

# **Fabriksi *Dye Sensitized Solar Cells*(DSSC)Menggunakan Ekstraksi Bahan-bahan Organik Alam *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia* sp**

Cari<sup>1</sup>, Agus Supriyanto<sup>1</sup>, Muh.Iman Darmawan<sup>2</sup>, Hardani<sup>2</sup>, Hendra Darmaja<sup>2</sup>

1. Dosen Ilmu Fisika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
2. Mahasiswa S2 Ilmu Fisika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Email: Darmawan240290@Gmail.Com

Contac Person : 081918207352

## **Abstrak**

Energi yang biasanya berasal dari fosil yang keberadaannya semakin berkurang dan tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu banyak para ahli mencari cara untuk menciptakan energi baru/ alternatif, dan *Dye-sensitized solar cell* (DSSC) merupakan salah satu. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi sifat listrik ekstrak dari bahan-bahan organik alam. Mengetahui pengaruh ekstrak dari bahan-bahan organik alam terhadap peningkatan efisiensi sel surya berbasis *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material FMIPA UNS. Uji absorbansi menggunakan *Spectrophotometer UV Visible 1601 PC* dan Uji arus dan tegangan (I-V) menggunakan *kethlay*. Hasil ini menunjukkan bahwa beberapa bahan pewarna alami dari ekstraksi bahan organik alam memiliki spektrum absorbansi kisaran 300-800 nm, ini yang menjadikan ekstraksi bahan organik alam perlu untuk di selidiki lagi sebagai bahan *sensitizer DSSC*.

Kata kunci : *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC). Organik Alam

## PENDAHULUAN

Saat ini teknologi fotovoltaik sangat memiliki kemajuan dibidang energi surya sebagai energi alternatif dan terbarukan. Untuk memproduksi sel surya dengan biaya murah, telah banyak model dengan struktur dan material baru saat ini sedang dikembangkan (Hadipouret *al.* 2008). Panel surya sering kali disebut sel fotovoltaik, fotovoltaik dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik".

Fotovoltaik organik adalah sebuah alternatif untuk menggantikan fotovoltaik anorganik seperti sel surya dan silicon. Polimer terkonjungsi merupakan hal yang menarik dalam hal ini.

Sel surya bergantung pada efek fotovoltaik untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Jumlah penggunaan panel surya di porsi pemroduksian listrik dunia sangat kecil, tertahan oleh biaya tinggi per wattnya dibandingkan dengan bahan bakar fosil - dapat lebih tinggi sepuluh kali lipat, tergantung keadaan (Cari. Dkk,2013).

Sekarang ini biaya panel listrik surya membuatnya tidak praktis untuk penggunaan sehari-hari di mana tenaga listrik "kabel" telah tersedia. 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 (Brabec.C.J. 2004).

*Dye-sensitized solar cell* (DSSC) merupakan sel surya fotoelektrokimia, terutama terdiri dari photoelectrode, elektrolit, dan elektroda lawan. *Titanium dioksida* ( $TiO_2$ ) telah menjadi semikonduktor disukai dalam berbagai studi, sayangnya karena *band gap* yang besar (3 hingga 3,2 eV),  $TiO_2$  menyerap hanya bagian ultraviolet dari matahari sehingga memiliki efisiensi konversi yang rendah (Gratzel. M. 2001)

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* (Cari. Dkk,2013). DSSC menggunakan tiga material aktif, *dye* organik sebagai meterial yang menyerap foton, lapisan nanokristal logam oksida sebagai material pentransport elektron dan cairan atau lapisan logam oksida sebagai material pentransport *hole* (HTM) (Gren Martin. A. 1982)

DSSC sangat atraktif untuk diteliti lebih jauh kerana memungkinkan untuk menghasilkan efisiensi tinggi dengan biaya

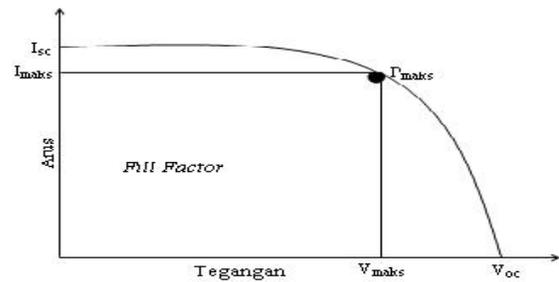
produksi murah (Cari. Dkk,2013). Beberapa penelitian menggunakan bahan dari platinum (pt) sebagai elektroda lawan pada DSSC. *Platinum* (Pt) dan Karbon (C) adalah material yang umum digunakan sebagai elektroda lawan (Cari. Dkk,2013). Pada penelitian ini, akan digunakan *platinum* (Pt) sebagai elektroda lawan pada DSSC berbahan *organic* ekstrak *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia* sp (Hagfeldt. et al. 2000)

Dalam DSSC, perwarna alami sebagai sensitizer memainkan peran kunci untuk menyerap foton dari sinar matahari atau lampu dan mengubahnya menjadi arus listrik. Jenis-jenis perwarna seperti kompleks logam, organik dan alami biasanya digunakan sebagai sensitizer.

Prinsip kerja DSSC adalah mengkonversi energi cahaya menjadi energi listrik. Saat *dye* yang melekat dipermukaan  $TiO_2$  menyerap foton dari cahaya matahari electron akan tereksitasi ke pita konduksi  $TiO_2$ . Electron akan terkumpul di  $TiO_2$  mekul *dye* yang ditinggalkan berada dalam keadaan teroksidasi. Selanjutnya electron akan transfer melalui rangkaian luar menuju lawan.

Performa sel surya adalah kemampuan sel surya mengkonversi cahaya menjadi energi listrik. Gambar 1. Merupakan kurva

*I-V* yang menunjukkan kemampuan sel dalam memproduksi tegangan dan arus. Pada gambar tersebut diperlihatkan tegangan *open circuit* ( $V_{oc}$ ), arus *short circuit* ( $I_{is}$ ), tegangan maksimum, arus maksimum dan *fill factor*. Saat kondisi *short circuit* ( $I_{is}$ ), sel akan menghasilkan arus *short circuit*. Saat kondisi *open circuit* tidak ada arus yang mengalir sehingga tegangannya akan menjadi maksimum atau disebut dengan tegangan *open circuit*. *Fill factor* merupakan ukuran kualitas performa sel surya (Cari. dkk,2013).



Gambar 1. Kurva I-V DSSC

*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.

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

Daya maksimum yang dihasilkan sel surya dapat diperoleh melalui persamaan 2.

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

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

Efisiensi sel surya yang merupakan perbandingan kuantitatif dari daya maksimum yang dihasilkan sel ( $P_{\max}$ ) dengan daya dari cahaya yang datang ( $P_{\text{cahaya}}$ ) dapat ditentukan dengan persamaan (Cari. Dkk,2013).

## **METODE PENELITIAN.**

TiO<sub>2</sub> yang digunakan dalam penelitian ini adalah Titanium (IV) Oxide, anatase Titanium dioxide (nano powder) 99,8% *trace metals basis*. TiO<sub>2</sub> sebanyak 0.5 gram dilarutkan dalam 2 ml etanol diaduk selama 30 menit menggunakan *vortex stirrer*.

TiO<sub>2</sub> dilapiskan ke atas kaca konduktif *Fluorine Tin Oxide* (FTO) dengan luasan pendeposisian 1.5cmx2cm menggunakan metode *spin coating*. Lapisan TiO<sub>2</sub> yang sudah terdeposisi dipanaskan pada suhu 500<sup>0</sup>C selama 60 menit diatas *hot plate*. Dalam penelitian ini digunakan *dye* dari ekstrak daun *Celosia Argentums* dan *Bougenville*, 10 gram daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia sp* dihaluskan menggunakan mortar sampai halus. Daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia sp* yang sudah halus dilarutkan dalam 35 ml etanol sambil diaduk selama 60 menit dan didiamkan selama satu hari agar ekstrak daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia*

*sp* yang dihasilkan homogen. Kontruksi DSSC yang digunakan adalah sistem *sandwich*. Elektroda kerja berupa kaca konduktif FTO yang telah dilapisi TiO<sub>2</sub> yang sudah direndam dengan *dye* daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia sp*

Elektroda lawan berupa kaca konduktif FTO yang telah dilapisi lapisan tipis Pt (*Hexachloroplatinic (IV) acid* 10%). Elektrolit terbuat dari Sodium 3.3 gr, Iodien 0.528 gr, HPA 0.005481 gr, Acetonitrille 30 ml yang ditetesi diantara elektroda lawan dan elektroda kerja diberikan pembatas menggunakan *keyboard protector* agar tidak terjadi hubungan arus pendek.

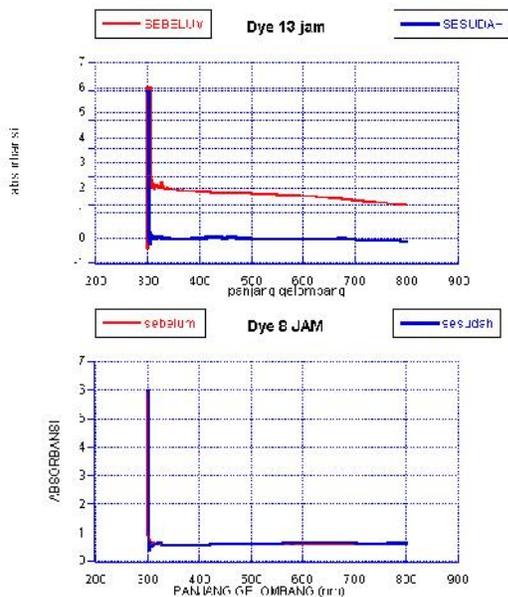
Elektroda kerja dan elektroda lawan serta elektrolit yang telah ditetesi diantara keduanya di tumpuk kemudian dijepit menggunakan *clipboard*. Kemudian DSSC dikarakterisasi arus dan tegangannya menggunakan *ketlay*.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Larutan *dye* dibuat dari ekstrak daun *Celosia Argentums*(13 jam) dan *Lagerstromia sp*(8 jam) yang dapat menyerap dan meneruskan spectrum cahaya tampak. Zat warna ini berfungsi sebagai *Dye Sensitized Solar Cells* menggunakan ekstraksi daun *Celosia Argentums* dan

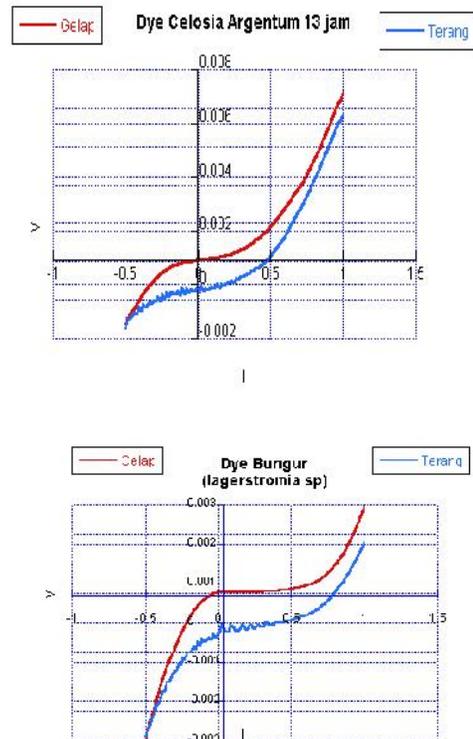
*Lagerstromia sp* sebagai *dye sensitizer* telah dilakukan pengujian ekstraksi daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia sp* menggunakan *spectrophotometer UV Visible 1601 PC* untuk mengetahui daya absorbansi ekstrak daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia sp* terhadap panjang gelombang tampak.

*Spectrum* absorbansi diukur pada rentang 200-800 nm. Hasil karakterisasi *spectrum* absorbansi gambar 2 memperlihatkan bahwa spektrum serapan ekstrak daun *Celosia Argentums* 340-800 nm dan *Lagerstromia sp* terdapat pada rentang 305-800 nm



Gambar 2. Grafik Absorbansi ekstrak daun *Celosia Argentums*(13 jam) dan *Lagerstromia sp*(8jam)

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  $1991 \text{ W/m}^2$ . Untuk nilai konduktivitas dari DSSC dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Grafik konduktivitas ekstrak daun ekstrak daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia sp*

Dari gambar 3 menunjukkan kurva I-V nilai konduktivitas dari elektrolit pada arus terang lebih besar dari pada arus gelap. Efisiensi yang dihasilkan oleh DSSC yang menggunakan ekstrak daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia sp* dengan perbedaan *treatment* pada  $TiO_2$  disajikan pada tabel 1.

Hasil optimasi DSSC dari kedua bahan ekstraksi menunjukkan efisiensi didapatkan pada penelitian ini adalah  $1.6 \times 10^{-1}\%$  yaitu pada DSSC dengan metode perendaman *dye Celosia Argentums* selama 13 jam sedangkan *dye Lagerstromia sp* (8jam) dengan menggunakan metode yang sama tapi beda lama waktu perendaman 13 jam menghasilkan  $1.3 \times 10^{-2}\%$  dengan menggunakan Pt (*Hexachloroplatinic (IV) acid* 10%) sebagai elektroda lawan.

Tabel I. Efisiensi DSSC

*Ekstrak Celosia Argentums dan Lagerstromia sp*

<i>Dye</i>	<b>Voc (mV)</b>	<b>Isc (<math>\mu A</math>)</b>	<b>FF</b>	<b>Pmax</b>	<b>y (%)</b>
<i>Lagerstromia sp</i>	$4.3 \times 10^{-1}$	$4.3 \times 10^{-5}$	$2.03 \times 10^{-6}$	$3.7 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-2}$
<i>Celosia Argentums</i>	$1.2 \times 10^{-1}$	$4.9 \times 10^{-1}$	22.6	$4.8 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{-1}$

Dalam penelitian ini digunakan elektrolit cair, dimana elektrolit tersebut semakin lama digunakan semakin habis dikarenakan menguap dan menghasilkan katalis transfer yang kurang maksimal. Sesuai dengan fungsi dari elektroda/ muatan. Jika elektrolit habis atau bahkan tidak ada maka ektivitas transfer electron akan berkurang/ tidak ada.

### KESIMPULAN

*Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC) menggunakan bahan ekstrak daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia sp* dengan perbedaan waktu perendaman telah difabrikasi. Dengan adanya arus dan tegangan yang dihasilkan. Luasan kurva menunjukkan DSSC dari ekstrak daun *Celosia Argentums* dan *Lagerstromia sp* 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 metode perendaman *Lagerstromia sp* selama 8 jam adalah  $1.3 \times 10^{-2}\%$  sedangkan metode perendaman *Celosia Argentums* selama 13 jam adalah  $1.6 \times 10^{-1}\%$

## 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

Brabec C J. 2004. Organic Photovoltaic: Technology and Market. *Journal of Solar Energy Materials & Solar Cells* 83 (2004) 273-292

Cari, Nurussaniah, Boisandi, Anita, Supriyanto Agus, Suryana Risa, **"Studi Pengaruh Konsentrasasi Poly(3-Hexylthiophene)(P3HT) Terhadap Peningkatan Efisiensi Dye Sensitized Solar Cells"**. Seminar Nasional 2<sup>nd</sup> *Lontar Physics Forum* 2013. ISBN: 978-602-8047-80-7:LPF1331-1.

---

**"Studi Penggunaan Poly(3-Hexylthiophene)P3HT dan Grafit**

**Terhadap Kinerja Solar Cells"**.*Jurnal Fisika* Vol.3.No.1, Mei 2013.

Gratzel, M., 2001, Photoelectrochemical cells, *Nature* 2001, 414, 338-344.

Grenn, Martin A.1982. *Solar Cell Operating Principles Technology And System Application* "prenticell Hall, Inc Evylewood Cliffs N,J.

Hadioper,A.,Boer dan Blom,P.W.M. 2008.*Organik Tandem and Multi-Junction Solar Cells,,J Of Advance Functionla Material.* Willey Interscience.

Hagfeldt A and Gratzel M. 2000. *Molecular Photovoltaics. Account Chem Res* 33 269-277.