

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi energi terbarukan dengan total kapasitas sebesar 417,6 GW dari berbagai sumber seperti panas bumi, angin, air, dan energi matahari. Sayangnya, tingkat pemanfaatan dari energi terbarukan tersebut masih rendah, karena sektor energi di Indonesia masih didominasi oleh bahan bakar fosil (Suparwoko & Qamar, 2022). Penggunaan bahan bakar fosil ini akan menyebabkan tingginya emisi gas yang menyebabkan pemanasan global (Slameršak dkk., 2022). Semakin lama, kebutuhan daya global di tahun 2050 akan menghadapi kebutuhan energi yang tinggi, mencapai sebesar 30 TW (Darling & You, 2013). Maka dari itu dibutuhkan sebuah energi terbarukan yang dapat memberikan kebutuhan daya yang tinggi tetapi ramah lingkungan. Salah satunya adalah energi matahari yang merupakan energi terbarukan terbersih dan dapat mengurangi atau meminimalkan emisi karbon (Sharif dkk., 2021). Energi matahari ini lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar fosil sebagai panel surya karena memiliki emisi karbon 95% lebih rendah (Tsoutsos dkk., 2005).

Energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan sel surya, yang memanfaatkan sifat listrik dari material *photovoltaic* yaitu semikonduktor (Patwardhan dkk., 2015; El-Adawi & Al-Nuaim, 2014). Saat ini terdapat tiga generasi dalam pengembangan teknologi sel surya, yaitu sel surya dengan bahan silicon (sel konvensional), sel surya dengan teknologi film tipis, dan sel surya *photovoltaic* (Choudhary & Srivastava, 2019). Pembuatan sel surya silicon masih tergolong sangat mahal meskipun memiliki efisiensi yang tinggi sekitar 26.1%-26.7% (Liu dkk., 2020). Terdapat jenis sel surya *photovoltaic* yaitu jenis perovskite yang berperan sebagai lapisan absorber pada sel surya dan memiliki harga lebih murah dibandingkan dengan jenis silicon (Nair dkk., 2020; Cherrette dkk., 2018). Hanya dalam dua tahun sejak dikenalkannya, sudah memiliki progress efisiensi yang terbilang cepat bertambah dari 10% hingga 20% dan masih akan terus bertambah seiring berjalannya waktu (Patwardhan dkk., 2015).

Sel surya perovskite memiliki keunggulan lain seperti teknologi fabrikasi yang sederhana dan memiliki biaya yang cukup terjangkau dalam pembuatannya (D. Yang dkk., 2019; Bykkam dkk., 2022). Sel surya jenis perovskite ini merupakan sel film tipis yang terbuat dari proses pelapisan, sintering, kristalisasi dengan bahan larutan, lalu dikemas menjadi sel surya yang dapat menghasilkan listrik dengan biaya rendah dan dapat diakui sebagai sel surya generasi berikutnya yang menjanjikan (Huang dkk., 2020). Hasil efisiensi dari sel surya perovskite sangat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti susunan fabrikasi, sifat kimia, juga berbagai jenis dan kombinasi dari *Electron Transport Layer* (ETL) dan *Hole Transport Layer* (HTL) yang digunakan pada pembuatan dari sel surya jenis ini (Nair dkk., 2020).

Penggunaan lapisan TiO₂ nanopartikel sebagai ETL pada sel surya perovskite akan sangat efisien karena memiliki stabilitas kimia yang tinggi, memiliki *band gap* optimum (3,2 eV) yang selaras dengan perovskite, dan berperan penting terhadap peningkatan kinerja sel surya perovskite (Afzali dkk., 2020; Arshad dkk., 2021; Shakir dkk., 2015; Noori dkk., 2022). TiO₂ merupakan bahan ETL yang dominan untuk mengangkut photoelectron dan bagus untuk mencegah kontak antara kaca substrate dengan lapisan HTL (Wang dkk., 2019). Film tipis TiO₂ dapat dibuat dengan berbagai metode seperti *sol-gel*, *pulsed layer deposition*, *chemical vapor deposition*, *spray pyrolysis*, dan *sputtering* (Salman dkk., 2019). *Spin coating* dari *sol-gel* TiO₂ adalah metode deposisi yang baik untuk melapisi film tipis TiO₂ pada substrat kaca, karena prosesnya yang cukup sederhana dan biaya yang dikeluarkan rendah (Anderson & Binions, 2014). Salah satu bahan *precursor* pembentuk dari TiO₂ dengan metode *sol-gel* adalah *titanium tetraisopropoxide* (TTIP) yang menggunakan pelarut ethanol (Pala dkk., 2020). TTIP merupakan bahan *precursor* yang menjanjikan karena dapat menghasilkan larutan yang stabil pada rasio hidrolisis rendah (Yazid dkk., 2019).

Ketebalan dari TiO₂ yang berperan sebagai ETL pada sel surya perovskite akan mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan. Kim dan kawan-kawan membuktikan pada penelitiannya bahwa semakin tebal lapisan TiO₂ maka nilai dari *Power Conversion Efficiency* (PCE) yang dihasilkan pun akan semakin kecil, menggunakan pasta TiO₂ standar dengan variasi ketebalan 150 nm, 205 nm, dan

400 nm menghasilkan PCE masing-masing sebesar 18.03%, 16.52%, dan 14.43% (D. G. Lee dkk., 2019). Namun, masih jarang ditemukannya penelitian mengenai pengaruh ketebalan dari TiO_2 dengan menggunakan *precursor* TTIP terhadap kinerja sel surya perovskite. TTIP digunakan karena proses sintesis dapat dilakukan dengan metode *sol gel* melalui pengaturan pH pada kondisi pH optimum 1,0 yang dapat memperoleh ukuran grain nanopartikel pada rentang kurang dari 100 nm. Ukuran grain yang lebih kecil diharapkan akan menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi.

Oleh sebab itu, pada penelitian ini, TTIP akan digunakan sebagai *precursor* pembentuk TiO_2 sebagai ETL untuk sel surya perovskite. Penelitian akan dilakukan terhadap 4 sampel dengan rasio ketebalan TiO_2 berbeda, dan rasio penyusun sel surya perovskite lainnya dibuat tetap. Hal tersebut diharapkan akan berpengaruh pada peningkatan efisiensi sel surya film tipis berbasis perovskite.

1. 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh ketebalan TiO_2 terhadap sifat optik sel surya berbasis perovskite?
2. Bagaimana pengaruh ketebalan TiO_2 terhadap sifat listrik sel surya berbasis perovskite?

1. 3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada penelitian ini, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sifat optik yang dianalisis meliputi spektrum transmitansi dan nilai *bandgap* dari TiO_2 dan spektrum absorbansi dari perovskite yang telah dideposisi pada TiO_2 .
2. Sifat listrik yang dianalisis meliputi nilai efisiensi sel surya perovskite berdasarkan nilai densitas arus *short-circuit* (J_{sc}), tegangan *open-circuit* (V_{oc}), dan *Fill Factor* (FF).

1. 4. Tujuan

Tujuan dengan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui gambaran mengenai pengaruh ketebalan TiO_2 terhadap sifat optik sel surya berbasis perovskite.
2. Mengetahui gambaran mengenai pengaruh ketebalan TiO_2 terhadap sifat listrik surya berbasis perovskite.

1. 5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh ketebalan TiO_2 TTIP terhadap sifat optik dan sifat listrik dari sel surya perovskite. Selain itu, agar dapat dimanfaatkan untuk penelitian selanjutnya dalam mengembangkan energi terbarukan sel surya. Terutama sel surya yang ramah lingkungan, proses fabrikasi yang mudah, dan biaya penelitian yang rendah.

1. 6. Sistematika Penyusunan Pelaporan

Skripsi ini disusun dalam lima BAB dengan beberapa sub-bab pada setiap BAB. Sistematika penulisannya adalah BAB I Pendahuluan yang membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dilaksanakannya penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan. BAB II Kajian Pustaka yang membahas tentang landasan teori mengenai sel surya, yang meliputi pengertian dan sejarah sel surya (*photovoltaic*), sel surya perovskite ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$) beserta komponen penyusunnya, prinsip kerja sel surya perovskite, metode *sol-gel spin coating*, dan karakterisasi sel surya perovskite. BAB III Metode Penelitian yang membahas mengenai waktu dan tempat penelitian, desain proses penelitian, metode penelitian, proses fabrikasi sel surya perovskite, serta cara menganalisis data. BAB IV Hasil dan Pembahasan berisi mengenai data dari seluruh hasil penelitian, analisis sifat optik, analisis sifat listrik, dan pengaruh ketebalan lapisan TiO_2 terhadap kinerja dari sel surya perovskite. BAB V Simpulan, Implikasi, dan Rekomendasi berisi mengenai kesimpulan, implikasi yang berupa konsekuensi dari hasil penelitian, dan rekomendasi untuk penelitian yang dapat dilakukan selanjutnya.