

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sel surya merupakan salah satu teknologi konversi energi yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik. Sejak dikembangkan pada abad ke-19, teknologi sel surya telah mengalami perkembangan pesat hingga mencapai tiga generasi berdasarkan material dan teknologi yang digunakan. Sel surya generasi pertama berbasis wafer silikon, sel surya generasi kedua berbasis film tipis, dan sel surya generasi ketiga menggunakan material organik [1]. Salah satu jenis sel surya yang banyak digunakan saat ini adalah generasi pertama berbasis silikon kristal. Namun, tingginya biaya produksi dan kompleksitas proses pembuatan masih menjadi kendala, sehingga mendorong pengembangan alternatif sel surya yang lebih murah dan mudah dibuat.

*Dye-sensitized solar cell* (DSSC) sebagai bagian dari generasi ketiga sel surya menjadi salah satu alternatif yang banyak diteliti karena biayanya yang relatif rendah, proses fabrikasi yang sederhana, serta lebih ramah lingkungan [2]. DSSC pertama kali diperkenalkan oleh Michael Grätzel dan O'Regan pada tahun 1991, dan sejak itu menarik banyak perhatian sebagai kandidat sel surya generasi baru [3]. DSSC bekerja mengonversi energi cahaya matahari menjadi listrik melalui proses fotoelektrokimia, dengan memanfaatkan dye sebagai penyerap cahaya. Komponen utama DSSC terdiri dari elektroda konduktif transparan, fotoanoda  $\text{TiO}_2$ , dye (pewarna), elektrolit, dan elektroda lawan [2]. Molekul dye yang menyerap cahaya matahari akan mengalami eksitasi elektron, kemudian elektron tereksitasi tersebut langsung diinjeksi ke fotoanoda  $\text{TiO}_2$ .

Terdapat dua jenis dye yang umum digunakan, yaitu dye sintetis dan dye alami. Dye alami menjadi alternatif pengganti dye sintetis yang tepat karena harganya murah, mudah diperoleh, dan bersifat ramah lingkungan. Namun, efisiensi konversi energi DSSC dengan dye alami saat ini masih relatif rendah. Dye alami berasal dari pigmen tumbuhan seperti antosianin. Antosianin adalah pigmen yang memberikan warna merah, biru, dan ungu pada buah serta dapat menyerap cahaya. Pigmen antosianin pada dye alami umumnya hanya mampu menyerap cahaya dalam rentang panjang gelombang terbatas, yaitu sekitar 400 hingga 660 nm [4].

Keterbatasan ini menyebabkan penyerapan energi foton menjadi kurang optimal, sehingga jumlah elektron yang tereksitasi untuk menghasilkan arus listrik juga lebih sedikit. Sebaliknya, dye sintesis memiliki efisiensi yang lebih tinggi karena dirancang secara kimia untuk menyerap cahaya dengan jangkauan spektrum yang lebih luas dan intensitas yang lebih tinggi. Oleh karena itu, salah satu kelemahan utama dye alami dalam aplikasi DSSC adalah kemampuannya yang terbatas dalam menyerap cahaya, yang berdampak pada rendahnya efisiensi sel surya. Untuk itu, diperlukan upaya guna meningkatkan kemampuan penyerapan cahaya dari dye alami agar kinerja DSSC dapat ditingkatkan.

Penambahan doping pada dye alami dapat meningkatkan efisiensi DSSC dengan cara meningkatkan konduktivitas larutan dye, meningkatkan kemampuan absorpsi serta memperluas rentang spektrum cahaya yang dapat diserap. Puspitasari dkk telah melakukan penelitian untuk meningkatkan efisiensi DSSC melalui penambahan doping tembaga (Cu) pada larutan dye alami dari buah naga. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan doping Cu mampu meningkatkan efisiensi DSSC dari 0,00162% menjadi 0,015926% [4].

Penggunaan nanopartikel logam (Ag, Au, dan Cu) juga berpotensi diaplikasikan sebagai doping pada dye alami dalam DSSC. Nanopartikel logam, khususnya nanopartikel perak banyak digunakan dalam bidang teknologi karena sifat optiknya yang unik, yang dihasilkan dari interaksi cahaya dengan elektron di permukaan nanopartikel. Nanopartikel perak (AgNP) diketahui memiliki sifat resonansi plasmon permukaan (*surface plasmon resonance*, SPR) yang dapat meningkatkan penyerapan cahaya pada spektrum tampak dan memperbaiki transfer elektron dalam sistem DSSC [5]. Dengan demikian, meskipun dye alami memiliki keterbatasan spektrum serapan cahaya, penambahan AgNP dapat memperluas daerah serapan dan meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya oleh dye. Hal ini berdampak langsung pada peningkatan eksitasi elektron, memperbaiki kinerja DSSC, dan pada akhirnya meningkatkan efisiensi DSSC berbasis dye alami.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis pengaruh penambahan nanopartikel perak pada dye alami terhadap kinerja DSSC. Pemilihan nanopartikel perak didasarkan pada biayanya yang lebih rendah serta proses sintesis yang relatif lebih sederhana dibandingkan dengan nanopartikel emas

maupun tembaga. Dye alami yang digunakan adalah dye dari buah blueberry. Buah blueberry dipilih karena ketersediaannya yang melimpah serta proses ekstraksi yang relatif sederhana. Blueberry mengandung antosianin dengan kadar cukup tinggi, yaitu sekitar 18,6 mg/gr, yang berfungsi sebagai penyerap cahaya [6] . Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam peningkatan efisiensi DSSC melalui pendekatan baru pendopongan dye alami dengan nanopartikel perak, sehingga mendukung pengembangan alternatif energi terbarukan yang lebih kompetitif.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan nanopartikel perak pada dye alami terhadap kinerja DSSC, khususnya dalam hal efisiensi konversi energi dan kemampuan penyerapan cahaya?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Membuat DSSC dengan menambahkan nanopartikel perak sebagai doping pada larutan dye alami.
2. Mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel perak pada larutan dye alami terhadap kinerja DSSC, yang diukur berdasarkan parameter penyerapan cahaya (absorbansi), karakteristik arus-tegangan (I-V), serta efisiensi yang dihasilkan.

## 1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat menghasilkan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) dengan efisiensi konversi energi yang ditingkatkan melalui penambahan nanopartikel perak pada larutan dye alami.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian berfokus pada komponen dye (pewarna) dari DSSC, khususnya penggunaan dye alami dari ekstrak buah blueberry.
2. Konfigurasi struktur lapisan DSSC menggunakan urutan Substrat Konduktif / Semikonduktor  $\text{TiO}_2$  / Dye alami / Elektrolit / Elektroda Pembanding.
3. Pembuatan DSSC dilakukan di laboratorium terbuka pada *ambient temperature*.
4. Penelitian tidak membahas stabilitas jangka panjang atau degradasi DSSC yang dihasilkan.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir dibagi menjadi lima bagian yang dijabarkan ke dalam beberapa bab. Tugas akhir ini diawali dengan Bab 1, yaitu Pendahuluan, yang memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab 2 berisi Tinjauan Pustaka, yang menguraikan dasar-dasar teori dari penelitian terdahulu sebagai landasan teoritis untuk membahas dan menjelaskan topik “Pengaruh Penambahan Nanopartikel Perak pada Dye Alami terhadap Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)”. Bab 3 menjelaskan Metodologi Penelitian, yang mencakup skema alat, peralatan yang digunakan, alat ukur, prosedur pengujian, serta perumusan hipotesis. Bab 4 menyajikan Hasil dan Pembahasan, yang memuat hasil pengujian beserta analisis terkait. Bab 5 merupakan Penutup, yang mencakup kesimpulan serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

