

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

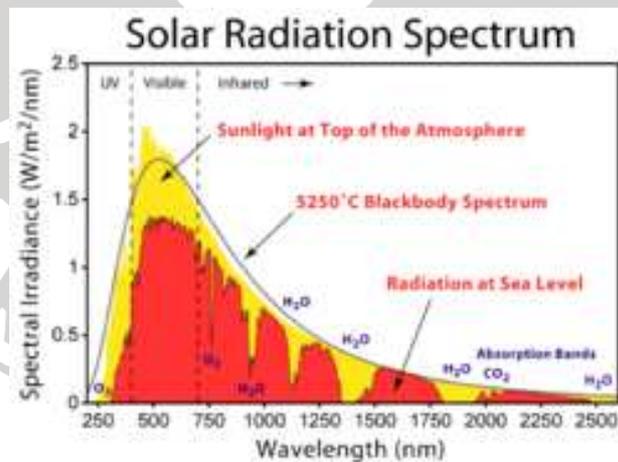
Sebagai negara berkembang yang kaya akan radiasi matahari yang tinggi, sudah seharusnya Indonesia memanfaatkannya sebagai energi listrik dengan menggunakan sel surya. Pada tengah hari dalam keadaan cerah, matahari mampu memancarkan energinya sebesar 1000 watt per meter persegi (Manan, 2009). Energi sebesar ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik dengan menggunakan piranti sel surya, dimana sel surya ini adalah suatu piranti yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan efek fotovoltaiik. Sel surya tersebut dapat dimanfaatkan untuk beberapa aplikasi yaitu baju sel surya, payung yang dilapsisi sel surya, dan masih banyak lagi manfaat yang bisa diambil dari aplikasi sel surya tersebut.

Sel surya yang banyak digunakan pada saat ini adalah sel surya berbasis bahan inorganik, seperti silikon, GaAs, InP, CdTe, dan bahan semikonduktor lainnya. Sel surya jenis ini dinamakan sel surya konvensional. Sel surya konvensional yang berbasis silikon sudah mencapai efisiensi hingga 30% (Widia, 2010). Walaupun efisiensi yang dicapai tinggi, dalam hal fabrikasi piranti sel surya berbasis silikon ini sangat tinggi karena silikon yang digunakan adalah silikon murni, sehingga biaya produksinya mahal dan rumit. Selain itu, keterbatasan suplai bahan baku silikon

menjadi salah satu kendala utama. Karena permintaan industri semikonduktor yang meningkat, sehingga menyebabkan harga silikon dipasaranpun mengalami peningkatan. Silikon yang dipakai sebagai bahan dasar *chip* di dunia mikroelektronika ini semakin dibutuhkan mengingat adanya peningkatan tajam untuk produksi peralatan elektronika (Pratiwi, 2010). Oleh karena itu terjadilah persaingan untuk mendapatkan bahan baku silikon antara sel surya yang berbasis silikon dan industri elektronika lainnya. Sehingga perlu adanya sel surya yang lebih mudah dalam hal pembuatannya. Teknologi yang memungkinkan adalah sel surya berbasis bahan organik dan polimer. Karena ada hal yang menarik dari sel surya organik dan polimer ini yaitu dalam hal pembuatannya sel surya organik dan polimer mudah, selain itu fleksibilitasnya yang tinggi memungkinkan dapat dibuat tipis dan bisa dilipat-lipat.

Material organik yang bersifat semikonduktif telah diketahui 50 tahun yang lalu. Sehingga memiliki peluang untuk digunakan sebagai bahan dasar pembuatan sel surya, menggantikan sel surya konvensional silikon. Hal lain yang menarik dari material organik ini antara lain fabrikasinya mudah dibandingkan dengan material inorganik. Pengembangan sel surya organik pertama yang pernah dibuat adalah sel surya lapisan tunggal yang disusun berlapis diantara elektroda metal dengan fungsi kerja yang berbeda. Hasil dari efisiensi sel surya ini terbilang kurang memuaskan karena rendahnya nilai efisiensi yang dihasilkan. Karena material organik memiliki daya serap gelombang merah yang rendah, mobilitas elektronnya juga rendah, dan

sedikitnya muatan pembawa. Namun, hal tersebut dapat diakali dengan mensintesis material baru, mengkombinasi material yang sudah ada, dan mengoptimalkan struktur molekulnya (wikipedia). Sel surya organik kedua yang telah dibuat adalah sel surya dengan struktur bi-layer heterojunction, yang dibuat pertama kali dibuat oleh Tang pada tahun 1986 dan memberikan hasil yang cukup memuaskan. Sel surya ini dikonstruksi dari dua lapisan semikonduktor organik diantara dua lapisan metal. Pada tahun 1991, Gratzel dan rekannya O'Regan memperkenalkan sel surya generasi baru yang menggunakan material semikonduktor organik dan inorganik yang dikenal dengan nama *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). Sel surya ini mencapai efisiensi tertinggi 10% dengan menggunakan material organik Ruthenium kompleks. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh ruthenium kompleks yaitu dalam rentang 400nm-600nm. Spektrum radiasi matahari dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 spektrum radiasi matahari <http://thesunpower-akira.blogspot.com/>

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) merupakan salah satu kandidat potensial sel surya generasi mendatang. Hal ini dikarenakan tidak diperlukan material dengan kemurnian tinggi, sehingga biaya proses produksinya relatif rendah. Pada DSSC absorpsi cahaya dan separasi muatan listrik terjadi pada proses yang terpisah. Absorpsi cahaya dilakukan oleh molekul pewarna dan separasi muatan oleh material semikonduktor nanokristalin yang memiliki celah pita lebar seperti TiO_2 (Wilman Septina dkk, 2007). Celah pita lebar berfungsi agar partikel lebih sensitif terhadap spektrum cahaya tampak. Pada dasarnya, prinsip kerja DSSC ini 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 atau *Transparent Conductive Oxide* (TCO), seperti *Indium Tin Oxide* (ITO) sebagai substrat. Di atas lapisan konduktif ITO akan dideposisikan bahan semikonduktor inorganik nanokristalin yang memiliki celah pita lebar. Pada penelitian ini akan digunakan nanokristalin Titania Dioksida (TiO_2) fasa anatase yang memiliki energi celah pita sebesar 3,2 eV. Pada bagian atas lapisan TiO_2 akan diendapkan larutan pewarna Eosin Y yang berfungsi sebagai penyerap cahaya. Namun kelemahan dari sel surya ini adalah masih rendahnya nilai efisiensi yang dihasilkan oleh sel surya tersebut jika dibandingkan dengan sel surya silikon masih sangat jauh. Sehingga dalam penelitian ini, untuk meningkatkan efisiensi sel surya jenis DSSC ini yaitu dengan cara meningkatkan molaritas atau kekentalan dari

larutan pewarna Eosin Y. Dengan meningkatkan molaritas atau kekentalan larutan pewarna Eosin Y ini, diharapkan bisa meningkatkan efisiensi dari sel surya jenis DSSC tersebut. Keuntungan menggunakan pewarna anorganik sebagai pewarna antara lain karena konversi efisiensi sel surya secara kimia dan thermal lebih stabil, warnanya susah terdegradasi dibandingkan pewarna organik, peningkatan efisiensi 30% sedangkan pewarna organik 5%, memiliki pergerakan elektron lebih tinggi daripada pewarna organik (www.oe-chemicals.com).

Performa dari sel surya jenis DSSC dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya struktur nanopori lapisan TiO_2 , luas lapisan aktif TiO_2 , pemilihan *dye* yang tepat sebagai *photosensitizer*, 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 kinerja sel surya berbasis 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 sel surya berbasis DSSC, sehingga memperbesar nilai efisiensi dari sel surya berbasis DSSC tersebut. Banyaknya molekul *dye* yang terserap pada lapisan TiO_2 dipengaruhi oleh molaritas larutan *dye* pada saat pencelupan lapisan TiO_2 ke dalam larutan *dye*. Pada tahun 2009, Neneng Listari dan syafsir akhlus membuat DSSC dengan *dye* Besi Formazen sejenis pewarna tekstil dan memvariasikan molaritas larutan Besi Formazen dengan molaritas 10^{-1}M , 10^{-2}M , 10^{-3}M , dan 10^{-4}M . Dari

keempat variasi molaritas tersebut, DSSC yang memiliki efisiensi tertinggi adalah DSSC yang memiliki molaritas tertinggi yaitu pada molaritas 10^{-1} . Hal ini berarti bahwa molekul *dye* besi formazen diserap baik oleh lapisan TiO_2 pada elektroda kerja pada molaritas 10^{-1} . Namun setiap *dye* yang digunakan sebagai fotosensitizer memiliki penyerapan optimum yang berbeda. Hal ini disebabkan setiap *dye* memiliki struktur molekul yang berbeda, sehingga karakternya juga berbeda-beda.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan di atas, molaritas larutan *dye* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi sel surya jenis DSSC dan setiap *dye* yang digunakan sebagai fotosensitizer memiliki molaritas optimum yang berbeda-beda. Sehingga, rumusan masalah yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah “*Bagaimana pengaruh molaritas dye eosin Y terhadap efisiensi yang dihasilkan oleh sel surya jenis Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) ?*”

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini akan berfokus pada pengaruh jumlah molekul *dye* Eosin Y yang terserap pada lapisan TiO_2 terhadap efisiensi konversi sel surya jenis DSSC. Parameter yang digunakan untuk fabrikasi DSSC ini adalah molaritas atau kepekatan larutan *dye* Eosin Y. Molaritas larutan *dye* Eosin Y yang akan divariasikan dalam penelitian ini adalah 1 mM, 3 mM dan 5 mM. Sedangkan parameter performansi DSSC meliputi waktu perendaman 1 jam.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat DSSC dengan bahan TiO_2 dengan pewarna eosin Y dengan skala laboratorium dan mempelajari pengaruh molaritas larutan pewarna Eosin Y terhadap efisiensi yang dihasilkan *Dye Sensitized Solar Cell*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan untuk pengembangan devais *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) yang menggunakan larutan eosin Y sebagai *photosensitizer*. Karena proses fabrikasinya yang mudah serta memberikan peluang besar untuk dapat digunakan secara meluas di Indonesia, sehingga kebutuhan akan energi listrik dari tiap waktu terus meningkat dapat terpenuhi dengan menggunakan sel surya jenis DSSC.

1.6 Metodologi Penelitian

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