

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sel surya perovskit telah menarik perhatian besar dalam bidang energi terbarukan karena memiliki potensi yang besar sebagai sumber energi alternatif yang efisien dan terjangkau (Quan, 2006). Dalam beberapa tahun terakhir, efisiensi sel surya perovskit telah mencapai lebih dari 25%, yang mendekati tingkat efisiensi sel surya silikon kristal yang telah ada sejak lama (Abbasi dkk., 2011). Ini menjadikan sel surya perovskit menjadi salah satu teknologi fotovoltaik terbaik yang tersedia saat ini. Selain itu, sel surya perovskit juga relatif murah untuk diproduksi dibandingkan dengan teknologi sel surya lainnya (Lu dkk., 2015). Bahan perovskit dapat dibuat dengan biaya yang rendah dan proses produksinya lebih sederhana dibandingkan dengan sel surya silikon kristal (Ajanovic, 2011). Meskipun telah mencapai efisiensi tinggi, beberapa faktor membatasi pencapaian efisiensi maksimum. Salah satunya adalah kehilangan energi (*energy loss*) yang terjadi saat elektron mengalami rekombinasi atau diserap oleh lapisan lain dalam perangkat (Barbier, 2002).

Pada beberapa tahun terakhir, penelitian intensif telah dilakukan untuk mengatasi tantangan dalam stabilitas dan efisiensi sel surya perovskit. Berbagai pendekatan baru dan deposisi telah dikembangkan untuk memahami dan mengatasi masalah yang terkait dengan kinerja perangkat ini. Salah satu upaya yang dilakukan adalah melakukan kontrol ketebalan lapisan transfer elektron (ETL) di dalam perangkat (Dartanto, 2005). Lapisan ETL berperan penting dalam memobilisasi muatan listrik dari lapisan fotoaktif ke elektroda. Ketebalan lapisan ETL pada sel surya perovskit memiliki pengaruh signifikan terhadap interaksi antara cahaya dengan material fotoaktif dan efisiensi sel surya perovskit (Tala-ighil, 2016). Ketika cahaya jatuh pada sel surya perovskit, cahaya akan diserap lapisan fotoaktif dan berinteraksi dengan material tersebut

(Yan & Saunders, 2014). Ketebalan lapisan ETL yang optimal dapat menentukan sejauh mana cahaya dapat menyerap dalam lapisan fotoaktif. Setelah cahaya diserap oleh lapisan fotoaktif, energi yang terkandung dalam foton diubah menjadi energi elektron yang dapat mengalir melalui lapisan fotoaktif ke elektroda (Hao dkk., 2014). Pada tahap ini lapisan ETL berperan untuk memfasilitasi pergerakan elektron yang efisien. Oleh karena itu, pengaturan ketebalan lapisan ETL menjadi penting dalam mencapai keseimbangan yang baik antara penyerapan cahaya dan transportasi muatan dalam sel surya perovskit.

Dalam upaya untuk mengoptimalkan performa sel surya perovskit ini, metode pengendalian ketebalan lapisan ETL telah dikembangkan. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah menggunakan metode deposisi *Chemical Bath Deposition* (CBD) (Bai dkk., 2021). CBD adalah salah satu teknik deposisi yang telah terbukti lebih unggul dibandingkan dengan teknik deposisi lainnya. Beberapa penelitian membandingkan efisiensi sel surya perovskit yang dideposisi menggunakan metode CBD dengan metode lainnya, seperti metode *Spray Coating*, *Spin Coating*, *Blade Coating*, dan *Chemical Vapor Deposition*. Dengan menggunakan struktur perangkat yang sama, yaitu ITO/TiO₂/Perovskit CH₃NH₃PbI₃/Spiro-OMeTAD/Au, hasil penelitian menunjukkan bahwa sel surya perovskit dengan metode deposisi CBD mencapai efisiensi konversi energi lebih tinggi, yaitu sekitar 20,7% (Choi dkk., 2018) sedangkan efisiensi sel surya perovskit dengan metode deposisi *Spray Coating* mencapai 11,7% (Gao dkk., 2017), *Spin Coating* 14,28% (Bu dkk., 2017), *Blade Coating* 14,06% (Yang dkk., 2017), dan *Chemical Vapor Deposition* 9,5% (Kim dkk., 2011).

Lapisan tipis yang terbentuk dengan menggunakan metode CBD dapat dipengaruhi oleh pH larutan, frekuensi pelapisan, suhu kalisinasi dan waktu rendaman. Waktu rendaman yang digunakan pada metode CBD mempengaruhi struktur mikro, struktur kristal, dan ketebalan lapisan. Pada tahun 2021, (Jang dkk., 2021) melakukan penelitian mengenai penumbuhan film tipis TiO₂

dengan dengan memvariasikan waktu rendaman menjadi 1,5 jam, 3 jam, 4,5 jam dan 6 jam. Hasil dari penelitian tersebut di dapatkan persentase transmitansi untuk waktu rendaman 1,5 jam, 3 jam, 4,5 jam, dan 6 jam masing-masing sekitar 71,1%, 63,4%, 55,8% dan 40,2%. Sedangkan efisiensi yang dihasilkan oleh masing-masing sampel adalah 11,2%, 8,3%, 6,4%, dan 4,1%. Hal tersebut menunjukkan bahwa transmitansi dan efisiensi sel surya perovskit menurun seiring dengan peningkatan waktu rendaman.

Penggunaan timah oksida (SnO_2) sebagai bahan ETL merupakan langkah baru dalam penelitian sel surya perovskit. Di antara berbagai bahan transfer elektron, SnO_2 telah dianggap sebagai bahan transfer elektron yang baik untuk sel surya perovskit karena SnO_2 menawarkan transmitansi optik dan indeks bias yang lebih baik dibandingkan dengan beberapa bahan transfer elektron lainnya yang sering digunakan dalam sel surya perovskit, seperti TiO_2 (titanium dioksida) dan ZnO (seng oksida). Secara struktural, SnO_2 memiliki struktur kristal yang berbeda dengan TiO_2 dan ZnO . Struktur kristal SnO_2 termasuk ke dalam kelompok kasaritas rutil, sedangkan TiO_2 memiliki struktur kristal anatas dan rutil, dan ZnO memiliki struktur kristal wurtzite (Asnawi dkk., 2017). Perbedaan struktur ini dapat mempengaruhi sifat optik dari masing-masing bahan, termasuk transmitansi dan indeks bias. Pada penelitian (G. Yang dkk., 2012) ketebalan lapisan SnO_2 , TiO_2 , dan ZnO dalam sel surya perovskit divariasikan dari 20 nm hingga 200 nm. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa transmitansi optik SnO_2 secara konsisten lebih tinggi daripada TiO_2 dan ZnO pada berbagai ketebalan. Sebagai contoh pada ketebalan 100 nm, transmitansi optik SnO_2 mencapai sekitar 90%, sedangkan TiO_2 dan ZnO hanya sekitar 80% dan 75% masing-masing. Kemudian pada panjang gelombang 550 nm, indeks bias SnO_2 menunjukkan nilai 1,9 sedangkan TiO_2 dan ZnO masing-masing menunjukkan 2,5 dan 2,1. Indeks bias yang rendah mengindikasikan bahwa SnO_2 dapat lebih efisien meneruskan cahaya melewati batas antarmuka, sedangkan TiO_2 dan ZnO cenderung memantulkan lebih banyak cahaya (Mad dkk., 2009).

Penelitian mengenai SnO₂ sebagai ETL dengan metode CBD pada sel surya perovskit belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada penumbuhan film tipis SnO₂ yang dilakukan dengan metode CBD. Waktu rendaman CBD SnO₂ divariasikan menjadi 1,5 jam, 3 jam, 4,5 jam, dan 6 jam sehingga ketebalan lapisan ETL akan berbeda-beda di setiap sampelnya. Kemudian analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat optik dan efisiensi sel surya perovskit.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu rendaman CBD terhadap sifat optik film tipis SnO₂?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu rendaman CBD terhadap efisiensi sel surya perovskit?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Sifat Optik yang dianalisis meliputi transmitansi dan lebar *bandgap* SnO₂
2. Efisiensi sel surya perovskit berdasarkan nilai *Fill Factor* (FF), Densitas Arus *Short-Circuit* (J_{sc}), dan Tegangan *Open Circuit* (V_{oc})

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dengan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui gambaran mengenai pengaruh variasi waktu rendaman CBD terhadap sifat optik film tipis SnO₂.
2. Mengetahui gambaran mengenai pengaruh variasi waktu rendaman CBD SnO₂ terhadap efisiensi sel surya perovskit.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi pengaruh variasi waktu CBD pada penumbuhan film tipis SnO_2 terhadap sifat optik dan efisiensi sel surya perovskit $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$, sehingga dapat dimanfaatkan dalam penelitian selanjutnya dalam mengembangkan fabrikasi sel surya perovskit untuk membuat sel surya perovskit yang lebih efisien.

1.6 Struktur Penulisan Laporan

Laporan terdiri atas tiga BAB dengan beberapa sub-bab pada masing-masing BAB. Sistematika penulisannya secara rinci adalah BAB I Pendahuluan membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dilaksanakannya penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan. BAB II Kajian Pustaka membahas tentang landasan teori mengenai sel surya, perovskit, komponen perovskit, prinsip kerja perovskit, metode deposisi *chemical bath deposition* (CBD), pengujian sifat optik film tipis SnO_2 dan pengujian efisiensi sel surya perovskit. Sedangkan BAB III Metode Penelitian membahas tentang lokasi penelitian, desain penelitian, pembuatan sampel dan instrumen penelitian. BAB IV Hasil dan Pembahasan membahas tentang pengaruh variasi waktu rendaman terhadap sifat optik SnO_2 , fotoelektroda perovskit $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$, dan pengaruh variasi waktu rendaman terhadap efisiensi sel surya perovskit. BAB V membahas simpulan, implikasi dan saran.