

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada era globalisasi saat ini telah meningkatkan kebutuhan akan konsumsi energi listrik dalam kehidupan sehari-hari. Energi listrik memegang peran yang sangat penting dalam perekonomian, sehingga sangat penting untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan listrik saat ini. Salah satu solusi yang sedang diperjuangkan adalah penggunaan energi matahari, yang memiliki potensi sumber energi yang sangat besar (Pinem & Siregar, 2018). Sel surya (*sollar cell*) merupakan salah satu contoh sumber energi terbarukan yang berlimpah, karena energi yang dikeluarkan oleh sinar matahari mencapai 69% dari total energi radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi. Input energi matahari yang diterima dari permukaan bumi mencapai sekitar  $3 \times 10^{24}$  J per tahun, setara dengan  $2 \times 10^{17}$  W, yang jumlahnya 10.000 kali lipat konsumsi energi global saat ini (Siregar *et al.*, 2019). Kemajuan dalam teknologi sel surya sangat terkait dengan kemajuan dalam teknologi semikonduktor. Banyak material semikonduktor dalam bentuk film tipis yang telah dikembangkan dan diterapkan dalam sel surya. Teknologi film tipis telah berkembang dalam berbagai aspek, termasuk bahan yang digunakan, metode pembuatan, dan aplikasi.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan film tipis meliputi InO, WO<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, ITO, ZnO dan bahan lainnya (Astuti *et al.*, 2021). TiO<sub>2</sub> adalah salah satu jenis elektroda yang sering digunakan dalam sel surya berjenis DSSC, namun karena harganya yang tinggi, beberapa peneliti beralih ke bahan semikonduktor alternatif. *Zinc Oxide* (ZnO) saat ini menjadi material semikonduktor yang menarik karena potensinya dalam menggantikan peran TiO<sub>2</sub>, sebagai bahan semikonduktor elektroda kerja DSSC. ZnO memiliki kemampuan menyerap spektrum matahari dan kuantum cahaya yang lebih luas daripada TiO<sub>2</sub>. Selain itu, ZnO memiliki energi *band gap* yang lebih besar, menjadikannya lebih stabil dan lebih umum ditemukan (Siregar & Sabarina, 2022). ZnO adalah zat padat yang biasanya berbentuk serbuk heksagonal atau amorf. Pada suhu rendah, biasanya berwarna putih, tetapi ketika dipanaskan, dapat berubah warna menjadi kuning. ZnO memiliki sifat yang pahit dan tidak berbau

(Efendi & Sutanto, 2014). ZnO adalah sebuah semikonduktor yang tergolong dalam paduan dari golongan II-VI tipe-n, menggabungkan unsur-unsur oksida logam zinc (Zn) dengan nomor atom 30 dan oksigen (O) dengan nomor atom 8 (Fitriani & Handani, 2017). ZnO memiliki energi gap atau celah pita minimum yang lebar sebesar 3,2 eV pada suhu kamar dan energi ikat eksiton tinggi sebesar 60 MeV (Astuti *et al.*, 2021). ZnO dapat memiliki sifat *Piezoelektrik* karena struktur kristalnya, sering disebut sebagai struktur kristal seng oksida *wurtzit*. Seng oksida (ZnO) adalah bahan keramik dengan titik leleh hingga 197°C, dimana ZnO hanya mulai terurai pada suhu yang mendekati titik lelehnya (Doyan & Humaini, 2017).

Seng oksida merupakan bahan material yang sangat penting dan memiliki potensi besar, terutama dalam berbagai aplikasi di bidang elektronik, optik, dan fotonik (Efendi & Sutanto, 2014). ZnO memiliki beberapa sifat yang baik dan bermanfaat dalam pengembangan panel sel surya yaitu spektrum infra merah yang tinggi, konduktivitas termal yang tinggi, bahan *piezoelektrik* yang sangat baik, katalitik, optik, elektrik, *optoelektronik*, gas-sensing, memiliki sifat *fotoelektrokimia*, transmisi cahaya, dioda pemancar UV, sensor gas, sensor ultraviolet, dan fotokatalis (Baka *et al.*, 2014; Kyu *et al.*, 2019). ZnO dalam bentuk nanopartikel atau lapisan tipis dapat difabrikasi dengan mudah tanpa memerlukan proses sublimasi dalam kondisi vakum, dan dapat dilakukan pada suhu yang lebih rendah daripada banyak logam lainnya. Bahan ini mudah didapat, terjangkau secara ekonomis, ramah lingkungan, memiliki sifat optik yang cemerlang, stabilitas yang tinggi, serta konduktivitas listrik yang memadai jika dibandingkan dengan bahan lainnya

Pembuatan film tipis ZnO pada saat ini sering melibatkan penggunaan berbagai teknik deposisi yang kompleks dan memerlukan biaya tinggi, seperti *Chemical Vapor Deposition* (CVD), *metal-organic CVD*, dan metode *sol-gel* (Fitriani & Handani, 2017). Selain itu ada pula metode lainnya seperti, elektroplating, *Pulsed Laser Deposition* (PLD), *Molecular Beam Epitaxy* (MBE), implantasi ion, epitaksi berkas molekul, deposisi uap kimia logam, *sputtering*, teknik metalurgi serbuk, pirolisis semprot kimia, deposisi lapisan atom, teknik *chemical vapour transport* (CVT), metode kimia basah, teknik deposisi rendaman kimia, *electron beam evaporation*, evaporasi, penguapan vakum, deposisi laser berdenyut dan deposisi elektro (Ariani *et al.*, 2017; Patil & Fulari, 2015).

Elektroplating adalah suatu teknik di mana logam (anoda) dideposisikan pada permukaan logam dasar (katoda) melalui reaksi elektrokimia yang terjadi saat arus listrik digunakan (Victor & Yuli, 2020). Dalam proses elektroplating, bahan yang akan dilapisi direndam dalam larutan elektrolit tertentu dan kemudian dikenakan arus searah (DC). Ini mengakibatkan partikel logam pelapis dipindahkan ke bahan yang akan dilapisi. Arus searah yang diberikan ke dalam larutan menyebabkan terjadinya proses reduksi pada katoda dan oksidasi pada anoda (Fiqry *et al.*, 2019). Bahan pelapis dapat berasal dari ion-ion dalam larutan elektrolit, namun terkadang bisa juga berasal dari anoda. Prinsip dasar operasi metode pelapisan ini adalah mengalirkan arus searah melalui konduktor yang terhubung ke anoda dan katoda, keduanya dicelupkan ke dalam larutan elektrolit. Metode pelapisan ini menawarkan keunggulan khusus, termasuk operasi pada suhu rendah, kemudahan dalam mengontrol ketebalan logam pelapis, penggunaan lapisan yang efisien, dan menghasilkan lapisan dengan ketebalan yang seragam (Victor & Yuli, 2020).

Penelitian yang dilakukan sebelumnya tentang film tipis ZnO menggunakan metode elektroplating antara lain yaitu penelitian yang telah dilakukan Siregar *et al* (2023) mengenai film tipis ZnO yang difabrikasi dengan metode elektroplating dengan variasi waktu 1,25 menit, 2,50 menit, 5,00 menit, dan 7,50 menit. Hasil yang diperoleh bahwa kristal film tipis ZnO berbentuk Wurtzite hexagonal. Hasil ukuran kristal waktu deposisi 1,25 menit sebesar 24,81 nm dengan *band gap* 3,24 eV. Pada waktu deposisi 2,5 menit ukuran kristal sebesar 28,17 nm dengan *band gap* 3,19 eV. Pada waktu deposisi 5 menit ukuran kristal sebesar 27,65 nm dengan *band gap* 3,21 eV. Pada waktu deposisi 7,5 menit ukuran kristal sebesar 26,93 nm dengan nilai celah pita 3,19 eV. Penelitian yang telah dilakukan Temel *et al* (2017) dengan memvariasikan waktu 15, 30, 45 dan 60 menit menunjukkan film tipis ZnO memiliki struktur *wurtzite hexagonal*. Penelitian yang telah dilakukan oleh Patil & Fulari (2015) dengan memvariasikan waktu pelapisan 10-40 menit. Hasil yang diperoleh bahwa intensitas puncak film tipis ZnS meningkat seiring bertambahnya waktu pelapisan, dengan serapan optik pada rentang panjang gelombang 200-1100 nm dan nilai celah pita film tipis ZnS paling besar 3,94 eV.

Berdasarkan penelitian tersebut maka peneliti ingin membuat material nanopartikel ZnO yang dibuat menggunakan  $ZnSO_4$  sebagai bahan dasar dan DI

Water sebagai bahan pelarut. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah elektroplating. Peneliti melakukan variasi waktu deposisi film tipis ZnO, yaitu selama 5, 10, 20, dan 35 menit, dengan tujuan untuk mencapai karakteristik dan sifat optik yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi sel surya dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Adapun perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian ini yaitu terdapat pada variasi waktu deposisi yang digunakan dan pada konsentrasi molaritas  $\text{ZnSO}_4$  dimana penelitian sebelumnya sebanyak 0,2M sedangkan pada penelitian ini menggunakan  $\text{ZnSO}_4$  sebanyak 0,5M. Oleh karena itu penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Waktu Deposisi Terhadap Struktur Dan Sifat Optik Film Tipis ZnO Dengan Menggunakan Metode Elektroplating”**

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah yang telah diidentifikasi adalah:

1. Berkurangnya ketersediaan energi listrik akibat dari semakin meningkat penggunaan energi listrik maka dilakukan pemanfaatan energi matahari yaitu elektroda DSSC sebagai energi alternatif di masa mendatang.
2. ZnO adalah unsur yang melimpah di alam dengan *band gap* sekitar 3,37 eV, mirip dengan  $\text{TiO}_2$  (3,2 eV), yang membuatnya menjadi alternatif yang potensial sebagai material aktif. Oleh karena itu, penelitian ini mengeksplorasi penggunaan ZnO sebagai bahan dasar untuk film tipis dengan fokus pada analisis struktur dan sifat optiknya.
3. Mengidentifikasi struktur dan sifat optik film tipis paling optimal yang digunakan untuk sel surya.

## 1.3 Ruang Lingkup

Adapun Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi pengaruh variasi waktu deposisi terhadap struktur dan ukuran kristal film tipis ZnO.
2. Mengidentifikasi pengaruh variasi waktu deposisi terhadap morfologi film tipis ZnO.
3. Mengidentifikasi pengaruh variasi waktu deposisi terhadap sifat optik film tipis ZnO.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Variasi waktu deposisi film tipis, yaitu 5 menit, 10 menit, 20 menit dan 35 menit.
2. Temperatur suhu *pre-heating* 100°C dan suhu *post-heating* 500°C.
3. Substrat yang dipakai adalah kaca preparat *Flourine doped Tin Oxide* (FTO).

#### 1.5 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yakni:

1. Bagaimana pengaruh waktu deposisi terhadap struktur dan ukuran kristal film tipis ZnO?
2. Bagaimana pengaruh waktu deposisi terhadap morfologi film tipis ZnO?
3. Bagaimana pengaruh waktu deposisi terhadap sifat optik film tipis ZnO?

#### 1.6 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi waktu deposisi terhadap struktur dan ukuran kristal film tipis ZnO.
2. Menganalisis pengaruh variasi waktu deposisi terhadap morfologi film tipis ZnO.
3. Menganalisis pengaruh variasi waktu deposisi terhadap sifat optik film tipis ZnO.

#### 1.7 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah diperolehnya data pengaruh variasi waktu deposisi terhadap struktur kristal, sifat optik, ukuran kristal film tipis ZnO yang disintesis menggunakan metoda elektroplating. Selain itu, harapannya bisa menjadi acuan untuk mengembangkan dan meningkatkan kualitas film tipis ZnO untuk diaplikasikan sebagai photoanoda Dye Sensitized Solar Cells (DSSC) untuk menghasilkan efisiensi DSSC yang paling optimal serta memenuhi energi alternatif di masa mendatang.