

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis energi merupakan masalah terbesar pada abad ini. Hal ini dikarenakan pesatnya pertumbuhan ekonomi dunia sehingga kebutuhan manusia akan sumber energi pun meningkat. Sebagian besar sumber energi yang dieksploitasi di Indonesia berasal dari energi fosil berupa minyak bumi dan batu bara. Menipisnya cadangan energi fosil ini berdampak pada naiknya harga bahan bakar yang diikuti dengan melambungnya harga bahan kebutuhan pokok. Hal ini tentu saja mempersulit perekonomian masyarakat terutama masyarakat kelas menengah ke bawah. Oleh karena itu pemanfaatan energi matahari merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi krisis energi mengingat energi tersebut tak terbatas keberadaannya.

Jenis sumber energi terbarukan (*renewable energy*) yang dimiliki [Indonesia](#) cukup banyak. Jika dikelola dan dimanfaatkan dengan baik diyakini dapat menggantikan energi fosil. Sumber energi alternatif di Indonesia yang dapat dimanfaatkan antara lain tenaga nuklir, energi biomassa, gas alam, panas bumi, tenaga air, tenaga angin, tenaga matahari, energi gelombang laut, energi pasang surut dan energi panas laut.

Salah satu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik adalah tenaga matahari atau energi surya. Sumber energi ini dimanfaatkan dengan mengubah energi cahaya menjadi energi listrik oleh sel surya. Indonesia mempunyai potensi besar untuk menjadikan sel surya sebagai salah satu sumber energi masa depan, mengingat posisi Indonesia pada garis khatulistiwa yang memungkinkan sinar matahari dapat optimal diterima di hampir seluruh Indonesia sepanjang tahun.

Pengembangan sel surya terus berlangsung. Hingga saat ini para penelitian telah menghasilkan sel surya hingga generasi ketiga. Sel surya generasi pertama berbasis material silikon, generasi kedua berupa lapisan tipis dan generasi ketiga berupa sel surya berbasis zat pewarna yang disebut *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*.

Generasi pertama yang berhasil dikembangkan oleh para peneliti adalah teknologi yang menggunakan bahan silikon kristal tunggal dan poli kristal. Teknologi ini mampu menghasilkan sel surya dengan efisiensi yang tinggi. Masalah terbesar yang dihadapi dalam pengembangan generasi pertama ini adalah dalam proses fabrikasi yang membutuhkan biaya besar, sehingga membuat sel surya yang dihasilkan menjadi tidak efisien sebagai sumber energi alternatif.

Generasi kedua adalah sel surya yang dibuat dengan teknologi lapisan tipis (*thin film*). Teknologi pembuatan sel surya dengan lapisan tipis ini bertujuan untuk mengurangi biaya pembuatan solar sel, mengingat teknologi ini hanya menggunakan kurang dari 1% bahan baku silikon jika dibandingkan dengan bahan baku untuk tipe silikon wafer. Selain menggunakan material dari silikon, sel surya lapisan tipis juga dibuat dari bahan semikonduktor lainnya yang memiliki efisiensi solar sel tinggi seperti Cadmium Telluride (CdTe) dan Copper Indium Gallium Selenide (CIGS). Efisiensi tertinggi yang dapat dihasilkan untuk solar sel lapisan tipis CIGS hingga 2014 berdasarkan *solar cell efficiency tables (version 43)* adalah 20,8% (Green, dkk., 2014).

Generasi ketiga adalah DSSC. *Dye Sensitized Solar Cell* yang biasa disingkat DSSC, memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan menjadi sel surya generasi mendatang. Hal ini dikarenakan generasi sel surya tidak memerlukan material dengan kemurnian tinggi, sehingga biaya produksi relatif rendah (Nur, 2013).

Pada DSSC, absorpsi cahaya dan separasi muatan listrik terjadi pada proses yang terpisah. Hal ini tidak ditemukan pada sel surya silikon yang seluruh prosesnya melibatkan

silikon saja dan tidak terpisah. Pada DSSC, absorpsi cahaya dilakukan oleh molekul *dye*, dan separasi muatan dilakukan oleh semikonduktor nanokristal anorganik yang mempunyai celah pita lebar. Semikonduktor dengan celah pita lebar akan memperbanyak elektron yang mengalir dari pita konduksi ke pita valensi (Nur, 2013).

Dalam mekanisme kerja DSSC, arus dihasilkan dari rangkaian proses fotofisika dan fotokimia: ketika cahaya mengenai sistem DSSC, elektron dalam molekul *dyes* akan mengalami fotoeksitasi dari keadaan dasar (level energi HOMO) ke keadaan tereksitasi (level energi LUMO) kemudian elektron tersebut diinjeksikan pada pita konduksi oksida semikonduktor. Elektron di pita konduksi semikonduktor selanjutnya diinjeksikan pada substrat TCO dan akan melewati rangkaian eksternal menuju elektroda lawan. Elektron di elektroda lawan akan kembali pada molekul *dye* yang teroksidasi dengan bantuan elektrolit. Rangkaian proses ini akan terus berlangsung sehingga membentuk sebuah siklus. Rangkaian proses fotofisika dan fotokimia dalam DSSC dapat dijelaskan lebih mendalam dengan mengetahui karakteristik fotofisika dan fotokimianya yang diuraikan dalam beberapa karakteristik: *pertama* karakteristik absorpsi, *dye* idealnya memiliki absorpsi yang tinggi pada rentang panjang gelombang yang lebar sehingga elektron yang dieksitasikan oleh foton dalam molekul *dye* akan lebih banyak. *Kedua*, karakteristik gugus organik, *dye* sebaiknya memiliki *anchoring grup* (gugus jangkar) yaitu gugus hidroksil dan karbonil agar *dye* terikat dengan baik pada oksida semikonduktor. *Ketiga*, karakteristik transfer muatan antarmuka fotosensitizer dan oksida semikonduktor yang dijelaskan dengan menganalisa level energi HOMO-LUMO *dye* dan resistansi internal DSSC. *Dye* idealnya memiliki level energi LUMO (*Lowest Unoccupied Molecular Orbital*) yang lebih besar daripada pita konduksi elektroda ZnO untuk mencegah rekombinasi elektron dengan molekul *dye* lainnya yang teroksidasi dan transfer balik elektron pada elektrolit, juga memiliki level energi HOMO (*Highest Occupied Molecular Orbital*) yang lebih kecil dibandingkan dengan potensial redoks untuk mempercepat regenerasi *dye*

teroksidasi melalui transfer elektron dari donor elektron (Prima, 2013). Selain itu, agar transfer muatan antara antarmuka dalam DSSC lancar sebaiknya memiliki resistansi internal yang kecil sehingga menghasilkan efisiensi yang tinggi. *Keempat* karakteristik kelistrikan (I-V), DSSC yang baik memiliki performa tinggi yang salah satunya ditentukan oleh nilai efisiensi.

Sejauh ini *dye* yang digunakan sebagai sensitizer dapat berupa *dye* sintesis maupun *dye* alami. *Dye* sintesis umumnya menggunakan organik logam berbasis ruthenium kompleks, *dye* sintesis ini cukup mahal. Sedangkan *dye* alami dapat diekstrak dari bagian-bagian tumbuhan seperti daun, bunga atau buah. Berbagai jenis ekstrak tumbuhan telah digunakan sebagai fotosensitizer pada sistem sel surya tersensitisasi *dye*. Ekstrak *dye* atau pigmen tumbuhan yang digunakan sebagai fotosensitizer berupa klorofil, karoten atau antosianin.

Antosianin, karotin dan klorofil yang terdapat pada sampah kulit buah dan sayur berturut-turut dapat dijumpai pada daun bayam merah dan jahe merah. *Dye* dapat diekstrak menggunakan pelarut dan destilasi uap. Teknik ekstraksi menggunakan pelarut terdiri dari maserasi dan perkolasi, refluks, sokhlet, degisti, infus, dan dekok (Febriansyah, 2009). Teknik maserasi cukup banyak dilakukan karena cara pengerjaan yang tidak rumit dan hanya memerlukan peralatan yang sederhana (Fatayati, 2014).

Bayam merah adalah salah satu potensi yang dapat dikembangkan sebagai pewarna alami. Warna merah dari bayam tersebut menunjukkan bahwa pada bayam merah mengandung pigmen, yang dapat digunakan sebagai warna alami pengganti warna sintetis (Ikasari, 2013). Jahe merah termasuk rimpang umbi-umbian yang banyak terdapat di tanah Indonesia dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan obat. Jahe Merah memiliki nama ilmiah *Zingiberofficinale* Linn Var. *rubrum*. Antosianin jumlahnya 90-96% dari total senyawa fenol. Antosianin adalah bagian dari senyawa fenol yang tergolong flavonoid. Antosianin merupakan zat warna yang paling penting dan tersebar luas, pigmen memberikan warna pada tumbuhan tinggi dan mudah larut dalam air (Durst & Wrolstad, 2001). Pigmen ini berperan terhadap

timbulnya warna pada bunga, daun, dan buah. Antosianin bersifat polar sehingga dapat dilarutkan pada pelarut polar seperti etanol, aseton, dan air.

Energi foton yang diserap mempengaruhi proses eksitasi elektron dari senyawa antosianin. Sehingga elektron pada senyawa antosianin lebih banyak mengalami eksitasi. Maka semakin banyak elektron yang tereksitasi, maka semakin bagus untuk proses sistem sel surya dan menghasilkan efisiensi yang baik (Wongcharee, dkk., 2007).

Zat warna dari antosianin, klorofil dan karotin ini berfungsi sebagai *dye sensitizer*. Penggunaan *dye* organik alami yang berasal dari bagian tumbuhan menjadi suatu kajian yang menarik, karena proses ekstraksi dapat dilakukan dengan teknik sederhana, biaya yang murah dan ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian-uraian di atas, dalam penelitian ini akan dilakukan kajian mengenai pemanfaatan daun bayam merah dan kulit jahe merah sebagai zat warna pada DSSC. Penelitian ini difokuskan pada pengaruh pelarut *dye* terhadap serapan optik lapisan tipis ZnO yang berperan terhadap fotoanoda pada DSSC, pengaruh pelarut *dye* terhadap efisiensi listrik DSSC.

1.2 Kerangka dan Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini difokuskan pada pengaruh larutan ekstraksi daun bayam merah dan kulit jahe merah terhadap sifat optik lapisan tipis ZnO dan terhadap efisiensi listrik DSSC yaitu menggunakan metode maserasi. Berikut adalah kerangka penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Skema Penelitian Secara Umum

1.3 Rumusan Masalah

Uraian pada latar belakang di atas memandu penelitian ini, sehingga masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh ekstrak bayam merah dan jahe merah terhadap serapan optik lapisan tipis ZnO yang berperan terhadap fotoanoda pada DSSC.
- b. Bagaimana pengaruh ekstrak bayam merah dan jahe merah terhadap gugus fungsi organik
- c. Bagaimana pengaruh ekstrak bayam merah dan jahe merah terhadap level energi (HOMO-LUMO)
- d. Bagaimana pengaruh ekstrak bayam merah dan jahe merah terhadap efisiensi listrik DSSC

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh ekstrak bayam merah dan jahe merah terhadap serapan optik lapisan tipis ZnO yang berperan terhadap fotoanoda pada DSSC, mengkaji pengaruh ekstrak bayam merah dan jahe merah terhadap gugus fungsi organik, mengkaji pengaruh ekstrak bayam merah dan jahe merah terhadap level energi (HOMO-LUMO) dan mengkaji pengaruh ekstrak bayam merah dan jahe merah terhadap efisiensi listrik DSSC

1.5 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan tiga metode pengumpulan data, yaitu:

a. Studi Literatur

Langkah awal penelitian adalah dengan mengumpulkan informasi secara teori yang berhubungan dengan penelitian dari sumber jurnal, skripsi, catatan kuliah maupun sumber lainnya yang akan digunakan sebagai referensi dan melakukan kegiatan eksperimen sesuai dengan referensi sebagai pembuktian hasil penelitian tersebut.

b. Eksperimen

Kajian eksperimental penelitian ini terbagi atas lima tahapan utama, yaitu pembuatan ekstrak daun bayam merah dan kulit jahe merah sebagai sumber *dye*, penerapan *dye* dengan berbagai pelarut pada lapisan tipis ZnO, pengujian sifat optiknya, pengujian level energi HOMO-LUMO *dye*, pengujian kandungan gugus organik, perangkatian DSSC dan pengujian efisiensi listriknya pada beberapa DSSC dengan *dye* yang berbeda.

c. Karakterisasi

Karakterisasi yang dilakukan antara lain mengamati pengaruh *dye* terhadap DSSC menggunakan *UV-Vis* Spektrofotometer, *Cyclic Voltammetry* (CV), karakterisasi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan karakterisasi *I-V*.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan menjelaskan mengenai Gambaran umum penelitian mencakup latar belakang dari penelitian yang dilakukan, kerangka dan ruang lingkup, rumusan masalah, tujuan, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan teori yang menjelaskan teori yang mendasari dilakukannya penelitian ini, diantaranya: Energi Surya, Sel Surya, DSSC, DSSC berbasis *dye* alami, zat warna antosianin, serta efisiensi sel surya. .

Bab III Metodologi Penelitian, menjelaskan teknis pelaksanaan penelitian yang meliputi alat dan bahan, skema penelitian, langkah kerja, dan teknik pengambilan data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, menjelaskan mengenai hasil yang telah diperoleh pada penelitian dan analisa untuk setiap hasil penelitian yang diperoleh.

Bab V Penutup yang berisikan beberapa kesimpulan penting yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran-saran terkait dengan hasil penelitian ini sebagai bahan perbaikan dan penelitian lebih lanjut yang dapat dilakukan dalam penelitian-penelitian selanjutnya.