

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Berkaitan dengan masalah terbesar yang akan dihadapi manusia untuk 50 tahun mendatang, ternyata energi menduduki peringkat pertama. Cadangan energi fosil di seluruh dunia terhitung sejak 2002 ternyata hanya cukup untuk konsumsi 40 tahun untuk minyak, 60 tahun untuk gas alam, dan 200 tahun untuk batu bara (Wilman, *et. al.*, 2007).

Untuk mengantisipasi masalah energi di masa datang, beberapa tahun terakhir telah dikembangkan secara intensif *Sel Surya Organik (SSO)* dengan potensinya yang sangat besar sebagai sumber energi baru yang terbaharukan. SSO mempunyai keunggulan seperti murah bahan bakunya serta mudah dalam pembuatannya bahkan rekayasa hingga level molekuler dan sintesis bahan semikonduktor organik hasil ekstraksi tumbuh-tumbuhan (Triyana, 2009).

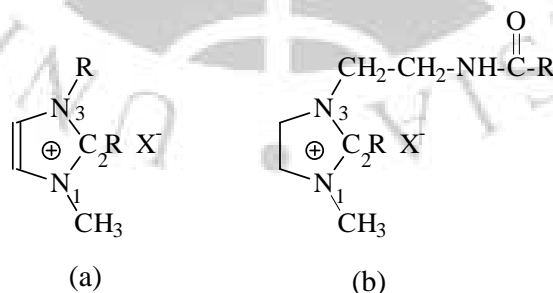
Sel surya organik yang marak dikembangkan adalah tipe sel surya yang dapat merubah cahaya matahari menjadi energi listrik melalui lapisan kristal nano titanium oksida ( $\text{TiO}_2$ ). Sel surya tipe ini dikenal sebagai sel surya tersensitisasi zat warna, *Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC)*. DSSC merupakan salah satu kandidat sel surya generasi mendatang, hal ini dikarenakan tidak memerlukan material dengan kemurnian tinggi sehingga biaya produksinya relatif rendah. Berbeda dengan sel surya konvensional dimana semua prosesnya melibatkan material silikon, pada DSSC absorpsi cahaya dan separasi muatan listrik terjadi

pada proses yang terpisah. Absorpsi cahaya dilakukan oleh molekul *dye* dan separasi muatan oleh semikonduktor anorganik nanokristal yang mempunyai *bandgap* lebar. Salah satu semikonduktor ber-*bandgap* lebar yang sering digunakan yaitu titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) (Wilman, *et. al.*, 2007).

Jika sel DSSC dikenai cahaya matahari, maka molekul zat warna akan mengalami eksitasi dan elektron akan diinjeksikan pada pita konduksi  $\text{TiO}_2$ . Zat warna yang teroksidasi akan menerima donasi elektron dan mengalami regenerasi dengan adanya elektrolit redoks. Sistem elektrolit redoks yang biasa digunakan umumnya disusun dari pasangan redoks  $\text{I}/\text{I}_3^-$  dalam pelarut organik seperti asetonitril atau 3-metoksi propinitril (O'Regan dan Graetzel, 1991). Pelarut organik tersebut dapat mengalami kebocoran atau ketidakstabilan disebabkan peningkatan suhu selama proses iluminasi, yang berpengaruh buruk pada kestabilan elektrolit jika digunakan pada rentang waktu yang cukup lama. Berkaitan dengan kelemahan tersebut, beberapa usaha telah dilakukan untuk menggantikan sistem elektrolit redoks tersebut dengan semikonduktor tipe-p berbasis material anorganik, konduktor organik, atau padatan elektrolit polimer (Kang, *et al.*, 2004). Walaupun elektrolit non-cair dirasakan dapat mengatasi masalah kebocoran, tetapi masalah lain muncul yaitu rendahnya efisiensi konversi. Rendahnya efisiensi disebabkan relatif kurangnya kontak antara partikel nano yang mengadsorpsi zat warna dengan padatan konduktor atau polimer dalam lapisan mesopori. Dalam kaitan ini beberapa peneliti menggunakan cairan ionik sebagai alternatif, karena memiliki kontak yang tinggi dengan zat warna pada partikel nano (Kang, *et al.*, 2004). Namun efisiensi konversi sel surya berbasis

cairan ionik masih lebih rendah dibandingkan dengan pelarut organik konvensional. Hal ini berkaitan dengan tingginya kekentalan cairan ionik yang mempersulit terjadinya difusi  $\Gamma^-$  dan  $I_3^-$  (Yamanaka, *et al.*, 2005). Karena usaha untuk mereduksi kekentalan belum juga berhasil, maka diperlukan cara lain untuk mempercepat transport muatan pada material ini. Untuk mempercepat laju ini yaitu melalui terbentuknya struktur “*self assembly*” dan peningkatan konsentrasi lokal  $\Gamma^-$  dan  $I_3^-$ , maka penggunaan kristal cair ionik (*ionic liquid crystals*) sangat memungkinkan (Yamanaka, *et al.*, 2005). Sistem kristal cair ionik yang selama ini dikembangkan adalah sistem kristal cair ionik berbasis garam imidazolium (Matsumoto, *et al.*, 2001).

Kation *fatty imidazolinium* mempunyai struktur dan fungsi yang sangat mirip dengan kation *imidazolium* hanya berbeda pada gugus substituen pada  $N_3$  [dengan adanya gugus amida ( $-C(O)NH_2$ ) pada *fatty imidazolinium* dan adanya ikatan rangkap pada sistem lingkaran *imidazolium* seperti terlihat pada gambar 1.1. Garam *fatty imidazolinium* ini dapat disintesis dari asam lemak (Bajpai dan Tyagi, 2008) dengan metode gelombang mikro yang lebih *green*.



**Gambar 1.1** (a) Struktur Kation *Imidazolium* dan (b) *Fatty imidazolinium*

Adanya gugus amida pada *fatty imidazolinium* diduga akan memperbesar kemungkinan *fatty imidazolinium* membentuk *mesophase* melalui pembentukan kristal cair ionik supramolekular (*supramolecular ionic liquid crystals*). Gugus amida primer tak tersubstitusi (-C(O)NH<sub>2</sub>) dikenal sebagai sinton pembentukan struktur supramolekular pada *crystal engineering* (Lee, *et al.*, 2003).

Gugus amida pada struktur kation *imidazolium* dapat meningkatkan pembentukan ikatan hidrogen dan akan menstabilkan kristal cair ionik supramolekular (Lee, *et al.*, 2003). Dengan demikian dapat diduga bahwa dengan adanya gugus amida pada struktur *fatty imidazolinium* akan mendorong kation tersebut membentuk pita polimer berikatan hidrogen (*hydrogen bonded ribbon polymer*). Hal ini akan menstabilkan pembentukan *mesophase* pada rentang suhu yang cukup lebar yang diperlukan sebagai media transpor elektron.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian yang dikemukakan di atas, rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh panjang dan kejenuhan rantai gugus alkil tersubstitusi pada kation terhadap kinerja fotovoltaik (melalui kurva arus versus tegangan, I-V) garam *fatty imidazolinium*?
2. Bagaimanakah pola kebergantungan kinerja fotovoltaik (melalui kurva arus versus tegangan, I-V) garam *fatty imidazolinium* dikaitkan dengan adanya transisi fasa (*mesophases*) yang terjadi pada bahan?

3. Bagaimanakah efisiensi sel surya yang dihasilkan dari elektrolit redoks berbasis garam *fatty imidazolinium*?

### 1.3 Batasan Masalah Penelitian

Batasan dalam penelitian ini adalah dalam hal efisiensi sel surya yang dibuat melalui kurva arus versus tegangan (I-V) yang dipengaruhi oleh panjang dan kejenuhan rantai gugus alkil R pada garam *fatty imidazolinium* sebagai elektrolit redoks. Panjang dan kejenuhan rantai gugus alkil R akan berpengaruh pada terbentuknya transisi fasa (*mesophases*) kristal cair ionik *fatty imidazolinium*.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan informasi berkaitan dengan kinerja fotovoltaik garam *fatty imidazolinium* dengan panjang dan kejenuhan rantai gugus alkil R berbeda dihubungkan dengan terbentuknya transisi fasa (*mesophases*) pada garam.
2. Mendapatkan prototipe sel surya DSSC berbasis sumber terbarukan lokal. Garam *fatty imidazolinium* ini dapat disintesis dari asam lemak.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangan bagi perkembangan teknologi industri di

Indonesia terutama mengenai aplikasi garam *fatty imidazolinium* sebagai elektrolit redoks pada sel surya DSSC. Dengan demikian, sel surya kinerja tinggi yang ramah lingkungan dan dengan biaya produksi murah dapat terwujud.

