

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sel surya merupakan peranti elektronik yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Pemanfaatan teknologi sel surya yang meluas mendorong penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi yang maksimal. Sejak dikembangkannya sel surya berbasis silikon (Si) tahun 1954, sel surya mengalami berbagai transformasi baik dalam struktur maupun material yang digunakan. Perkembangannya dapat dikategorikan dalam tiga generasi: (1) generasi pertama, sel surya silikon. Sel surya jenis ini menjadi peranti yang paling banyak digunakan saat ini; (2) generasi kedua, sel surya tipe film tipis. Material yang pertama kali digunakan adalah *copper sulfide/cadmium-sulfide junction*; (3) generasi ketiga, sel surya berbasis semikonduktor. Salah satu jenis sel surya generasi ketiga adalah *dye-sensitized solar cell* (DSSC). Tipe ini pertama kali dikembangkan oleh Michael Grätzel tahun 1991 (Shah dkk., 2023).

Fabrikasi sel standar yang sering digunakan dalam pembuatan DSSC diantaranya dalam struktur sandwich, dengan elektrolit cair diantara fotokatoda dan elektroda balik (Munoz-Garcia dkk., 2021). DSSC menggunakan material pewarna (*dye*/fotosensitizer) dan semikonduktor (fotoelektroda) sebagai penyerap cahaya dan transfer elektron. Arus listrik dihasilkan ketika foton diserap oleh molekul *dye* dan elektron terinjeksi menuju pita konduksi semikonduktor. *Dye* kemudian diregenerasi melalui transfer elektron dari cairan elektrolit yang direduksi pada elektroda balik (Regan and Gratzel, 1991).

Elemen penting dalam DSSC struktur sandwich meliputi kaca konduktif, fotoelektroda, fotosensitizer, elektrolit, dan elektroda balik. Semikonduktor tipe-n pada DSSC memiliki celah pita yang lebar dan tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap penyerapan cahaya matahari. Sejauh ini, semikonduktor yang paling banyak digunakan dalam DSSC adalah  $\text{TiO}_2$  dengan struktur kristal anatase, yang memiliki celah pita  $\sim 3.2$  eV dan hanya mampu menyerap sinar UV. Lapisan semikonduktor (fotoelektroda) bergantung pada fotosensitizer dalam menyerap energi cahaya, menginjeksikan elektron, dan menghasilkan arus. Peningkatan *dye* berfokus pada penyerapan foton di seluruh wilayah cahaya tampak dan *near-*

infrared. Sebagai *charge transport material* antara fotoelektroda dan elektroda balik, elektrolit mengandung mediator redoks umumnya adalah pasangan  $I_3^-/I^-$  yang dapat mempengaruhi efisiensi dan stabilitas transfer elektron. Elektroda balik berperan sebagai penerima dan penyalur elektron, dan pengkatalis sehingga harus memiliki aktivitas katalik yang tinggi. Metode deposisi elektroda balik dapat mempengaruhi ukuran partikel, luas permukaan, dan mempengaruhi aktivitas kataliknya. Platina (Pt) merupakan material yang umum digunakan sebagai elektroda balik (Munoz-Garcia dkk., 2021).

Pada elektroda balik, elektron yang diterima dari sirkuit eksternal mengubah  $I_3^-$  menjadi  $I^-$ . Dalam mekanisme DSSC, platina dapat berperan baik sebagai pengkatalis elektrolit untuk meregenerasi *dye* setelah injeksi elektron (Thomas dkk., 2014). Namun, penggunaan Pt sebagai material elektroda balik banyak digantikan karena interaksi Pt korosi terhadap pasangan redoks  $I_3^-/I^-$ . Pt memiliki resistensi yang baik terhadap korosi dan oksidasi hanya dalam jangka pendek, interaksi dengan elektrolit dalam jangka panjang dapat mengurangi efisiensi dan stabilitas sel surya (Sheela dkk., 2023) (Wu dkk., 2017). Hal ini dikarenakan ketidakselarasan level energi, sehingga Pt tidak cukup efektif dalam meregenerasi pasangan redoks seperti  $T_2/T^-$  atau elektrolit polisulfida (Munoz-Garcia dkk., 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan studi tentang modifikasi elektroda balik baik itu dengan penggantian material atau mengubah sifat elektrokatalitiknya (Kaliramna dkk., 2022).

Modifikasi lapisan platina dengan paduan logam transisi  $PtM_x$  ( $M = Ni, Co, Fe, Pd, Mo, Cu, Cr, dan Au$ ) pada DSSC berpeluang untuk meningkatkan aktivitas katalitik pada elektroda balik. Elektrokatalitik  $PtM_{0.05}$  memiliki ketahanan terhadap redoks elektrolit karena terjadi reaksi yang lebih baik antara  $M$  dengan  $I_2/I_3^-$  (Tang dkk., 2015). Paduan Pt-Mo transparan sebagai elektroda balik menunjukkan hasil elektrokatalitik dan ketahanan transfer muatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan paduan lain dan memiliki kinerja sel yang hampir serupa dengan elektroda murni Pt (Zhang, Tang dan He, 2015).

Riset sebelumnya mengenai penggunaan larutan  $CuSCN$  dan  $CuCl_2$  sebagai lapisan transport hole (HTL) pada sel surya organik (OPV) telah menunjukkan peningkatan efisiensi. Hasil penelitian ini berpotensi untuk diperluas dalam aplikasi

lain, termasuk perovskit dan DSSC (Firdaus dkk., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini dilanjutkan untuk mengeksplorasi potensi penggunaan larutan senyawa logam transisi ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$ ) jika dilapiskan pada elektroda balik platina dalam DSSC. Dengan adanya perlakuan ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja DSSC.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, diperoleh rumusan masalah yang perlu dijawab untuk memahami dampak pelapisan permukaan elektroda balik DSSC:

1. Bagaimana pengaruh pelapisan prekursor senyawa logam ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$ ) terhadap morfologi dan komposisi elektroda balik?
2. Bagaimana pengaruh pelapisan prekursor senyawa logam ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$ ) terhadap sifat optik elektroda balik?
3. Bagaimana pengaruh pelapisan prekursor senyawa logam ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$ ) terhadap sifat listrik elektroda balik?
4. Bagaimana pengaruh pelapisan prekursor senyawa logam ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$ ) terhadap efisiensi DSSC?

## 1.3 Batasan Masalah

Pelapisan elektroda balik platina menggunakan prekursor senyawa logam  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$  mempengaruhi morfologi dan komposisi elektroda balik. Pengaruh tersebut meliputi pembahasan perbedaan struktur dan ukuran partikel platina dari hasil citra *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Selain itu, dengan *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (EDS) dianalisis untuk melihat persentase komposisi senyawa logam pada elektroda balik.

Pelapisan prekursor senyawa logam  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$  pada elektroda balik platina mempengaruhi sifat optik elektroda balik. Pembahasan sifat optik meliputi transmitansi cahaya yang memiliki hubungan terhadap cakupan permukaan (*surface coverage*). Hasil transmitansi diperoleh menggunakan *Ultraviolet-Visible Spectrophotometer* (UV-Vis).

Evaluasi pengaruh pelapisan prekursor  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$  terhadap sifat listrik elektroda balik menggunakan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS). Hasil analisis membahas pada nilai resistansi seri ( $R_{S1}$ ) dan resistensi transfer muatan ( $R_{CT}$ ) yang diperoleh dari diagram Nyquist.

Pelapisan elektroda balik menggunakan prekursor senyawa logam  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$  mempengaruhi nilai efisiensi ( $\mu$ ) DSSC. Selain efisiensi, melalui pengukuran menggunakan Solar Simulator sehingga menghasilkan kurva J-V, pembahasan yang dianalisis mencakup nilai tegangan sirkuit terbuka ( $V_{OC}$ ), rapat arus sirkuit pendek ( $J_{SC}$ ), *fill factor* (FF), resistansi shunt ( $R_{SH}$ ), dan resistensi seri ( $R_s$ ).

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi dijelaskan dalam rincian berikut:

1. Memperoleh ukuran partikel serta komposisi elektroda balik dari pengaruh pelapisan prekursor senyawa logam ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$ )
2. Memperoleh transmitansi elektroda balik dari pengaruh pelapisan prekursor senyawa logam ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$ )
3. Memperoleh nilai hambatan elektroda balik dari pengaruh pelapisan prekursor senyawa logam ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$ )
4. Memperoleh efisiensi dari pengaruh pelapisan prekursor senyawa logam ( $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , dan  $\text{CuSCN}$ )

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sel surya DSSC. Lebih lanjut, penelitian ini dapat memberikan alternatif penelitian dalam pengembangan elektroda balik berbasis platina dan dapat dijadikan sebagai kajian pustaka untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

#### 1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Laporan penelitian ini disusun dalam lima bab dengan beberapa sub-bab. Bab satu yaitu pendahuluan yang membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan. Bab dua membahas mengenai kajian Pustaka, berisi landasan teori tentang sel surya, *Dye Sensitized Cells* (DSSC), komponen DSSC, prinsip kerja DSSC, dan pengaruh perlakuan permukaan pada sel DSSC. Bab tiga, membahas tentang metode penelitian, mencakup, lokasi penelitian, proses penelitian, karakterisasi dan analisis data penelitian. Bab empat yaitu hasil dan pembahasan, berisi tentang seluruh data hasil penelitian dan analisis. Bab lima membahas mengenai simpulan dan implikasi hasil penelitian, serta rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.