat nanopartikel berbeda dengan material jenis *bulk* yaitu : Pertama, karena ukurannya kecil, nanopartikel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel sejenis dalam ukuran besar dan menyebabkan nanopartikel bersifat lebih reaktif. Reaktivitas suatu material ditentukan oleh atom-atom di permukaan, karena hanya atom-atom tersebut yang bersentuhan langsung dengan material lainnya. Kedua, ketika ukuran partikel mencapai orde nanometer, hukum fisika yang berlaku lebih didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum.

Sifat-sifat yang berubah pada nanopartikel berkaitan dengan fenomena-fenomena berikut, yaitu: (a) fenomena kuantum yang diakibatkan karena keterbatasan ruang gerak elektron dan pembawa muatan lainnya dalam partikel. Fenomena ini mempengaruhi pada beberapa sifat material seperti perubahan warna yang dipancarkan, transparansi, kekuatan mekanik, konduktivitas listrik dan magnetisasi; (b) perubahan rasio jumlah atom yang menempati permukaan terhadap jumlah total atom. Fenomena ini mempengaruhi pada perubahan titik didih, titik beku, dan reaktivitas kimia. Perubahan-perubahan tersebut diharapkan dapat menjadi

keunggulan nanopartikel dibandingkan partikel sejenis dalam keadaan *bulk* (Abdullah 2009). Proses sintesis nanopartikel dapat dilakukan dalam fasa cair, padat, dan gas. Secara garis besar sintesis nanopartikel dilakukan dengan metode *top-down* (fisika) dan metode *bottom-up* (kimia) (Kasim 2018).

ZnO merupakan bahan semikonduktor yang mempunyai sifat tipe-n golongan II-IV dengan lebar celah pita energinya 3,37 eV dan energi ikat eksitasi yaitu 60 meV pada suhu kamar. ZnO biasanya digunakan dalam sensor, sel surya, dan perangkat nano karena sifatnya yang mendekati UV, konduktivitas dan transparansi yang tinggi, aktivitas fotokatalitik, dan sifat optik, listrik, dan piezoelektrik yang baik. ZnO merupakan jenis metal oksida yang menjadi dasar pembuatan film tipis serta mempunyai sifat optik dan elektrik yang bagus digunakan pada proses deposisi. ZnO dapat menyerap beberapa spektrum matahari dibandingkan dengan fotokatalis lain.

ZnO memiliki kelemahan partikel dalam ukuran besar seperti area permukaan per volume yang kecil serta celah pita yang kurang sesuai apabila diaplikasikan pada cahaya tampak (Sirait 2021). ZnO juga kurang stabil terhadap lingkungan korosif dan memiliki sifat listrik yang kurang baik dengan resistivitas sebesar  $0,78 \Omega\text{cm}$  (Sim dkk. 2010) serta nilai konduktivitas sebesar  $2,10 \times 10^{-4} (\Omega\text{cm})^{-1}$  dan struktur unit pada ZnO kurang bagus (Sulhadi dkk. 2015). Perbaikan sifat ZnO dapat dilakukan dengan mengoptimalkan sifat fisik, optik dan elektrik dari ZnO maka perlu dilakukan proses pendopingan dengan dopan ekstrinsik (Erniria 2021) dengan menggunakan berbagai jenis bahan logam pen-doping golongan IIIA seperti B, Al, Ga, In, dan Tl sebagai benda asing yang disubstitusikan ke dalam struktur ZnO (Siregar, Siregar, and Sirait 2023).

Doping merupakan salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan intensitas puncak pada struktur Kristal, konduktivitas, mobilitas elektron, transparansi, dan stabilitas pada material (Sri Novita, Iwantono 2017) yang dapat memperbesar pengaplikasian material tersebut dari sifat dasarnya. Proses Pendopingan pada film tipis ZnO tipe-n dikarenakan rendah biaya, tidak beracun dan mudah dalam hal proses

pendopingan serta proses ini dapat meningkatkan stabilitas dan konduktivitas listrik hingga berorde  $10^5 \Omega\text{cm}$  (Mahadik 2014).

Deposisi merupakan proses penumbuhan film tipis. Suhu pada proses deposisi akan berpengaruh terhadap sifat fisis, sifat optik serta sifat listrik pada film tipis ZnO doping Sb. Menurut penelitian (Sulhadi dkk. 2015) diperoleh analisis FWHM suhu  $325^\circ\text{C}$  memiliki nilai paling kecil  $0,28^\circ$  pada puncak difraksi (002) dengan nilai *band gap* cukup lebar  $\sim 3,33\text{eV}$  dan nilai konduktivitasnya mencapai  $1,74 \times 10^{-3} (\Omega\text{cm})^{-1}$ .

Terdapat beberapa metode proses deposisi sintesis Film tipis seperti molecular beam epitaxy (Wang 2009), RF Sputtered, *spray pyrolysis* (Kulandaisamy dkk. 2016), Molecular Beam Epitaxy dan sol-gel (Sengupta dkk. 2013). Dalam penelitian ini digunakan Metode sol-gel spin coating digunakan karena suhu sintesis rendah dan peralatan sederhana dan murah, tidak menggunakan ruang dengan kevakuman yang tinggi, komposisinya homogen, ketebalan lapisan bisa dikontrol dan struktur mikronya cukup baik (Cheng 2004).

*Annealing* merupakan proses pengaturan suhu yang kemudian dilanjutkan dengan penurunan suhu secara perlahan. Semakin tinggi suhu *annealing* maka akan berpengaruh pada peningkatan intensitas orientasi pada puncak (002) (Sulhadi dkk. 2015), peningkatan nilai transmitansi dan nilai *band gap*, penurunan nilai resistivitas (Gromov dkk. 2013).

Metode sol-gel memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode-metode lainnya seperti sederhana, murah, dan efisien. Dengan menggunakan teknik sol-gel spin coating, beberapa parameter seperti konsentrasi larutan prekursor, suhu annealing, dan waktu *annealing* dapat diatur dengan mudah untuk mencapai sifat yang diinginkan (Siregar dkk. 2021). Metode sol-gel spin coating digunakan karena peralatannya sederhana dan tidak mahal, tidak membutuhkan vakum yang tinggi, proses temperaturnya cukup relatif rendah, komposisi seragam, ketebalan lapisan dapat dikontrol, dan struktur mikro yang sangat baik (Siregar, Siregar, and Sirait 2023).

Beberapa penelitian tentang film tipis ZnO doping Sb telah dilakukan, antara lain (Caglar 2018) dengan variasi konsentrasi doping, hasilnya menunjukkan semikonduktor ZnO tipe-n tanpa doping dan menjadi tipe-p setelah didoping dengan 0,2% Sb. Menurut Sirait, N. dkk 2020 dengan konsentrasi doping 4%; 5% dan 6% hasilnya nilai Kristal film tipis ZnO berbentuk wurtzite hexagonal. Pengaruh doping SbCl<sub>3</sub> pada lapisan film tipis ZnO terhadap ukuran kristal dalam penelitian ini adalah semakin tinggi nilai konsentrasi doping maka semakin kecil ukuran Kristal. Pengaruh doping SbCl pada lapisan film tipis ZnO terhadap sifat optik dalam penelitian ini adalah semakin tinggi konsentrasi doping maka semakin kecil nilai energi gap yang dimiliki. Pengaruh doping SbCl<sub>3</sub> pada lapisan film tipis ZnO terhadap strukturnya dalam penelitian ini adalah pada konsentrasi 4% terlihat permukaan kasar, pada konsentrasi 5% permukaan mengalami retakkan saat proses pelapisan sedangkan pada konsentrasi 6% terlihat munculnya gumpalan disekitar permukaan. Ini dapat disimpulkan terjadi karena penambahan konsentrasi doping yang meningkat dan saat proses pelapisan film tipis yang tidak merata.

Berdasarkan hal tersebut maka peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian yang berjudul: **“Pengaruh Suhu Annealing Terhadap Strukur Dan Sifat Optik Film Tipis ZnO:SbCl<sub>3</sub> Dengan Menggunakan Metode Sol-Gel Spin Coating”**.

## 1.2. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, peneliti membatasi ruang lingkup kajian yaitu:

1. Metode yang digunakan adalah metode Sol-gel dengan teknik spin coating.
2. Bahan yang digunakan untuk sintesis ini adalah Zinc Acetat Dihidrat sebagai bahan dasar, Isopropanol sebagai pelarut, Diethanolamine (DEA) sebagai penstabil.
3. Perbandingan doping Zinc Acetat Dihidrat dan Antimony Chloride SbCl<sub>3</sub> yaitu 4,75 : 0,25
4. Variasi suhu Annealing yang digunakan adalah 425°C, 450°C, 500°C, 600°C.

5. Preparat yang digunakan adalah kaca ITO

### 1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah adalah:

1. Bagaimana sintesis film tipis ZnO: Sb?
2. Bagaimana pengaruh suhu annealing terhadap struktur Kristal ZnO:Sb?
3. Bagaimana pengaruh suhu annealing terhadap morfologi film tipis ZnO:Sb?
4. Bagaimana pengaruh suhu annealing terhadap sifat optik film tipis ZnO?

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu :

1. Mengetahui sintesis film tipis ZnO:Sb
2. Mengetahui pengaruh suhu annealing terhadap struktur kristal ZnO:Sb
3. Mengetahui pengaruh suhu annealing terhadap morfologi film tipis ZnO:Sb
4. Mengetahui pengaruh suhu annealing terhadap sifat optik film tipis ZnO

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dihasilkannya film tipis ZnO yang transparan yang disintesis di atas substrat kaca menggunakan metode sol gel dengan teknik spin coating, serta memperoleh data mengenai pengaruh temperature annealing terhadap struktur dan sifat optik film tipis yang ditumbuhkan dengan metode sol gel.