

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Photovoltaic* merupakan suatu cara untuk mentransfer energi cahaya menjadi energi listrik. Teknologi *photovoltaic* menjadi salah satu pilihan untuk menyediakan energi yang berlimpah dan terbarukan menggantikan energi fosil. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) adalah salah satu perangkat *photovoltaic* yang memiliki prinsip kerja berdasarkan fotoelektrokimia. DSSC terbentuk oleh dua elektroda yang dirangkai dalam konfigurasi *sandwich* (Shalini, Balasundara Prabhu, Prasanna, Mallick, & Senthilarasu, 2015) dan sebuah alat peka yang tertanam dalam sebuah film oksida logam. Dalam DSSC terdapat *sensitizing dye* atau molekul pewarna yang berfungsi sebagai penangkap cahaya matahari. Sebagai penangkap cahaya dalam DSSC, *sensitizer* pewarna harus memenuhi persyaratan berikut: (1) spektrum penyerapan harus mencakup seluruh wilayah sinar tampak, (2) keberadaan kelompok penahan (misalnya  $-\text{COOH}$ ) untuk berikatan dengan  $\text{TiO}_2$ , dan (3) tingkat energinya harus sesuai dengan tingkat yang disyaratkan, yaitu tingkat keadaan tereksitasinya harus lebih tinggi daripada tepi pita konduksi semikonduktor dan tingkat keadaan teroksidasinya harus lebih positif daripada potensi redoks elektrolit (Gong, Sumathy, Qiao, & Zhou, 2017).

Pigmen atau molekul pewarna alami yang diekstraksi dari daun, buah, bunga, akar, dan lain-lain sedang dieksplorasi sebagai *sensitizer dye* alternatif. Perangkat *photovoltaic* atau *sensitizer dye* dalam DSSC yang berbasis senyawa organik alami memberikan keuntungan karena dapat mengurangi biaya bahan dan proses. Beberapa keuntungan dari *sensitizer* alami adalah memiliki koefisien penyerapan di wilayah sinar tampak yang luas, sumber yang melimpah, ekstraksi dan persiapan yang mudah, dan bersifat *biodegradable* (Calogero et al., 2012). Hal – hal seperti produksi dan injeksi muatan elektron yang tidak efisien antara fotoanoda  $\text{TiO}_2$  dan pewarna, dan jangkauan serapan yang terbatas di wilayah sinar tampak atau wilayah *visible* (Narayan, 2012) membuat DSSC dengan pewarna alami sebagai *sensitizer* menghasilkan efisiensi yang rendah. Selain efisiensinya yang rendah (sekitar 1%) penggunaan pigmen alami juga menghasilkan sel surya tidak tahan lama (Calogero et al., 2012). Walaupun demikian, dorongan untuk

DSSC yang lebih bersih, lebih ramah lingkungan dan lebih murah membuat pewarna alami masih menjadi suatu topik yang patut untuk dieksplorasi.

Mikroalga adalah sumber alternatif pigmen fotosintesis yang dapat digunakan untuk teknologi *photovoltaic*. Beberapa keunggulan pigmen dari mikroalga dibandingkan dengan tanaman tingkat tinggi, yaitu tidak memerlukan lahan yang banyak untuk membudidayakannya, hasil biomassa yang tinggi, konsentrasi pigmen yang tinggi dan biaya produksi yang lebih rendah (Calogero et al., 2014, 2012). Pigmen seperti klorofil, xantofil dan fikobiliprotein yang diekstraksi dari mikroalga dan makroalga telah banyak diteliti sebagai *sensitizer* alami (Calogero et al., 2014; Enciso, Woerner, & Cerdá, 2018), namun penggunaan pigmen mikroalga termodifikasi masih perlu dikaji lebih dalam. Salah satu mikroalga yang banyak diteliti dan dimanfaatkan pigmennya yaitu *Spirulina platensis*.

*Spirulina* adalah *cyanobacterium* bersel banyak dan berbentuk filamen biru-hijau dalam heliks yang tidak bercabang (Cifferi Orio, 1985). Komponen protein utama yang ditemukan dalam *Spirulina platensis* yaitu fikobiliprotein. Fikobiliprotein adalah kompleks pigmen protein fluoresen yang larut dalam air yang berfungsi sebagai *light harvesting* (MacColl, 1998). Fikobiliprotein terdiri dari fikosianin yaitu pigmen biru, alofikosianin yaitu pigmen hijau kebiruan, dan fikoeritrin yaitu pigmen merah yang masing-masing memiliki serapan maksimum pada 620 nm, 650 nm dan 565 nm (Of & Problem, 1993). Fikosianin memiliki sifat farmakologis seperti antikanker, antioksidan, antivirus dan anti-inflamasi (Liu et al., 2016; Manirafasha, Ndikubwimana, Zeng, Lu, & Jing, 2016). Terlepas dari aplikasi terapeutik, fikosianin juga digunakan sebagai pewarna alami, dan penanda neon (Haque & Pandey, 2014).

Fikosianin dimanfaatkan sebagai *sensitizer* alami disebabkan oleh penyerapan sinar tampak yang signifikan dan adanya kelompok gugus -COOH yang dapat berfungsi sebagai gugus penahan antara molekul *dye* dan permukaan TiO<sub>2</sub>. Fikosianin memiliki sifat spektral yaitu mengandung kromofor bilin sehingga memiliki koefisien serapan yang tinggi pada spektrum sinar tampak ( $\epsilon = 2.5 \times 10^6/M \text{ cm}$  pada 615 nm) (Kathiravan & Renganathan, 2009). Walaupun demikian, fikosianin tidak terlalu banyak digunakan sebagai *probe* fluoresen atau sebagai

molekul penangkap cahaya (*sensitizer*). Salah satu alasannya adalah fikosianin mudah terdisosiasi dari bentuk trimer menjadi bentuk monomernya pada konsentrasi rendah ( $< 10^{-6}M$ ). Hal tersebut membuat fikosianin kehilangan kemampuan penyerapan dan efisiensi fluoresennya (Glazer, 1994; Lantz, 2001; Sun, Wang, Chen, & Gong, 2003). Salah satu upaya dalam meningkatkan sifat kestabilan protein dengan cara melakukan *crosslink*.

Formaldehid digunakan sebagai agen *crosslink* protein yang banyak digunakan di laboratorium karena preparasi yang mudah, memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan memiliki kemampuan adaptasi dalam lingkungan ekstrim yang baik. Dalam penelitian ini dilakukan upaya peningkatan karakteristik stabilitas cahaya dan stabilitas termal dari pigmen fikosianin dengan cara melakukan *crosslinking* subunit menggunakan formaldehid. Peningkatan karakteristik stabilitas termal fikosianin termodifikasi formaldehid telah dilakukan, namun peningkatan karakteristik tersebut belum dilakukan pada stabilitas cahaya berbagai panjang gelombang.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dirumuskan permasalahan secara umum dari penelitian ini yaitu: “Bagaimana stabilitas pigmen fikosianin dari *Spirulina platensis* termodifikasi formaldehid sebagai kandidat sensitizer alami?”. Rumusan masalah tersebut dapat menjadi beberapa poin, antara lain:

1. Bagaimana karakteristik fikosianin (PC) dan fikosianin-formaldehid (PC-F)?
2. Bagaimana stabilitas fikosianin (PC) dan fikosianin-formaldehid (PC-F) terhadap cahaya putih, cahaya kuning, UV A, dan UV B?
3. Bagaimana stabilitas fikosianin (PC) dan fikosianin-formaldehid (PC-F) terhadap termal?

## 1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis karakteristik dari fikosianin (PC) dan fikosianin-formaldehid (PC-F). Tujuan selanjutnya dari penelitian ini adalah untuk menganalisis stabilitas fikosianin (PC) dan fikosianin-formaldehid (PC-F) terhadap cahaya putih, cahaya kuning, UV A dan UV B. Selain stabilitas cahaya, penelitian

ini memiliki tujuan untuk menganalisis stabilitas fikosianin (PC) dan fikosianin-formaldehid (PC-F) terhadap termal.

#### **1.4. Manfaat**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik dari fikosianin yang telah dimodifikasi menggunakan formaldehid. Selain itu dapat diketahui sifat stabilitas cahaya pada berbagai jenis panjang gelombang dan stabilitas termal pada berbagai suhu dari fikosianin dan fikosianin-formaldehida. Informasi tersebut dapat dimanfaatkan dalam kandidat pemilihan *sensitizer* dalam aplikasi lebih lanjut untuk DSSC yang ditujukan untuk meningkatkan nilai efisiensi dan ketahanan dari DSSC.

#### **1.5. Struktur Organisasi Skripsi**

Skripsi ini tersusun dari lima bab yaitu: Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metode Penelitian, Bab IV Hasil dan Pembahasan, dan Bab V Kesimpulan dan Saran. Bab I Pendahuluan berisi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Manfaat dan Struktur Organisasi Skripsi. Bab II Tinjauan Pustaka berisi teori dan informasi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Bab III Metode Penelitian berisi informasi mengenai pengerjaan penelitian seperti waktu dan tempat serta teknis pelaksanaan penelitian. Bab IV Temuan dan Pembahasan berisi penjelasan dari data yang diperoleh serta analisis dari data tersebut yang didasarkan pada perbandingan informasi yang telah ada sebelumnya. Bab V Simpulan dan Rekomendasi berisi informasi dari penelitian yang terdapat pada bab IV dan menjawab rumusan masalah.