

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis moneter yang terjadi pada tahun 1998 memicu lonjakan konsumsi energi di Indonesia. Pada Tahun 2000 hingga tahun 2004 konsumsi energi primer Indonesia meningkat sebesar 5,2 % per tahunnya, lebih spesifik lagi kebutuhan listrik di Indonesia terus bertambah sebesar 4,6 % setiap tahun (Sutrisna, 2009). Pemadaman listrik bergilir yang sering terjadi di daerah-daerah terpencil merupakan akibat nyata krisis energi yang melanda Indonesia. Berdasarkan *blueprint* Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025, pasokan utama energi di Indonesia pada tahun 2005 masih didominasi oleh minyak bumi, yaitu sebesar 54,78 %, selanjutnya diikuti gas bumi 22,24 %, batu bara 16,77 %, tenaga air 3,72 %, dan panas bumi 2,48%. Energi terbarukan seperti bahan bakar nabati (*biofuel*), biomasa, nuklir, angin, dan tenaga surya belum dioptimalkan sebagai sumber energi primer di Indonesia. Berdasarkan Peraturan Presiden No.5 Tahun 2006 tentang Sasaran Bauran Energi Primer Nasional 2025, energi terbarukan tersebut akan menjadi pasokan Energi Primer Nasional dengan persentase 17 % dengan rincian *biofuel* 5 %, biomasa-nuklir-air-surya-angin 5 %, dan batubara yang dicairkan (*coal liquefaction*) sebesar 2 %.

Pada masa mendatang energi surya akan diperhitungkan sebagai sumber energi primer di Indonesia. Hal ini didukung kondisi geografis Indonesia yang

berada di daerah khatulistiwa yang hampir sepanjang tahun mendapat radiasi sinar matahari. Dalam keadaan cerah, intensitas radiasi sinar matahari di Indonesia sebesar 4800 watt per meter persegi. Energi sebesar ini dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan devais sel surya.

Dewasa ini, sel surya yang banyak digunakan adalah sel surya berbasis bahan inorganik, seperti Silikon, GaAs, InP, CdTe, dan bahan semikonduktor lainnya. Terutama untuk sel surya konvensional berbasis silikon telah mampu mencapai efisiensi hingga 30%. Kelemahan sel surya silikon adalah biaya fabrikasi yang sangat tinggi karena silikon yang digunakan merupakan silikon murni. Hal ini menyebabkan biaya konsumsi sel surya silikon pun lebih mahal daripada sumber energi fosil. Selain itu, silikon merupakan bahan tambang yang jumlahnya di alam sangat terbatas.

Beberapa dekade terakhir, telah diketahui bahwa material organik tertentu memiliki sifat semikonduktor, sehingga dapat menghantarkan arus listrik. Pada tahun 1977, Chiang dan kelompok penelitiannya menemukan material organik pertama yang dapat menghantarkan arus listrik, yaitu *polyacetylene* yang di *dopping* unsur Iodin dan Bromin (Gadisa, 2006. Roth, 1985). Material organik atau material polimer yang dapat mengantarkan listrik adalah material yang memiliki ikatan rangkap konjugasi- π (Roth, 1985), atau sering disebut polimer konjugasi- π . Keberadaan orbital molekular yang tumpang tindih antara setiap elektron valensi yang terikat pada rantai utama karbon merupakan penyebab utama munculnya sifat semikonduktor pada polimer konjugasi (Gadisa, 2006). Material organik semikonduktor memiliki peluang untuk digunakan sebagai bahan

dasar pembuatan sel surya. Sel surya berbasis material organik memiliki beberapa keunggulan, antara lain biaya fabrikasinya lebih murah dan mudah dibandingkan material anorganik, memiliki tingkat fleksibilitas yang cukup tinggi sehingga memungkinkan untuk dibentuk sangat tipis, serta dapat dimodifikasi dengan memberi efek warna melalui struktur kimianya (Hasiyah,2008). Kelemahan sel surya organik adalah efisiensi yang masih cukup rendah dibandingkan dengan sel surya berbasis silikon. Sehingga dibutuhkan optimasi lebih lanjut terkait peningkatan efisiensi.

Pada tahun 1991, Grätzel dan rekannya O'Regan memperkenalkan sel surya generasi ketiga yang menggunakan gabungan material semikonduktor organik dan anorganik yang dikenal dengan nama *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). Hingga saat ini, DSSC yang telah diteliti memiliki efisiensi tertinggi 11,1% dengan menggunakan material organik $\text{Ru}(\text{NCS})_3$ (tctpy) atau sering juga disebut *black dye* (Chiba, 2006).

DSSC merupakan sel surya alternatif yang dapat dikembangkan karena fabrikasi DSSC tidak memerlukan bahan yang kemurniannya tinggi sehingga biaya proses fabrikasinya relatif rendah. Pada dasarnya, prinsip kerja DSSC merupakan suatu siklus transfer elektron oleh komponen-komponen DSSC. Komponen-komponen DSSC itu antara lain adalah elektroda kerja (*working electrode*), elektroda pembanding (*counter electrode*), dan larutan elektrolit. Elektroda kerja terdiri dari sebuah kaca konduktif transparan (*Transparent Conductive Oxide*), seperti *Indium Tin Oxide* (ITO) sebagai substrat. Pada lapisan konduktif ITO dideposisikan bahan semikonduktor anorganik nanokristalin yang

memiliki celah pita lebar. Pada penelitian ini digunakan nanokristalin Titania Dioksida (TiO_2) fasa anatase yang memiliki energi gap sekitar 3,2 eV. Selanjutnya di atas lapisan TiO_2 diendapkan pula lapisan aktif dye. Dye bertindak sebagai fotosensitizer. Molekul dye menyerap foton dari sinar matahari yang datang, dengan energi foton tersebut akan mengeksitasikan elektron dan menginjeksikannya ke pita konduksi TiO_2 . Agar elektron dalam molekul dye tidak habis karena diinjeksikan ke lapisan TiO_2 , molekul ini harus memperoleh elektron pengganti, elektron pengganti ini didapat dari reaksi redoks larutan elektrolit yang diberikan di atas lapisan dye, sehingga akan terjadi suatu siklus transfer elektron dalam sistem DSSC.

Unjuk kerja DSSC dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain struktur nanopori lapisan TiO_2 , luas lapisan aktif TiO_2 , pemilihan dye yang tepat sebagai fotosensitizer, jumlah molekul dye yang dapat diserap oleh lapisan TiO_2 yang berdampak pada penyerapan foton, serta efek penguapan dari larutan elektrolit yang digunakan (Fuadi,2009). Salah satu aspek yang mempengaruhi unjuk kerja DSSC adalah jumlah molekul dye yang dapat diserap oleh lapisan TiO_2 . Semakin banyak molekul dye yang terserap maka semakin besar pula penyerapan foton yang dapat dilakukan oleh DSSC, hal ini akan berdampak pada efisiensi konversi energi dari DSSC tersebut. Banyaknya molekul dye yang terserap pada lapisan TiO_2 dipengaruhi oleh *dipping time* atau waktu perendaman lapisan TiO_2 pada elektroda kerja dalam larutan dye (Kim, 2003. Nuay, 2009). Pada tahun 2009, Kasyiful Fuadi membuat DSSC dengan menggunakan dye ketan hitam dan memvariasikan *dipping time* selama 6 jam, 12 jam, 24 jam, dan 36 jam. Dari

keempat *dipping time* tersebut, DSSC yang memiliki efisiensi konversi tertinggi adalah DSSC yang direndam selama 12 jam, yaitu sebesar 0,00235%. Hal ini berarti bahwa molekul dye ketan hitam diserap secara baik oleh lapisan TiO_2 pada elektroda kerja setelah direndam selama 12 jam. Setiap dye yang digunakan sebagai fotosensitizer memiliki *dipping time* optimum yang berbeda. Ada dye yang hanya membutuhkan waktu yang singkat dan ada pula dye yang membutuhkan waktu cukup lama untuk terserap secara sempurna pada lapisan TiO_2 . Hal ini dikarenakan setiap dye memiliki struktur molekul yang berbeda, sehingga karakter terserapnya juga berbeda-beda.

Salah satu jenis dye yang digunakan sebagai fotosensitizer adalah Eosin Y. Pada tahun 2007, Suri dan kelompok penelitiannya melakukan penelitian penggunaan Eosin Y sebagai dye-fotosensitizer pada DSSC berbasis ZnO dan mendapatkan nilai IPCE sekitar 53% pada panjang gelombang 520 nm dan efisiensi konversi sekitar 1,43 % (2007). Yanfang dan kelompok penelitiannya (2009) mendapatkan efisiensi konversi sebesar 1,78 % untuk DSSC berbasis TiO_2 dengan menggunakan Eosin Y. Keunggulan Eosin Y adalah harganya jauh lebih rendah dibandingkan dengan dye Ruthenium Complex, yaitu dye yang sering digunakan sebagai fotosensitizer pada DSSC, namun hampir memiliki karakter yang sama dengan Ruthenium Complex. Hal ini berarti Eosin Y memiliki karakteristik yang baik sebagai fotosensitizer.

Berdasarkan penjelasan di atas, *dipping time* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi DSSC dan setiap dye yang digunakan sebagai fotosensitizer memiliki *dipping time* optimum yang berbeda-beda. Sehingga

penelitian yang penulis angkat dalam pembuatan skripsi ini adalah pembuatan prototipe DSSC berbasis TiO_2 dengan menggunakan Eosin Y sebagai dye-fotosensitizer dengan parameter fabrikasi adalah *dipping time*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah ‘Bagaimanakah pengaruh *dipping time* (waktu perendaman) elektroda kerja dalam larutan dye-fotosensitizer Eosin Y terhadap efisiensi konversi sel surya jenis Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) ?’

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada studi pengaruh *dipping time* elektroda kerja dalam larutan dye-fotosensitizer terhadap efisiensi konversi sel surya jenis DSSC. *Dipping time* tersebut divariasikan selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Parameter unjuk kerja DSSC meliputi tegangan rangkaian buka (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}), faktor pengisian (FF) dan efisiensi konversi (η) ditentukan berdasarkan hasil pengukuran karakteristik arus-tegangan ($I-V$)

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah membuat prototipe DSSC berbasis TiO_2 dengan menggunakan dye Eosin Y skala laboratorium untuk mendapatkan gambaran tentang pengaruh *dipping time* elektroda kerja dalam larutan dye Eosin Y terhadap efisiensi konversi sel surya jenis Dye Sensitized Solar Cell (DSSC).

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya hasil penelitian terkait pengembangan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) khususnya menggunakan larutan Eosin Y sebagai fotosensitizer.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di Laboratorium Fisika Material, Universitas Pendidikan Indonesia.

