

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada saat ini jumlah penduduk di dunia meningkat pesat sehingga membawa pengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan energi yang menimbulkan permasalahan yaitu kekurangan sumber energi. Menurut survei yang telah diamati oleh Professor Ricards Smalley dari *Rice University*, energi adalah masalah terbesar yang akan dihadapi manusia selama lima puluh tahun mendatang. Sejak tahun 2002, cadangan energi fosil di seluruh dunia berjumlah empat puluh tahun untuk minyak, enam puluh tahun untuk gas alam, dan dua ratus tahun untuk batu bara. Karena jumlah sumber energi fosil yang semakin menipis, orang mulai beralih ke penggunaan sumber energi yang terbarukan, seperti angin, biomass, tenaga air, dan sel surya. Pasalnya, banyaknya energi matahari yang masuk ke bumi sangat besar, sekitar 700 megawatt per menit, penggunaan sel surya adalah alternatif yang paling berpotensi. Jumlah ini 10.000 kali lebih besar jika dihitung (Taqwa & Dwijantoro, 2015). Fenomena ini menunjukkan bahwa energi matahari salah satu sumber energi alternatif yang paling berpotensi untuk digunakan di Indonesia. Banyak upaya telah dilakukan untuk menghasilkan energi dari matahari melalui pembuatan sel surya (*solar cell*) (Supriyanto *et al.*, 2016).

Energi surya dihasilkan melalui pembuatan sel surya, yang kemudian digabungkan menjadi panel surya menggunakan prinsip fotovoltaik (Hanavi *et al.*, 2019). Efek photovoltaik terjadi ketika dua elektroda terhubung ke sistem padatan atau cairan dan dipaparkan pada energi cahaya. Gratzel menemukan bahwa ada tiga jenis sel surya berdasarkan kemajuan teknologi saat ini dan bahan sintesisnya. Yang pertama adalah sel surya yang terbuat dari silikon tunggal atau silikon multi kristal. Yang kedua adalah sel surya tipe lapis tipis (*thin film solar cell*) dan yang ketiga adalah sel surya organik (*dye sensitized solar cell*) (Taqwa & Dwijantoro, 2015).

Sel surya dengan teknologi film tipis memiliki beberapa lapisan seperti lapisan *windows*, *absorber*, *back contact*, dan *substrat*. Pada bagian *windows layer*, material yang digunakan dalam lampiran ini mensyaratkan mempunyai

kemampuan untuk mentransmisikan cahaya matahari yang tinggi. Selanjutnya, cahaya yang ditransmisikan akan ditangkap/disimpan pada lapisan berikutnya berupa lapisan absorber. Sesuai fungsinya sebagai penyerap, maka lapisan absorber mensyaratkan bahan yang digunakan harus memiliki energi *band gap* yang kurang dari 3,10 eV. Dengan demikian, lapisan absorber dapat menyerap panjang gelombang cahaya tampak yang lebih besar (Astuti *et al.*, 2021).

Saat ini, *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) adalah sel surya fotoelektrokimia yang menggunakan elektrolit sebagai medium transportasi muatan listrik. DSSC ini terdiri dari tiga komponen utama: elektroda kerja (*working electrode*), elektroda pembanding (*counter electrode*), dan larutan elektroda. Elektroda kerja terdiri dari kaca konduktif transparan, seperti *Flourine-doped Tin Oxide* (FTO), lapisan aktif *dye* dan lapisan semikonduktor seng oksida (ZnO) (Purba, 2018). Material semikonduktor yang digunakan dalam DSSC wajib mempunyai *band gap* yang lebar, lapis tipis dengan luas penampang yang besar, maupun mobilitas elektron yang tinggi. Ini akan membuat proses penyerapan energi pada *dye* lebih efisien dan lebih ringan (Nadeak & Susanti, 2012). Jenis material yang memiliki karakteristik di atas didapat dari senyawa kimia, seperti logam oksida.

ZnO (*Zinc Oxide*) merupakan salah satu material semikonduktor yang tergolong sering dikembangkan pada senyawa kimiawi oksida karena mempunyai *band-gap* lebar. Karena senyawa ZnO memiliki banyak sifat, termasuk kekuatan mengikat energi yang tinggi, resistivitas yang rendah, dan sifat penangkap cahaya yang baik, penggunaan ZnO sebagai semikonduktor adalah pilihan yang baik untuk menggantikan TiO₂ (Caglar, 2009). Dengan struktur kristal *wurtzite* heksagonal dan nilai parameter kisi $a = 3,249 \text{ \AA}$ dan $c = 5,206 \text{ \AA}$, ZnO salah satu senyawa yang berada pada golongan II-VI dengan lebar celah pita langsung (*direct bandgap*) sekitar 3,4 eV. Ini membuat penggunaan ZnO sebagai elektroda kerja DSSC cukup menjanjikan (Maddu *et al.*, 2006).

Penggunaan material kristal ZnO biasanya dibuat dalam bentuk *film* tipis. Material ZnO yang telah dibuat menjadi *film* tipis memiliki kemampuan absorpsi yang rendah dan transmitansi yang tinggi sehingga banyak diaplikasikan sebagai *window layer* pada sel surya. Tujuan pembuatan *film* tipis ZnO adalah untuk mengubah jarak antara pita valensi dan pita konduksi atau yang dikenal dengan

band gap. Ketika dopan dengan nilai *band gap* yang lebih tinggi diberikan pada *film* tipis ZnO, maka jarak antarpita valensi ke pita konduksi menjadi lebih lebar. (Astuti *et al.*, 2021).

Banyak metode dalam memperoleh sintesis *film* ZnO seperti elektropating (Maddu *et al.*, 2006), *sol-gel dip coating* (Bouacheria *et al.*, 2022), *sol-gel spin coating* (Rumiyanti *et al.*, 2021), *sputtering* (Sulhadi *et al.*, 2015), *pulsed laser deposition*, dan deposisi kimia (*chemical bath deposition*) (Nkrumah *et al.*, 2013). Menurut Kumar & Sasikumar, (2014) di antara metode di atas, sintesis *film* tipis ZnO yang paling optimal dapat dibuat dengan dengan metode elektroplating karena metode ini menggunakan tegangan atau arus katoda yang sangat rendah untuk menghasilkan *film* tipis ZnO pada sampel konduktif apapun seperti oksida penghantar transparan atau pelat logam lainnya. Menurut Siregar *et al* (2023b) keuntungan dari metode elektroplating antara lain suhu sintesis yang rendah, peralatan yang sederhana, murah, tanpa menggunakan ruang vakum, komposisi yang homogen, ketebalan lapisan dapat dikendalikan, dan struktur mikro yang besar, memungkinkan untuk digunakan secara luas sebagai alternatif dalam pembuatan *film* tipis. Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat proses elektroplating dalam memperoleh hasil yang optimal termasuk konsentrasi larutan elektrolit dan jarak antara elektroda (Singgih & Toifur, 2020).

Adapun beberapa parameter yang dapat mempengaruhi pelapisan dalam proses elektroplating menurut Saputra *et al.* (2020) adalah konsentrasi larutan elektrolit, waktu deposisi atau waktu pelapisan dan arus listrik. Beberapa penelitian yang dilakukan peneliti terdahulu tentang parameter yaitu : (1) menurut Yao *et al.*, (2015) dengan memvariasikan konsentrasi elektrolit akan menghasilkan struktur *wurzite* heksagonal, intensitas puncak pada orientasi (002), diameter rata-rata, densitas dan kemiringan nanorod ZnO meningkat yang diperkuat oleh peningkatan konsentrasi elektrolit. (2) Khansa *et al.*, (2019) yang melakukan penelitian pada variasi waktu deposisi, hasil yang didapatkan yaitu memiliki struktur kristal dengan intensitas, dan ukuran butir yang bervariasi sehingga kadar endapan meningkat seiring bertambahnya waktu pengendapan. (3) George *et al.*, (2021) dengan memvariasikan arus pengendapan menunjukkan saat arus meningkat, ukuran kristal endapan berkurang karena orientasi kristal *online* disebabkan tegangan yang

lebih rendah dan, kekerasan meningkat dengan meningkatnya kerapatan arus. (4) Muthukumar *et al* (2013) melaporkan bahwa dengan memvariasikan kerapatan arus akan menunjukkan hasil bahwa ZnO membentuk struktur *wurtzite* heksagonal dengan rapat arus yang menghasilkan peningkatan ukuran partikel. (5) Siregar *et al.*, (2023a) telah melakukan penelitian *film* tipis ZnO dengan metode elektroplating pada variasi kuat arus 5, 10, 20, dan 40 mA. Hasil penelitiannya menunjukkan hasil ZnO memiliki struktur kristal heksagonal serta ukuran kristal dan nilai celah pita meningkat dengan meningkatnya arus pengendapan. Maka dapat disimpulkan bahwa ukuran kristal meningkat seiring meningkatnya kuat arus, waktu pengendapan serta nilai celah pita juga akan meningkat dengan meningkatnya arus pengendapan dan nilai transmitansi *film* tipis yang tinggi sangat baik dan cocok untuk aplikasi pembuatan sel surya.

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan, peneliti tertarik melakukan penelitian tentang *film* tipis dengan menggunakan bahan utama yaitu ZnO. Pengembangan bahan tersebut digunakan untuk melapisi kaca yang memiliki sifat fisis, optik yang baik serta murah dan tidak beracun. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk memberikan manfaat dalam pembuatan sel surya yang akan menghasilkan energi yang terbarukan. Karakterisasi *film* tipis ZnO dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDS), dan *Ultraviolet Visible* (UV-Vis). XRD digunakan untuk mengetahui struktur dan ukuran kristal, SEM-EDS digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan dan kandungan unsurnya, dan UV-Vis digunakan untuk mengetahui sifat optik dari *film* tipis ZnO mulai dari transmitansi, absorbansi maupun lebar celah pitanya.

Adapun fabrikasi *film* tipis ZnO-based akan dilakukan dengan metode elektroplating akan dihubungkan dengan Potensiostat-Galvanostat yang memiliki tegangan stabil 2 V dengan waktu pengendapan 10 menit menggunakan konsentrasi larutan elektrolit ZnO 0,2 M. Variasi yang dilakukan adalah variasi kuat arus listrik yang akan digunakan ialah 7, 10, 25, dan 35 mA. Dengan penentuan variasi arus ini diambil untuk mengetahui dan memperoleh material/bahan terbaik yang dideposisikan sehingga memberikan dampak yang baik terhadap produk *solar cell*. Maka dari itu, diharapkan hasil yang diperoleh dari fabrikasi lapisan tipis ZnO akan

memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi dari penelitian terdahulu yang pernah ada. Adapun judul yang akan diajukan dalam penelitian ini adalah “**Pengaruh Kuat Arus Listrik terhadap Struktur dan Sifat Optik *Film* Tipis ZnO dengan Menggunakan Metode Elektroplating**”.

1.2. Identifikasi Masalah

Masalah dapat diidentifikasi berdasarkan penjelasan dari latar belakang masalah sebagai berikut:

1. Bahaya masalah peningkatan jumlah penduduk membawa pengaruh terhadap penggunaan kebutuhan energi mengakibatkan energi di bumi semakin berkurang.
2. Perlunya diketahui cara mengubah energi matahari menjadi energi listrik misalnya untuk pembuatan sel surya (*solar cell*).
3. Perlunya diketahui manfaat ZnO sebagai material fotokatalis, sel surya, laser UV-Vis, sensor gas dan LED.
4. Perlu diketahui proses pembuatan lapisan *film* tipis ZnO menggunakan metode elektroplating yang dihubungkan Potensiostat-Galvanostat yang bermanfaat untuk aplikasi sel surya.
5. Perlu diketahuinya struktur kristal, ukuran kristal, morfologi permukaan, serta kadar kandungan Zn dan O pada bahan lapisan tipis ZnO dengan metode elektroplating.
6. Belum diketahuinya pengaruh kuat arus listrik terhadap sifat optik *film* tipis ZnO dengan menggunakan metode elektroplating.

1.3. Batasan Masalah

Menurut uraian latar belakang dan identifikasi masalah, ruang lingkup penelitian harus dibatasi yaitu:

1. Proses pembuatan lapisan *film* tipis ZnO menggunakan metode elektroplating yang bermanfaat untuk aplikasi sel surya.
2. Sampel *film* tipis ZnO dilakukan variasi kuat arus listrik masing masing sebesar 7, 10, 25, dan 35 mA serta waktu pengendapan selama 10 menit yang dihubungkan

dengan Potensiostat-Galvanostat yang memiliki tegangan 2 volt.

3. Pemanasan dilakukan dengan 2 tahap yaitu pemanasan awal dengan suhu 100°C dan pemanasan akhir dengan suhu tinggi 500°C, dengan waktu pemanasan 2 jam dinaikkan dan 15 menit ditahan.
4. Analisa struktur kristal, ukuran kristal, morfologi permukaan, kadar kandungan Zn dan O, dan lebar celah pita energi dari sampel *film* tipis ZnO dengan variasi kuat arus listrik menggunakan metode elektroplating dianalisa dari hasil karakterisasi XRD, SEM-EDX dan UV-Vis.

1.4. Rumusan Masalah

Menurut uraian yang telah dipaparkan di atas, masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kuat arus listrik terhadap struktur kristal serta ukuran kristal *film* tipis ZnO menggunakan metode elektroplating?
2. Bagaimana pengaruh kuat arus listrik terhadap morfologi serta kandungan unsur pada *film* tipis ZnO menggunakan metode elektroplating?
3. Bagaimana pengaruh kuat arus listrik terhadap celah pita optik *film* tipis ZnO menggunakan metode elektroplating?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini ditetapkan berdasarkan rumusan masalah di atas sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh kuat arus listrik terhadap struktur kristal serta ukuran kristal *film* tipis ZnO menggunakan metode elektroplating.
2. Untuk mengetahui pengaruh kuat arus listrik terhadap morfologi serta kandungan unsur pada *film* tipis ZnO menggunakan metode elektroplating.
3. Untuk mengetahui pengaruh kuat arus listrik terhadap celah pita optik *film* tipis ZnO menggunakan metode elektroplating.

1.6. Manfaat Penelitian

Berikut ini manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan pengetahuan tentang sel surya (*solar cells*)
2. Mengetahui informasi mengenai pengaruh variasi kuat arus listrik terhadap struktur dan sifat optik kristal *film* tipis ZnO dengan menggunakan metode elektroplating.
3. Sebagai referensi yang dapat digunakan oleh peneliti berikutnya terkait kuat arus listrik terhadap sifat optik *film* tipis ZnO yang menggunakan metode elektroplating.

