

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi memiliki peran penting terhadap kehidupan manusia karena pertumbuhan ekonomi dunia yang sangat pesat membuat sumber energi meningkat. Sumber energi masih didominasi dari sumber energi fosil, seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Sumber energi tersebut semakin hari semakin menipis jumlahnya, harga semakin mahal dan semakin sulit untuk didapatkan sedangkan jumlah manusia dalam penggunaan teknologi dunia semakin hari semakin bertambah dan kecanggihan teknologi yang membutuhkan sumber energi listrik yang sangat besar. Sedangkan bahan bakar fosil hanya bisa menutupi 80% dari energi seluruh dunia (Priatmoko., et al, 2012).

Indonesia merupakan salah satu negara yang mengalami persoalan krisis energi. Koordinator Nasional *Publish What You Pay* (PWYP) Indonesia tahun 2018 mengatakan bahwa pertumbuhan konsumsi energi Indonesia rata-rata mencapai 4% per tahunnya. Peningkatan ini tidak terlepas dari pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk Indonesia. Konsumsi listrik nasional terus menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya akses listrik atau elektrifikasi serta perubahan gaya hidup masyarakat (Embu, 2018).

Seiring meningkatnya sumber energi tiap tahunnya, Indonesia mengembangkan energi terbarukan dengan kemajuan teknologi sekarang. Energi terbarukan dibutuhkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil atau energi tidak terbarukan, sehingga didorong untuk menciptakan energi terbarukan seperti sinar matahari. Pemanfaatan sinar matahari belum sepenuhnya digunakan dengan baik. Sehingga salah satu pemanfaatannya yaitu mengubah cahaya matahari menjadi sel surya yang merupakan perangkat atau alat yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Energi matahari atau sel surya merupakan energi terbesar di muka bumi. Terdapat 3 jenis generasi sel surya yaitu material semikonduktor silikon, Sel surya berbasis *thin film* silikon dan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). Para peneliti saat ini sangat tertarik terhadap DSSC karena biaya pembuatannya dan harga bahan yang murah (Prasetyo., et al, 2014).

DSSC pertama kali ditemukan oleh O'Regan pada tahun 1991. Susunannya terdiri dari lapisan *titanium dioxide* (TiO_2) sebagai semikonduktor yang berperan sebagai anoda elektroda, *counter* berperan sebagai katoda elektroda, *Sensitizer*, Elektrolit dan *natural dye solar cell* (Richhariya, et al,

2017). DSSC memiliki keunggulan yaitu tidak memerlukan bahan dengan kemurnian yang tinggi

sehingga meminimalisir biaya produksi. Berbeda dengan sel surya konvensional yang melibatkan bahan silikon setiap prosesnya sedangkan DSSC penyerapan cahaya dan pemisahan muatan listrik terjadi pada proses terpisah. Absorpsi cahaya dilakukan oleh molekul *dye* dan separasi muatan oleh semikonduktor.

Dye terhadap DSSC merupakan komponen penting karena berfungsi sebagai *Sensitizer* untuk menyerap cahaya tampak. Penggunaan *dye* saat ini masih didominasi *dye* sintesis yang mengandung bahan *Ruthenium* kompleks seperti N719 dan N3 yang memiliki efisiensi yang cukup tinggi. Namun ketersediaan *dye* sintesis di alam sangat terbatas dan harga yang cukup mahal serta proses pembuatannya cukup sulit. Oleh karena itu muncul alternatif lain dengan penggunaan *dye* dari bahan alami seperti senyawa yang mengandung antosianin, klorofil, betalain, karotenoid, dan xantofil.

Pada penelitian ini memanfaatkan *dye* alami untuk mengurangi penggunaan *dye* sintesis karena memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan jika digunakan dalam jangka panjang. *Dye* alami yang digunakan untuk penelitian berupa senyawa antosianin dan klorofil karena harga yang murah, mudah didapatkan serta banyak yang tumbuh liar. Senyawa antosianin merupakan pigmen yang memberikan warna pada buah-buahan dan bunga dengan kisaran warna ungu-biru. Senyawa antosianin termasuk dalam golongan *flavonoid* yang bersifat polar sehingga dapat diekstraksi menggunakan pelarut polar seperti etanol, air, dan etil asetat. Sedangkan senyawa klorofil merupakan material fotoreseptor efektif karena strukturnya memiliki ikatan tunggal dan rangkap, orbital yang mampu mendelokalikasi elektron serta struktur yang stabil memungkinkan untuk mengabsorpsi energi dari cahaya matahari. Senyawa antosianin yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari *dye* kol ungu dan klorofil dari alang-alang liar dan daun jeruk nipis karena senyawa tersebut memiliki sensitifitas yang tinggi dalam absorpsi cahaya untuk DSSC.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Eka Cahya Prima (2013) untuk *dye* klorofil alang-alang yang dicampur dengan senyawa antosianin bunga katang-katang menghasilkan efisiensi lebih kecil karena perbandingan larutan organik yang diberikan kecil. Sedangkan, Yongki Pawe Due (2019) untuk senyawa klorofil daun jeruk nipis hanya meneliti jangkauan serapan, celah energi dan koefisien ekstingsi spesifiknya belum dilakukan pengujian efisiensi terhadap DSSC sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya. Hardianti (2019) menggunakan *dye* antosianin bunga pacar air dan

bunga kertas yang menghasilkan efisiensi terbaik pada perendaman 66 jam oleh bunga kertas karena memiliki pigmen warna lebih pekat dan jangkauan serapan yang lebih tinggi dari bunga pacar air.

Hasil dari penelitian terdahulu tersebut, penulis akan meningkatkan nilai efisiensi dengan memberikan perbandingan larutan organiknya bernilai besar serta menggunakan semikonduktor TiO_2 dengan penambahan grafit. TiO_2 memiliki band gap 3,2 eV, tidak berbahaya dan memiliki karakteristik optik yang baik (Anson., et al, 2013). Penambahan grafit berfungsi untuk memperkecil *bandgap* TiO_2 dalam mengatasi masalah penggunaan elektrolit cair. Elektrolit cair ini sangat mudah menguap sehingga *life time* sel surya sangat singkat. Idealnya dalam sel surya organik, elektrolit harus memiliki sifat-sifat mekanik yang baik, stabil secara kimia dan elektrokimia, transpor ion yang tinggi, *inert*, dan konduktivitas yang baik (M.Gratzel, 2003).

Selang waktu lama perendaman TiO_2 terhadap *dye* juga berpengaruh dalam peningkatan efisiensi DSSC karena semakin lama material direndam maka akan semakin banyak volume *dye* yang terserap pada TiO_2 . Sehingga dilakukan perendaman pada penelitian ini selama 72 jam. Metode yang digunakan untuk pendeposisian TiO_2 adalah metode *spin coating* dan karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan karakterisasi spektroskopi UV-Vis.

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Peningkatan kerja DSSC diperlukan *dye* sebagai *sensitizer* untuk menyerap cahaya tampak karena semakin banyak cahaya diserap maka akan semakin tinggi nilai efisiensi kerja DSSC. *Dye* yang digunakan berupa *dye* alami yaitu senyawa klorofil daun alang-alang dan daun jeruk nipis serta senyawa antosianin kol ungu. Penggunaan *dye* alami diharapkan dapat mengurangi penggunaan *dye* sintesis karena memiliki dampak buruk terhadap lingkungan dalam penggunaan jangka panjang sehingga beralih pada *dye* alami yang mudah didapat dan ramah lingkungan.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membuat prototipe DSSC menggunakan *dye* alami ?
2. Bagaimana pengaruh *dye* alami terhadap nilai absorbansi *dye sensitized solar cell* (DSSC) menggunakan UV-Vis ?
3. Bagaimana karakterisasi sifat fisis elektroda kerja TiO_2 /grafit terhadap *dye* alami menggunakan XRD ?
4. *Dye* alami mana yang memiliki nilai efisiensi terbaik pada kinerja DSSC?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu :

1. Untuk mengetahui pembuatan prototipe DSSC menggunakan *dye* alami.
2. Untuk mengetahui sifat absorbansi larutan *dye* alami menggunakan UV-Vis.
3. Untuk mengetahui karakterisasi sifat fisis elektroda kerja TiO₂:Grafrit menggunakan XRD
4. Untuk mengetahui *dye* alami mana yang memiliki nilai efisiensi terbaik pada kinerja DSSC.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini, yaitu :

1. *Dye* yang digunakan pada penelitian adalah *dye* alami dari senyawa klorofil alang-alang, senyawa klorofil daun jeruk nipis dan senyawa antosianin kol ungu (*red cabbage*).
2. Metode yang digunakan adalah metode *spin coating* (kecepatan putar). Kecepatan putar yang digunakan adalah sebesar 1500 rpm.
3. Waktu kerja *dye* dilakukan selama 72 jam agar penyerapan *dye* semakin maksimal.

1.5 Hipotesis Penelitian

Ekstrak *dye* alang-alang, daun jeruk nipis dan kol merah dapat digunakan sebagai *dye* sensitizer pada lapisan kinerja DSSC. Asorbansi *dye* yang baik terhadap cahaya yaitu pada spektrum cahaya tampak. Penyerapan *dye* oleh TiO₂:grafit mendapatkan intensitas puncak meningkat sesudah dilakukan perendaman. Perendaman lapisan TiO₂:grafit selama 72 jam memperlihatkan nilai efisiensi kinerja DSSC. Berdasarkan pengukuran I-V didapatkan efisiensi terbaik dari *dye* alang-alang, daun jeruk nipis dan kol ungu.

1.6 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan dan berguna bagi :

1. Sebagai tambahan ilmu pengetahuan khususnya mengenai pembuatan DSSC bagi penulis.
2. Sebagai referensi pembaca apabila ingin melakukan penelitian dengan topik yang sama.
- 3.