
Indonesian Physical Review

Volume 2 Issue 3, September 2019

P-ISSN: 2615-1278 E-ISSN: 2614-7904

Studi Fabrikasi *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC) Menggunakan *Dye Cellosia Argentum* (Jengger Ayam)

Muh.Iman Darmawan¹

¹Teknik Lingkungan, Universitas Hamzanwadi, Selong. Email: Darmawan240290@gmail.com

INFO ARTIKEL

Article History :

Received :26-09-2019

Revised: 30-09-2019

Accepted:01-09-2019

Kata Kunci :

DSSC, Organik Alam,
Elektroda Lawan

Cara Sitasi :

Darmawan, M.I. (2019).
Studi Fabrikasi *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC) Menggunakan *Dye Cellosia Argentum* (Jengger Ayam).
Indonesian Physical Review, 3(3), 116-122.

DOI :

<https://doi.org/10.29303/ipr.v2i3.33>

ABSTRAK

Energi yang berasal dari fosil semakin berkurang dan tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu banyak para ahli mencari alternatif lain untuk menciptakan energi baru yang bersifat *renewable*, dan *Dye-sensitized solar cell* (DSSC) merupakan salah satunya. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui karakterisasi sifat kelistrikan material *Dye Cellosia Argentum*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Material FMIPA UNS. Uji absorbansi menggunakan *Spectrophotometer UV Visible 1601 PC* dan Uji arus dan tegangan (I-V) menggunakan *kethlay*. Hasilnya menunjukkan bahwa bahan pewarna alami *Dye cellosia argentum* dari ekstraksinya memiliki *spectrum* absorbansi kisaran 200-800 nm, yang mempunyai potensi sebagai DSSC. Penggunaan Pt (*Hexacloroplatinic IV*) sebagai elektroda lawan dapat meningkatkan kinerja DSSC. DSSC yang menggunakan *dye cellosia argentum* menghasilkan nilai efisiensi sebesar $1.6 \times 10^{-1} \%$.

Copyright © 2019IPR. All rights reserved.

Pendahuluan

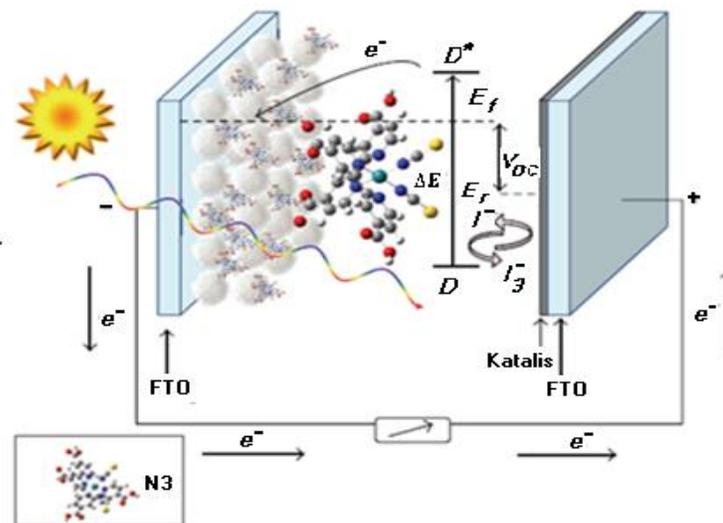
Saat ini teknologi fotovoltaik sangat memiliki kemajuan dibidang energi surya sebagai energi alternatif dan terbaharukan. Untuk memproduksi sel surya dengan biaya murah, telah banyak model dengan struktur dan material baru saat ini sedang dikembangkan [1]. Panel surya sering kali disebut sel fotovoltaik. Fotovoltaik dapat diartikan sebagai "cahaya listrik".

Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat untuk dikembangkan. Salah satu aplikasi energi surya adalah pemanfaatannya dalam konversi energi cahaya menjadi listrik yaitu sel surya. Sehingga, istilah "tenaga surya" mempunyai arti mengubah sinar matahari secara langsung menjadi energi panas atau energi listrik. Banyak cara untuk memanfaatkan energi yang berasal dari matahari yang sangat berlimpah. Seperti yang terlihat pada tumbuhan mengubah sinar matahari menjadi energi kimia pada proses fotosintesis.

Sekarang ini biaya panel listrik surya membuatnya tidak praktis untuk penggunaan sehari-hari di mana tenaga listrik "kabel" telah tersedia. Saat ini teknologi fotovoltaik sangat memiliki kemajuan dibidang energi surya sebagai sebuah energi alternatif dan terbarukan. Sel surya tipe seperti ini atau yang biasa dikenal dengan divais fotovoltaik bekerja dengan mengkonversi foton dari energi surya menjadi energi listrik, berdasarkan pada celah pita energi semikonduktor, dye dan elektrolit [2].

Fotovoltaik organik memiliki banyak fitur yang atraktif diantaranya, berpotensi untuk menjadi divais yang fleksibel, dapat diproduksi dengan teknik yang sederhana dan murah dari segi biaya pembuatannya. Dua dekade terakhir M.Gratzel telah menemukan *Dye Sensitized Solar Cell*(DSSC) sebagai sebuah devais fotovoltaik.

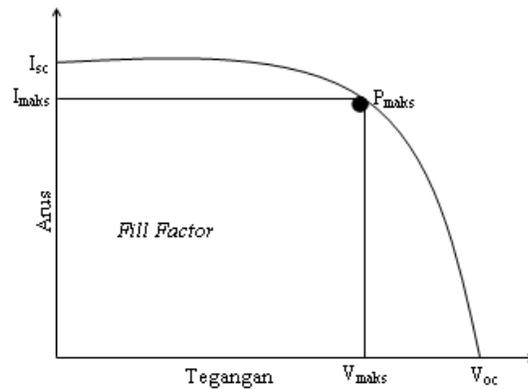
Dye Sensitized Solar Cells telah menarik perhatian sebagai suatu *converter energy* dibandingkan sel surya silicon. DSSC menggunakan tiga material aktif: dye organik sebagai material yang menyerap foton, lapisan nanokristal logam oksida sebagai material pentransport elektron dan cairan atau lapisan logam oksida sebagai material pentransport *hole* (HTM). Salah satu *dye* yang sering digunakan sebagai bahan fotosensitizer adalah klorofil [3] [4] [5]. Klorofil banyak terdapat pada hampir semua macam tumbuhan yang berwarna hijau. Upaya untuk mencari sumber *dye* organik alam yang memiliki optimum baik spektrum absorbansi maupun konduktivitas listrik dengan mengupayakan pembuatan DSSC berbahan *dye* klorofil sebagai *dye sensitizer* salah satunya dengan menggunakan *dye cellosia argentum*. Zat hijau daun (Klorofil) merupakan pigmen utama tumbuhan yang berfungsi untuk menyerap cahaya dan mengubahnya menjadi energi kimia yang dibutuhkan dalam mereduksi karbondioksida menjadi karbohidrat dan air menjadi glukosa dalam proses fotosintesis. Skema operasi DSSC secara umum disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema operasi *Dye Sensitized Solar Cell*(DSSC) [6].

Semikonduktor TiO_2 dalam DSSC tidak hanya bertindak sebagai dukungan untuk dye sensitizer tetapi juga berfungsi sebagai akseptor elektron dan konduktor elektronik. Kinerja sel surya berbasis *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC) dapat dilihat berdasarkan efisiensi

konversi energi listrik. Efisiensi dapat diketahui melalui kurva arus-tegangan (I-V) yang dihasilkan oleh sel surya tersebut. Gambar 2, menunjukkan kurva I-V sel surya.



Gambar 2. Kurva I-V DSSC [7]

Pada kondisi rangkaian terbuka atau *open circuit* maka arus yang dihasilkan adalah nol, sehingga akan menghasilkan tegangan yang maksimum atau tegangan *open circuit* (V_{oc}). P_{maks} merupakan suatu titik dimana daya maksimum yang dihasilkan oleh suatu sel surya. *Fill Factor* (FF) merupakan suatu ukuran kuantitatif kualitas suatu sel surya, serta merupakan ukuran luar persegi kurva I-V, *Fill Factor* dapat diperoleh menggunakan persamaan (1) [8].

$$FF = \frac{V_{max}I_{max}}{V_{oc}I_{sc}} \quad (1)$$

$$P_{max} = V_{oc}I_{sc}FF \quad (2)$$

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{cahaya}} \quad (3)$$

Nilai efisiensi ini yang menjadi ukuran global dalam menentukan kualitas performansi suatu sel surya.

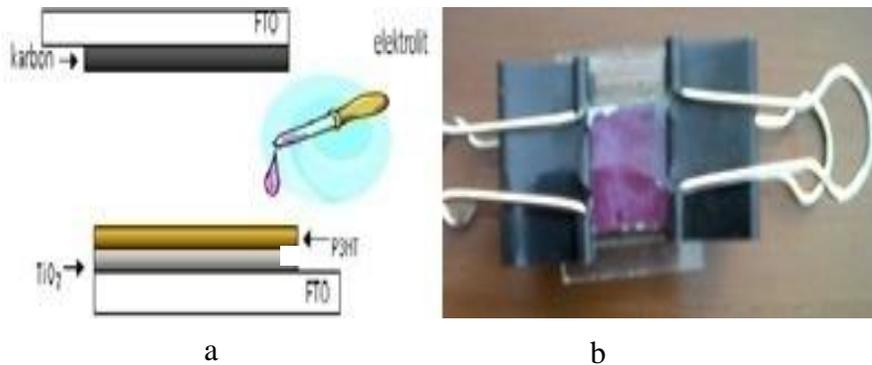
Metode Penelitian

TiO_2 yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Titanium dioxide (nano powder)* dengan ukuran 21 nm. TiO_2 sebanyak 0.5 gram dilarutkan dalam 1.5 ml etanol diaduk selama 30 menit menggunakan *vortex stirrer*. TiO_2 dilapiskan ke atas kaca konduktif *Fluorine Tin Oxide* (FTO) dengan luasan pendeposisian 2 cm x 2 cm menggunakan metode *spin coating*. Lapisan TiO_2 yang sudah terdeposisi dipanaskan pada suhu 5000 °C selama 60 menit di atas *hot plate*.

Pembuatan ekstraksi daun *cellosia argentum* disini perlu memperhatikan variasi waktu, suhu, kecepatan pengaduk dan volume pelarut, kerapatan masing-masing bahan. Untuk mendapatkan hasil yang optimal. Daun *cellosia argentum* seberat 10 gram dipotong kecil-kecil, kemudian bahan dihaluskan sehingga menghasilkan serbuk.

Serbuk tersebut ditambahkan etanol 96% sebanyak 200 ml dan diaduk menggunakan *vortex stirrer* dengan kecepatan 300 rpm dalam waktu 1 sampai 3 jam dalam suhu 60°C. Kontruksi

DSSC yang digunakan adalah sistem *sandwich*. Elektroda kerja berupa kaca konduktif FTO yang telah dilapisi TiO_2 yang sudah direndam dengan *dye cellosia argentum*.



Gambar. 3. Ilustrasi perakitan sel surya berbasis DSSC

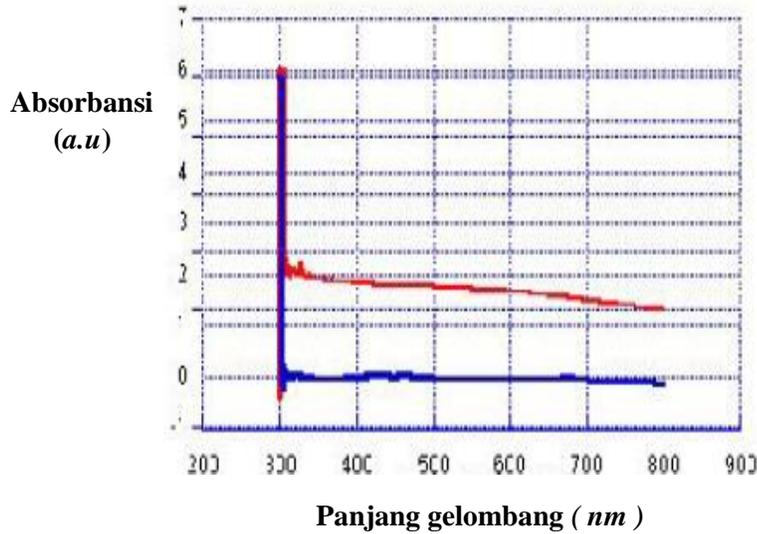
Elektroda lawan berupa kaca konduktif FTO yang telah dilapisi lapisan tipis Pt (*Hexachloroplatinic (IV) acid 10%*). Elektrolit terbuat dari KI 0,8 gr ditambahkan I₂ 0.127 gr dilarutkan dengan 10 ml PEG, yang ditetesi diantara elektroda lawan dan elektroda kerja diberikan pembatas menggunakan *keyboard protector* agar tidak terjadi hubungan arus pendek. Pengujian karakteristik I-V dari sebuah DSSC dapat dilakukan dengan menggunakan alat *keithlay I-V Meter 2602 A*. Pengujian karakteristik dengan *keithlay* akan dihasilkan dua jenis kurva I-V, yaitu pada kondisi gelap dan konduksi terang yang menunjukkan sifat fotokonduktivitas dari sebuah bahan DSSC. Karakterisasi arus-tegangan (I-V) adalah suatu metode untuk mengetahui kinerja dari *Dye Sensitized Solar Cells* yaitu seberapa besar kemampuan DSSC dapat mengkonversi cahaya menjadi energi listrik pengukuran I-V dilakukan pada kondisi gelap dan terang yaitu dibawah penyinaran lampu halogen dengan intensitas sebesar 1000 W/m².

Spektrum absorbansi diukur pada rentang 200-800 nm. Hasil karakterisasi spektrum absorbansi memperlihatkan bahwa spektrum serapan ekstrak daun *cellosia argentum* 340-800 nm. Zat warna (*dye*) ini berfungsi sebagai DSSC menggunakan ekstraksi bahan organik sebagai *dye sensitizer*. Pengujian ekstraksi bahan organik menggunakan *spectrophotometer UV Visible 1601 PC* untuk mengetahui daya absorbansi dari ekstraksi bahan organik terhadap panjang gelombang tampak.

Hasil dan Pembahasan

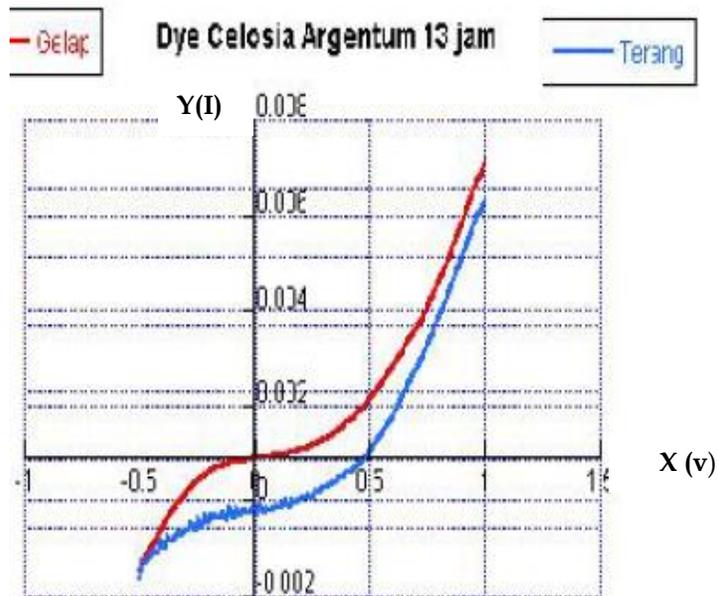
Pada penelitian *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) ini menggunakan material aktif bahan organik alam (klorofil) yang dikarakterisasi arus dan tegangan sehingga membentuk kurva I-V meter. Bahan organik alam (*dye*) terlebih dahulu diuji sifat listriknya untuk mengetahui karakteristik bahan terhadap cahaya. Secara umum sifat optik mengarah pada respon suatu material terhadap radiasi elektromagnetik dan secara khusus pada rentang cahaya tampak. Beberapa sifat optik material adalah absorbansi, refleksi dan transmisi. TiO_2 digunakan sebagai bahan semikonduktor dikarakterisasi absorbansinya. Larutan *dye* yang dibuat dari ekstrak yang dapat menyerap dan meneruskan spektrum

cahaya tampak. Larutan *dye* dibuat dari ekstrak daun *cellosia argentum* (13 jam) yang dapat menyerap dan meneruskan spektrum cahaya tampak. Zat warna ini berfungsi sebagai *Dye Sensitized Solar Cells* menggunakan ekstrak daun *cellosia argentum* sebagai *dye sensitizer* telah dilakukan pengujian ekstrak daun *cellosia argentum* untuk mengetahui daya absorpsi ekstrak daun *cellosia argentum* terhadap panjang gelombang tampak. Seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Absorbansi Cellosia Argentum

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa kurva untuk *dye cellosia argentum* dengan absorpsi *dye* memiliki rentang panjang gelombang 200-800 nm dengan puncak berada pada 300 nm. Pengukuran konduktivitas larutan dilakukan dengan mengalirkan arus pada dua elektroda dilakukan pada kondisi gelap dan dibawah penyinaran (terang).



Gambar 5. Kurva I-V bahan organik

Dari gambar 5 menunjukkan kurva I-V nilai karakterisasi dari bahan organik pada arus terang lebih besar dari pada arus gelap. Efisiensi yang dihasilkan oleh DSSC yang menggunakan ekstrak bahan organik *dye cellosia argentum* perbedaan *treatment* pada TiO_2 disajikan pada tabel 1. Nilai efisiensi konversi daya sangat dipengaruhi oleh besarnya I_{SC} . Semakin besar I_{SC} efisiensinya yang dihasilkan semakin besar. Jika ditelusuri, I_{SC} merupakan rapat arus yang muncul dalam divais DSSC, ketika divais mendapat pemaparan cahaya tanpa diberi tegangan panjar maju maupun tegangan balik atau berada di kuadran IV.

Tabel 1. Efisiensi DSSC.

<i>Dye</i>	<i>Vmax</i>	<i>Isc</i>	<i>pmax</i>	<i>Ff</i>	<i>Ef %</i>
<i>Cellosia Argentum</i>	$1,2 \times 10^{-1}$	$4,9 \times 10^{-1}$	$4,8 \times 10^1$	22.6	$1,6 \times 10^{-1}$

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran efisiensi dari pembuatan DSSC yang tersintesis oleh *dye cellosia argentum* dengan intensitas pencahayaan sebesar 1000 W/m^2 dapat dilihat bahwa DSSC yang menghasilkan performa efisiensi sebesar $1,6 \times 10^{-1} \%$. Efisiensi yang dihasilkan pada penelitian ini masih relatif rendah, hal ini dikarenakan material organik memiliki mobilitas rendah, mudah terkomposisi dan besarnya hambatan yang harus dilalui oleh elektron yang di injeksi dari hasil *dye cellosia argentum* dalam lapisan semikonduktor. Dengan demikian akan berdampak kecil jumlah elektron yang mengalir ke dalam rangkaian luar. Selain itu guna meningkatkan kinerja diperlukan perbaikan struktur masing-masing komponen DSSC agar diperoleh persambungan *interface* yang lebih baik dan mengurangi cacat yang terbentuk antara lapisan (*interface*).

Kesimpulan

Dye Sensitized Solar Cells (DSSC) menggunakan bahan ekstraksi bahan organik telah difabrikasi. Dengan adanya arus dan tegangan yang dihasilkan. Luasan kurva menunjukkan DSSC dari ekstrak bahan organik dengan metode perendaman menghasilkan kurva I-V baik. Elektroda lawan merupakan salah satu komponen penting yang tidak biasa dilepaskan pada struktur DSSC.

Pemberian Pt (*Hexachloroplatinic (IV) acid 10%*) pada elektroda lawan memberikan performa yang lebih baik pada DSSC. Pt (*Hexachloroplatinic (IV) acid 10%*) berfungsi sebagai katalis dalam mempercepat reaksi redoks dengan elektrolit. Efisiensi yang dihasilkan oleh masing-masing bahan organik. Hal yang perlu disarankan untuk penelitian selanjutnya adalah memperbaiki struktur DSSC agar dihasilkan kinerja dan efisiensi yang lebih baik. Menggunakan elektroda lawan dari material lain yang memiliki konduktivitas dan sifat katalis yang lebih baik.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pengelola Laboratorium FMIPA UNS Surakarta dan dukungan LPPM Hibah Pascasarjana UNS Surakarta dengan No. 301A/ UN27 / PN / 2014.

Daftar Pustaka

- [1] Hadioper,A.,Boer dan Blom,P.W.M. (2008). *Organik Tandem and Multi-Junction Solar Cells,.J Of Advance Functionla Material*. Willey Interscience.
- [2] Gratzel, M., (2001). Photoelectrochemical cells, *Nature* 2001, 414, 338-344.
- [3] Sumaryati, Utari, Supriyanto, Agus. Purnama. Budi, Widyo.M. (2011). Karakteristik dan Sifat Optik Klorofil Spirulina SP sebagai Dye Sensitized Solar Cell. *Jurnal Material dan Energi*, 1(3), 141-147.
- [4] Supriyanto, A., Kusminarto, K., Triyana, K., Roto, R., Salleh, M.M., & Umar, A.A. (2007). Optical and Electrical Characteristics of Chlorophyll-Porphyrin Isolated from Spinach and Spirulina Microalgae for Possible Use as Dye Sensitizer of Optoelectronic Devices. *International Conference On Chemical Sciences (ICCS-2007)*, Yogyakarta. 1-4.
- [5] Zhou,et.al, (2011). Review on dye-sensitized solar cells (DSSCs): Advanced techniques and research trends. *Journal solar energy and Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- [6] Calandra P., Calogero G., Sinopoli A., and Gucciardi P G. (2010). Metal Nanoparticles and Carbon-Based Nanostructures as Advanced Materials for Cathode Application in Dye-Sensitized Solar Cells (Review Article), Hindawi Publishing Corporation, *International Journal of Photoenergy*, 2010, 109495.
- [7] Benanti, Travis, L, and Venkataraman, D. (2006). Organic Solar Cells: An Overview Focusing On Active Layer Morphology. *Photosynthesis Research*, 87, 73-81.
- [8] Callister W D Jr and Rethwisch D G. (2009). *Materials Science and Engineering an Introduction*. USA: Wiley.