

**PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK ANTOSIANIN
KULIT MANGGIS SEBAGAI *DYE-SENSITIZER* TERHADAP EFISIENSI SEL
SURYA JENIS DSSC (*DYE-SENSITIZED SOLAR CELL*)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1



**Disusun oleh :
Aprilia Linda Pratiwi
J2D 005 159**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**

ABSTRACT

The effect of dye concentration to the efficiency of DSSC (Dye Sensitized Solar Cell) have been investigated. DSSC is the type of photoelectrochemistry solar cell which used solar energy to perform chemistry reaction to produce electric energy. The structure of DSSC consist of TCO as glass substrat, Titania film as collector electrode which adsorb dye, electrolyte I/I^3 , and counter electrode coated with carbon catalyst. Dye which used as dye-sensitizer is natural dye from anthocyanin extract of Mangosteen (*Garcinia Mangostana L.*) to replace synthetic dye ruthenium complex.

The concentration of dye extract which used in DSSC system are 5, 10 and 33%. Characterization of absorbtion spectrum of dye extract use spectrophotometer UV-Vis. The calculation of percentage efficiency determined by current-voltage method.

The result of characterization of absorbtion spectrum shown the increase of absorbtion value in the increase of concentration of dye extract 5, 10 and 33%. The increase of absorbtion value in concentration of dye extract 5, 10 and 33% bringing on the rise of solar cell efficiency. The efficiency of solar cell which produced using concentration of dye extract 5, 10 and 33% are 0,011; 0,052 and 0,091%, respectively.

Keyword : DSSC, dye-sensitizer, efficiency of solar cell

INTISARI

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi ekstrak *dye* terhadap efisiensi DSSC (*Dye Sensitized Solar Cell*). DSSC merupakan sel surya fotoelektrokimia yang menggunakan energi cahaya untuk reaksi kimia yang menghasilkan energi listrik. Susunan DSSC terdiri dari substrat kaca TCO, elektroda kolektor berupa lapisan Titania yang mengadsorb *dye*, larutan elektrolit I/I^3 , dan *counter-electrode* yang dilapisi karbon. *Dye-sensitizer* yang digunakan yaitu *dye* alami yang berasal dari ekstrak antosianin kulit manggis (*Garcinia Mangostana L.*) sebagai pengganti *dye* sintesis *ruthenium complex*.

Konsentrasi ekstrak *dye* yang digunakan dalam sistem DSSC ini yaitu sebesar 5, 10 dan 33%. Karakterisasi spektrum absorpsi ekstrak *dye* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Perhitungan nilai efisiensi DSSC dilakukan dengan metode kurva arus dan tegangan. Hasil karakterisasi spektrum absorpsi *dye* menunjukkan terjadinya peningkatan nilai absorpsi *dye* pada kenaikan konsentrasi ekstrak *dye* sebesar 5, 10 dan 33%. Kenaikan nilai absorpsi *dye* pada konsentrasi ekstrak *dye* sebesar 5, 10 dan 33% meningkatkan efisiensi sel surya. Efisiensi sel surya yang dihasilkan dengan menggunakan konsentrasi ekstrak *dye* sebesar 5, 10 dan 33% masing-masing sebesar 0,011; 0,052 dan 0,091%.

Kata kunci : DSSC, *dye-sensitizer*, efisiensi sel surya

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Efek *photovoltaic* pertama kali ditemukan oleh Becquerel pada tahun 1839. Becquerel mendeteksi adanya tegangan foto ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit. Pada tahun 1954, trio Bell Laboratories, Chapin, Fuller dan Pearson, menemukan sebuah fenomena p-n *junction* yang dapat mengubah radiasi sinar matahari menjadi tenaga listrik pertama kalinya dan material yang dipergunakan yaitu berupa silikon (Si).

Sel surya berbasis silikon merupakan jenis sel surya yang banyak digunakan saat ini. Walaupun sel surya sekarang didominasi oleh bahan silikon, masalah mahalnya biaya produksi dan proses fabrikasinya yang tidak sederhana menjadi suatu kendala (Septina dkk, 2007). Di samping itu, sel surya konvensional jenis silikon ini memiliki [keterbatasan suplai bahan baku silikonnya](#). Ini dapat dimengerti karena harga silikon meningkat seiring dengan permintaan industri semikonduktor. Ditambah lagi dengan suplai bahan baku silikon yang terbatas. Silikon yang dipakai sebagai bahan dasar *chip* di dunia mikroelektronika ini semakin dibutuhkan mengingat adanya peningkatan tajam untuk produksi peralatan elektronika mulai dari komputer, monitor, televisi dsb. Hal ini diperparah dengan jenis sel surya yang paling banyak dipasarkan di dunia yakni sel surya jenis silikon sehingga sel surya secara langsung harus berkompetisi dengan industri lain untuk mendapatkan bahan baku silikon.

Seiring dengan perkembangan teknologi, dominasi tersebut bertahap mulai tergantikan dengan hadirnya sel surya generasi terbaru, yaitu *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC). Keunggulan dari DSSC adalah tidak memerlukan bahan dengan kemurnian tinggi sehingga biaya produksinya relatif rendah (Septina dkk, 2007). Berbeda dengan sel surya konvensional yang semua proses melibatkan bahan silikon itu sendiri, 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 memiliki celah pita besar. Salah satu semikonduktor yang sering

digunakan adalah TiO_2 (Titania). Hal ini dikarenakan Titania relatif murah, banyak dijumpai, inert, dan juga tidak beracun (Grätzel, 2003).

Sejauh ini, *dye* yang digunakan sebagai sensitizer dapat berupa *dye* sintesis maupun *dye* alami. Walaupun DSSC komersial dengan menggunakan *dye* sintesis yaitu jenis *ruthenium complex* telah mencapai efisiensi 10%, namun ketersediaan dan harganya yang mahal membuat adanya alternatif lain pengganti *dye* jenis ini yaitu *dye* alami yang dapat diekstrak dari bagian-bagian tumbuhan seperti daun, bunga, atau buah (Maddu dkk, 2007). Berbagai jenis ekstrak tumbuhan telah digunakan sebagai *fotosentizer* pada sistem sel surya tersensitisasi *dye*. *Dye-sensitizer* alami yang pernah digunakan dalam sistem DSSC diantaranya yaitu buah berry hitam (Ali, 2007), bunga rosella (Wongcharee et.al., 2006), buah delima (Sirimanne et.al., 2006), buah buni (Pangestuti, 2009) dan kol merah (Anggraini, 2009). Zat warna alami tersebut telah terbukti mampu memberikan efek *photovoltaic* walaupun efisiensi yang dihasilkan masih jauh lebih kecil dibandingkan zat warna sintetis. Meskipun demikian, zat warna organik sangat kompetitif untuk dijadikan *sensitizer* karena biaya produksinya yang murah dan proses isolasinya juga lebih mudah (Anggraini, 2009).

Karakteristik penting dari bahan *dye* yang digunakan yaitu mampu menyerap spektrum cahaya yang lebar dan cocok dengan pita energi Titania. Senyawa antosianin yang terdapat pada tumbuhan ternyata mampu dijadikan sebagai *sensitizer*. Buah manggis (*Garnia Mangostana*) merupakan salah satu tumbuhan yang mengandung antosianin yang terdapat pada bagian kulitnya, sehingga bisa dimanfaatkan sebagai *dye-sensitizer* pada sel surya jenis DSSC (Suryadi, 2009).

Sel surya sebagaimana layaknya sebuah mesin memiliki kemampuan menghasilkan sebuah produk/keluaran (dalam hal ini listrik) dari bahan masukan (cahaya sinar matahari) melalui proses yang terjadi di dalamnya (efek *photovoltaic*). Dikarenakan banyak faktor, tidak seluruh cahaya yang diproses di dalam sel surya mampu dikonversi menjadi energi listrik. Salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai efisiensi sel surya jenis DSSC adalah konsentrasi ekstrak *dye* yang secara langsung berhubungan dengan besarnya tingkat absorbansinya terhadap panjang gelombang sinar yang terserap.

1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian ini, akan dilakukan pembuatan prototipe sel surya jenis *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) dengan menggunakan material-material yang mudah diperoleh dan teknik fabrikasi yang tidak serumit pembuatan sel surya berbasis silikon.

Jenis *dye* yang digunakan sebagai *fotosensitizer* yaitu ekstrak antosianin dari kulit buah manggis sebagai alternatif pengganti *dye* sintesis *ruthenium complex* yang ketersediaannya terbatas dan harganya mahal.

Efisiensi menentukan kinerja sel surya. Dalam pembuatan DSSC, konsentrasi ekstrak *dye* mempengaruhi besarnya efisiensi sel surya yang dihasilkan.

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan perlu diberikan agar permasalahan yang akan dibahas menjadi terarah. Batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan *prototype Dye-Sensitized Solar Cell* menggunakan semikonduktor nanopartikel Titania.
2. Parameter yang akan dikaji yaitu pengaruh konsentrasi ekstrak *dye* terhadap efisiensi yang dihasilkan sel surya.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Menghasilkan *prototype Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) skala laboratorium yang dapat mengkonversi energi surya menjadi listrik.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak *dye* terhadap efisiensi yang dihasilkan sel surya.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Mengkaji pembuatan *Dye-Sensitized Solar Cell* sebagai sarana alternatif dalam pemanfaatan energi dari sinar matahari sebagai energi yang terbarukan.

2. Menghasilkan sel surya dengan memanfaatkan bahan-bahan organik yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar.

Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., 2007, *Biomimicry in Solar Energy Conversion With natural Dye Sensitized Nanocrystalline Photovoltaic Cells*, Department of Chemistry and Biochemistry Obelin College, Ohio, 4-6.
- Angraini, Laila. 2009. *Pembuatan Dye Sensitized Solar-Cell Dengan Memanfaatkan Sensitizer Ekstrak Kol Merah*, Jurusan kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Anonim, 2007, *STN Database Summary Sheet*, Chemical Abstracts Service, North America.
- Arutanti, Osi, 2009, *Penjernihan Air dari Pencemar Organik dengan Proses Fotokatalis pada Permukaan Titanium Dioksida (TiO₂)*, Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi, ISSN 1979-0880.
- Brammer, T., 2004, *Nanostructured Titania Dye-Sensitized Solar Cell, Study of The Effects of Variations in the TiO₂ Film Thickness and Dyeing Times*, Australia Research Centre for Functional Nanomaterials Division of Chemical Engineering, School of Engineering The University of Queensland, Brisbane, 6-9.
- Challister, William D, 1997, *Material Science and Engineering and Introduction Fourth Edition*, A John Wiley & Sons, Inc., Publication: New Jersey.
- Cullity, BD. 1959, *Element of X-Ray Diffraction*, Addison-Wiley Inc: Massachusetts.
- Day, R.A. dan Underwood, A.L., 2000, *Analisa Kimia Kuantitatif*, Erlangga, Jakarta.
- Ditjen POM, 1995, *Farmakope Indonesia*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Egerton, R. F., 2008, *Physical Principles of Electron Microscopy An Introduction to TEM, SEM, and AEM. 2nd Edition*, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada.

- Fernando, J.M.R.C. and Sanadeera G.K.R., 2008, *Natural Anthocyanins as photosensitizers for Dye-Sensitized Solar Devices*, Institute of Fundamental Studies, Hantana Road, Kandy, Sri Lanka.
- Flohr, M.J.K., 1997, *X-ray Powder Diffraction*, United State Geological Survey, United State of America.
- Gary, J., 2007, *The Physics of Liquid Crystal*, Journal of Crystal Growth, Vol.193, 712.
- Grätzel, Michael, 2003, *Dye-Sensitized Solar Cells*, journal of Photochemistry and Photobiology, Vol.4, 145-153.
- Halme, J., *Dye-Sensitized Nanostructured and Organic Photovoltaic Cells: Technical Review and Preliminary Test*, Master Thesis of Helsinki University of Technology, hal 23-25.
- Harvey, D., *Modern Analytical Chemistry*, Mc Grow-Hill Companies, United States of America.
- Huang, Chung-Yi, Y. Hsu, J. Chen, V. Suryanarayanan, K.Lee, K.Ho, *The Effect of Hydrothermal Temperature and Thickness of TiO₂ Film on The Performance of a Dye-Sensitized Solar Cell*, 2006, Departement of Chemical Engineering, National Taiwan University.
- <http://ruby.colorado.edu/~smyth/min/tio2.html>.
- Kalyanasundaram, K, Gratzel, M., 1998, *Application of Functionalized Transition Metal Complexes in Photonic and Optoelectronic devices*, Coordination Chemistry Reviews, 177, 347-414.
- Maddu, A. M. Zuhri. dan Irmansyah, 2007, *Penggunaan Ekstrak Antosianin Kol Merah Sebagai Fotosensitizer Pada Sel Surya TiO₂ Nanokristal Tersensitasi Dye*, Departemen FISIKA FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ollis, D.F., Al-Elkabi, 1993, *Photocatalytic Purification and Treatment of Water and Air*, Elsevier, Amsterdam.
- Pangestuti, D.L., 2009, *Pembuatan Dye-Sensitized Solar Cell dengan Sensitizer Antosianin dari Buah Buni*, Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Prihatma, K., 2000, *Manggis (Garcinia Mangostana L.)*, Sistem Informasi Manajemen Pembangunan di Pedesaan, 1-15, Jakarta.
- Qosim, W.A., 2007, *Kulit Buah Manggis Sebagai Antioksidan*, Aneka Plantasia Cybermedia clips.

- Sastrawan, R, 2006, *Photovoltaic Modules of Dye Solar Cells*, Disertasi University of Freiburg.
- Schroder, Dieter K, 2006, *Semiconductor Materials and Device Characterization Third Edition*, A John Wiley & Sons, Inc., Publication: New Jersey.
- Septina, W., D. Fajarisandi, dan M. Aditia, 2007, *Pembuatan Prototipe Solar Cell Murah dengan Bahan Organik-Inorganik (Dye-sensitized Solar Cell)*, Laporan Penelitian Bidang Energi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Shaw, Stewart, 1990, *GBC 911A UV-Visible Spectrophotometers Operation Manual*, GBC Scientific equipment Pty. Ltd., Australia.
- Sirimanne, P.M., Senevirathna, M.K.I., Premalal, E.V.A., Pitigala, P.K.D.D.P., sivakumar, V., and Tennakone, K., 2006, *Utilization of natural Pigment Extracted from Pomegranate Fruits as Sensitizer in Solid-State Cells*, Jurnal Photochemistry and Photobiology, Vol. 177, 324-327.
- Sitrait, Rina. 2009. *Penerapan Metode Spektrofotometri Ultraviolet Pada Penetapan Kadar Nipeditin Dalam Sediaan Tablet*. Fakultas Farmasi, Universitas Sumatar Utara, Medan.
- Smith, D.K., Bayliss, P., Robert, C., 1999, *Mineral Classification in The Mineral Powder Diffraction File*, JCPDS- International Centre for Diffraction Data, 606-613.
- Surya, Y., *Liquid Crystal Display*, Science Physic.
- Suryadi, Joko, 2009, *Pembuatan dan Penentuan Nilai Efisiensi Sel Surya Berpewarna Tersensitisasi (Dye-Sensitized Solar Cell) dengan Senyawa Antosianin dari Buah Manggis (Garcinia mangostana L.) Sebagai Pewarna Pensensitisasi*, Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sze, S.M., 1981, *Physics of Semiconductor Devices*, second edition, chapter 14, John Wiley and Sons, New York.
- Vlack, Van, Lawrence H., 1985, *Elements of Material Science and Engineering, 5th edition*, Addison-Wesley: USA.
- Warren, B.E., 1969, *X-Ray Diffraction*, Addison-Wesley, Reading.
- Wongcharee, K. V. Meeyoo. S. Chavadej, 2007, *Dye-Sensitized Solar Cell Using Natural Dyes Extracted From Rosella and Blue Pea Flowers*, department of Chemical Engineering, Mahanakom University of Technology.

Yong, L., Hui, S., Xiarui, H., and Yougun, D., 2006, *A New Improved Structure of Dye-Sensitized Solar Cell With Reflection Film*, Chinese Science Bulletin, Vol.51, 369-373.

Yulianto, B. 2007, *Teknologi Sel Surya Untuk Energi Masa Depan*, Indonesia Information Center.