

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Krisis energi yang dialami oleh seluruh negara di dunia menyebabkan beberapa perubahan yang signifikan pada berbagai aspek kehidupan masyarakat. Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) merupakan salah satu aspek yang dapat menjawab permasalahan krisis energi tersebut. Beberapa penelitian telah dilakukan oleh dalam upaya mencari sumber energi alternatif. Salah satu piranti energi alternatif yang hingga saat ini menarik perhatian banyak peneliti adalah Sel Surya (*Solar Cell*).

Sumber energi untuk sel surya yang melimpah dan terbarukan merupakan salah satu alasan dilakukannya pengembangan akan sel surya ini. Suplai energi surya dari sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi sangat besar yaitu mencapai 3×10^{24} joule pertahun. Jumlah energi sebesar itu setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Dengan kata lain, dengan menutup 0,1% permukaan bumi dengan divais sel surya yang memiliki efisiensi 10% sudah mampu untuk menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia saat ini (Yulianto, 2006).

Hingga saat ini telah dihasilkan tiga generasi sel surya yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Generasi pertama sel surya terbuat dari silikon kristal tunggal dan silikon multi kristal. Keunggulan dari tipe pertama ini adalah memiliki efisiensi yang cukup tinggi, sedangkan kelemahannya adalah

biaya produksinya yang mahal sehingga tidak memenuhi salah satu kriteria sumber energi alternatif yaitu biaya produksi murah. Generasi kedua dari sel surya adalah tipe lapis tipis (*thin film solar cell*). Keunggulan dari tipe ini diantaranya biaya produksi yang lebih murah dibandingkan dengan tipe sebelumnya dan divais yang dihasilkan bersifat lentur sehingga dapat dideposisikan terhadap piranti apapun. Sedangkan kelemahannya adalah efisiensi yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan tipe sebelumnya.

Penelitian agar harga sel surya menjadi lebih murah selanjutnya memunculkan generasi ketiga dari jenis sel surya yaitu tipe sel surya polimer atau disebut juga dengan sel surya organik dan tipe sel surya fotoelektrokimia. Berbeda dengan tipe sel surya generasi pertama dan kedua yang menjadikan pembangkitan pasangan *electron* dan *hole* dengan datangnya photon dari sinar matahari sebagai proses utamanya, pada sel surya generasi ketiga ini photon yang datang tidak harus menghasilkan pasangan muatan tersebut melainkan membangkitkan *exciton*. *Exciton* inilah yang kemudian berdifusi pada dua permukaan bahan konduktor (yang biasanya di rekatkan dengan organik semikonduktor berada di antara dua keping konduktor) untuk menghasilkan pasangan muatan dan akhirnya menghasilkan efek arus foto (*photocurrent*).

Tipe sel surya fotokimia merupakan jenis sel surya *exciton* yang terdiri dari sebuah lapisan partikel nano (biasanya TiO_2) yang diendapkan dalam sebuah perendam (*dye*). Jenis ini pertama kali diperkenalkan oleh Graetzel pada tahun 1991 sehingga jenis sel surya ini sering juga disebut dengan sel Graetzel atau *dye-sensitized solar cells* (DSSC). Sel Graetzel ini dilengkapi dengan pasangan redoks

yang diletakkan dalam sebuah elektrolit (bisa berupa padatan atau cairan). Sistem elektrolit redoks yang biasa digunakan umumnya disusun dari pasangan redoks I_3^-/I^- 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-cairan dirasakan dapat mengatasi masalah kebocoran, tetapi masalah lain muncul yaitu dengan menurunnya efisiensi konversi. Rendahnya efisiensi dapat dihubungkan dengan 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 performa fotovoltainya yang cukup tinggi sekaligus kestabilan fisiknya yang memadai yang menjadikan cairan ionik dapat memiliki kontak yang tinggi dengan zat warna pada partikel nano (Kang, *et al.*, 2004).

Walaupun demikian, efisiensi konversi sel surya berbasis cairan ionik masih lebih rendah dibandingkan pelarut organik konvensional. Hal ini berkaitan dengan tingginya kekentalan cairan ionik yang mempersulit terjadinya difusi I^- 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 I^- dan I_3^- , maka penggunaan kristal cair ionik (*ionic liquid crystals*) sangat memungkinkan (Yamanaka, *et al.*, 2005). Sementara ini kristal cair ionik yang dikembangkan adalah sistem kristal cair ionik berbasis garam imidazolium yang secara ekonomis masih kurang menguntungkan.

Kation *fatty imidazolinium* memiliki struktur yang serupa dengan kation imidazolium, berbeda hanya dalam ikatan rangkap dan terdapatnya gugus amida pada *fatty imidazolinium*. Adanya gugus amida diharapkan senyawa ini dapat menghasilkan rentang mesophase yang lebar dengan terbentuknya supramolekular kristal cair ionik.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kristal cair ionik sebagai material elektrolit redoks baru untuk sel surya tersensitisasi zat warna (DSSC) yang berbasis garam *fatty imidazolinium*. Garam ini dapat disintesis dari asam lemak (Bajpai dan Tyagi, 2008), sehingga dimungkinkan untuk mendapatkan garam ini dari sumber terbarukan lokal seperti minyak sawit dan minyak nabati lainnya. Sehingga material baru ini diharapkan menurunkan harga produksi dari DSSC tanpa mengurangi kualitasnya.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

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

1. Bagaimana cara mensintesis kristal cair ionik berbasis garam *fatty imidazolinium* dengan memvariasikan tiga substitusi gugus alkil pada kation dengan gugus palmitil [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{-CH}_2\text{-}$], stearyl [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{-CH}_2\text{-}$], dan cis oleil [$\text{cis-}\omega\text{-9-CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_2\text{-}$] dengan anion iodida?
2. Bagaimana karakteristik fisikokimia (transisi fasa, kestabilan termal, kestabilan elektrokimia, dan daya hantar ionik) dari ketiga garam *fatty imidazolinium* ini?
3. Bagaimanakah kebergantungan karakter fisikokimia garam *fatty imidazolinium* ini dengan struktur alkil pada kation?
4. Jika dilihat dari karakter fisikokimianya, dapatkah garam-garam tersebut digunakan sebagai elektrolit redoks pada sel surya tersensitisasi zat warna?

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Batasan dalam penelitian ini adalah dalam hal analisis struktur dan uji karakter fisikokimia. Analisis struktur hanya menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan *Proton-Nuclear Magnetic Resonance* ($^1\text{H-NMR}$). Karakter fisikokimia yang diuji terdiri dari empat jenis, yaitu transisi fasa, kestabilan termal, kestabilan kimia (jendela elektrokimia), dan daya hantar ionik.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan material elektrolit redoks baru untuk sel surya tersensitisasi zat warna (DSSC) beserta karakter fisikokimianya. Adapun material yang akan dibuat adalah kristal cair ionik berbasis garam *fatty*

imidazolinium dengan memvariasikannya tiga substitusi gugus alkil pada kation dengan gugus palmitil [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{-CH}_2\text{-}$], stearil [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{-CH}_2\text{-}$], dan cis oleil [$\text{cis-}\omega\text{-9-CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_2\text{-}$] dengan anion iodida.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangsih bagi perkembangan teknologi industri di Indonesia terutama dalam material elektrolit redoks baru pada sel surya tersensitisasi zat warna (*Dye-Sensitized Solar Cells*, DSSC) yang memiliki berbagai kelebihan dibanding elektrolit redoks sebelumnya. Dengan demikian, sel surya yang memiliki efisiensi tinggi dengan biaya produksi rendah dapat terwujud.