

## Studi Variasi Elektrolit Terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Yoga Hari Prasetyo<sup>1)</sup>, Sayekti Wahyuningsih<sup>2)</sup>, Risa Suryana<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta

<sup>2)</sup>Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta

Email: <sup>1)</sup>rsuryana@uns.ac.id <sup>2)</sup>sayektiw@gmail.com

**Abstrak** - Studi variasi elektrolit terhadap kinerja DSSC telah dilakukan dengan *dye* antosianin sebagai sensitizer,  $\text{TiO}_2$  anatase sebagai semikonduktor, karbon sebagai katalis dan larutan elektrolit yang berada diantara dua kaca FTO sebagai elektroda. Larutan elektrolit berfungsi sebagai sumber elektron pengganti elektron *dye* yang tereksitasi melalui proses redoks. Elektrolit yang digunakan adalah KI, NaI, atau TEAI yang dicampur  $\text{I}_2$  dengan konsentrasi yang sama. Nilai konduktivitas KI lebih besar daripada NaI dan TEAI baik dalam keadaan gelap maupun terang. Ini menunjukkan bahwa pembawa muatan dalam larutan KI lebih besar daripada pembawa muatan dalam larutan NaI dan TEAI. Analisa karakteristik I-V menghasilkan nilai efisiensi untuk masing-masing elektrolit KI, NaI, dan TEAI adalah 0,057%, 0,0014%, dan 0,00062%. Besarnya nilai efisiensi elektrolit KI dibandingkan elektrolit NaI dan TEAI diperkirakan karena kecepatan reaksi redoks antara KI dan  $\text{I}_2$  lebih besar daripada NaI dan TEAI. Hal ini menyebabkan pasokan elektron hasil redoks semakin banyak menggantikan elektron *dye* yang tereksitasi.

**Kata kunci:** KI, NaI, TEAI, Antosianin, DSSC

**Abstract** – Study of electrolyte variation in DSSC structure have been conducted with anthocyanin dye as sensitizer,  $\text{TiO}_2$  anatase as semiconductor, carbon as catalyst, and electrolyte solution which placed between two FTO glasses as electrodes. The electrolyte used was KI, NaI, or TEAI which was mixed with the same concentration of  $\text{I}_2$  solution. KI conductivity values are greater than NaI and TEAI both in the dark and bright condition. This indicated that the charge carrier of the KI solution is greater than that of the NaI and the TEAI solution. Furthermore the efficiency of DSSC using KI electrolyte are greater than using NaI and TEAI electrolytes, i.e. 0.057%, 0.0014%, and 0.00062% for KI, NaI, and TEAI electrolytes, respectively. It is considered that redox reaction of electrolyte solution produced electrons which were used to replace the excited-electrons of dyes. Therefore, redox reaction of  $\text{KI}/\text{I}_2$  is faster than other electrolytes.

**Key words:** KI, NaI, TEAI, Anthocyanin, DSSC

### I. PENDAHULUAN

Sumber energi di dunia masih didominasi oleh energi yang berasal dari fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara. Energi tersebut bersifat tidak dapat diperbaharui yang lama kelamaan akan habis. Oleh karena itu, para peneliti berusaha mencari sumber energi alternatif salah satunya adalah sel surya [1].

Sel surya dapat dibagi menjadi tiga generasi utama yaitu material semikonduktor silikon, sel surya berbasis *thin film* silikon, dan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) [2]. DSSC menarik perhatian para peneliti karena proses pembuatannya mudah dan bahannya murah. Selain itu, masih terbuka peluang untuk meningkatkan efisiensi [3]. Selain  $\text{TiO}_2$ , *dye*, dan katalis, elektrolit berperan dalam meningkatkan kinerja DSSC. Elektrolit berfungsi untuk menggantikan elektron yang hilang pada pita HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital) *dye* akibat bereksitasi ke pita LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) melalui proses reaksi reduksi-oksidasi (redoks). Kecepatan reaksi redoks akan menentukan kinerja DSSC. Pada umumnya, elektrolit yang digunakan dalam DSSC adalah pelarut berbentuk cair yang mengandung sistem redoks,

yaitu pasangan  $\text{I}/\text{I}_3^-$ . Selama ini, efisiensi konversi foton menjadi arus listrik untuk sel surya DSSC yang menggunakan elektrolit cair memberikan efisiensi sebesar 11% [4]. Selain itu elektrolit redoks hanya mengandalkan pasokan iodin dari kristal cair ionik yang menggunakan iodida sebagai anionnya [5]. Pada penelitian ini, larutan KI, NaI, dan TEAI digunakan sebagai elektrolit. Kecepatan reaksi redoks diamati secara tidak langsung dari hasil nilai efisiensi DSSC.

### II. METODE PENELITIAN

Kaca *fluorine-doped tin oxide* (FTO) digunakan sebagai elektroda.  $\text{TiO}_2$  anatase diperoleh dari mineral illmenit. Antosianin bunga mawar digunakan sebagai *dye* dan grafit sebagai katalis. Elektrolit yang digunakan adalah KI, NaI, dan TEAI. Karakterisasi I-V meter *Elkahfi* digunakan untuk mengetahui konduktivitas masing-masing elektrolit sedangkan karakterisasi I-V meter *Keithley* digunakan untuk mengetahui efisiensi DSSC.

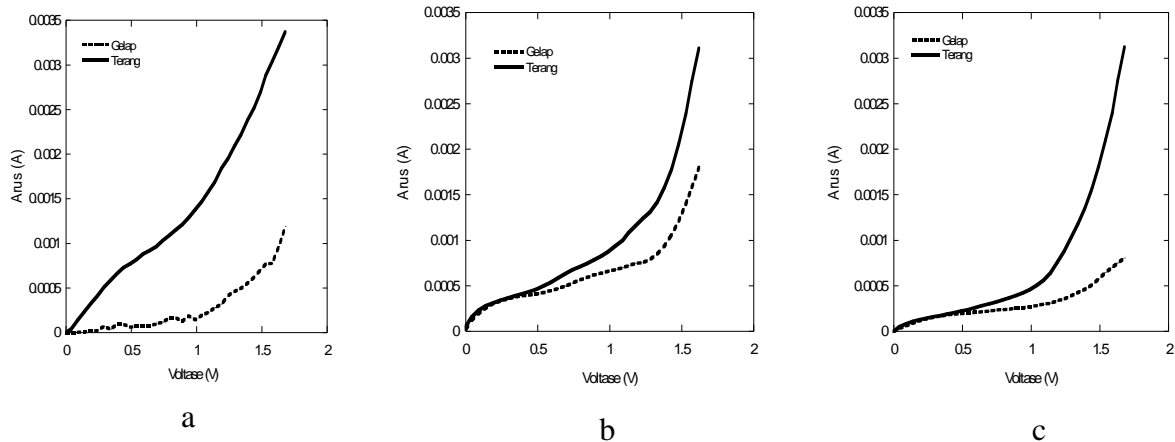
Pasta  $\text{TiO}_2$  dibuat dengan mencampurkan 0,5 gr dengan 2 ml etanol dan di *stirrer* selama 30 menit. Ekstrak *dye* antosianin bunga mawar dengan mengambil 2 gr

kemudian diencerkan dengan etanol sebanyak 5 ml. 3,5 gr grafit dicampurkan dengan 2-propanol dan distirer selama 30 menit. Sifat konduktivitas elektrolit diukur dengan I-V meter *Elkahfi*.

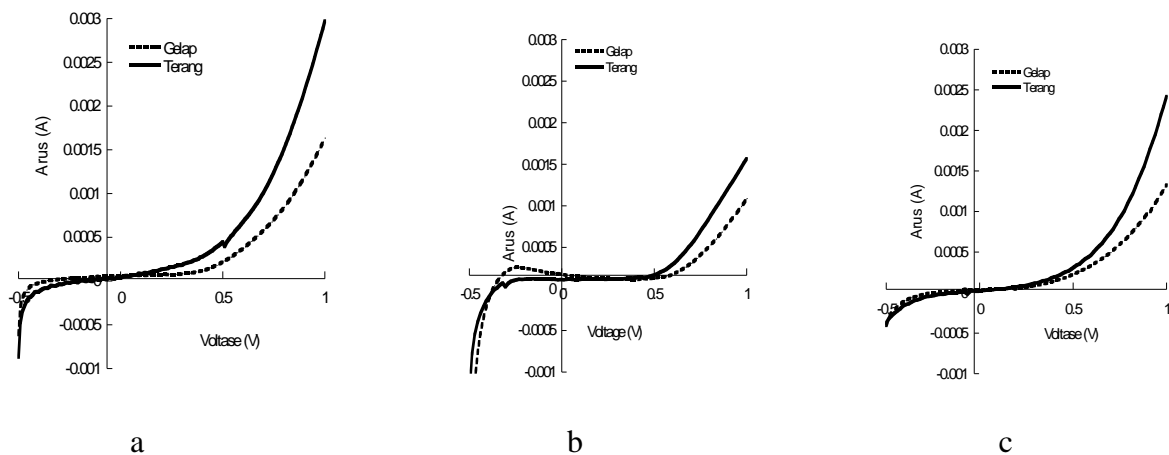
Pasta  $\text{TiO}_2$  ditetaskan di atas FTO kemudian diratakan menggunakan *spatula*. Metode ini dikenal sebagai metode *slip casting*. Lapisan  $\text{TiO}_2$  dikeringkan pada suhu ruang dan dipanaskan pada suhu  $400^\circ\text{C}$  selama 10 menit. Lapisan  $\text{TiO}_2$  direndam *dye* antosianin selama 24 jam. Grafit dilapiskan di atas FTO. Setelah DSSC disusun maka elektrolit ditetaskan melalui lubang elektroda lawan dan segera diukur dengan I-V meter *Keithley* baik dalam keadaan gelap dan terang. Percobaan diulangi dengan elektrolit yang berbeda.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Gambar 1** memperlihatkan karakteristik I-V elektrolit KI (**Gambar 1a**), NaI (**Gambar 1b**), dan TEAI (**Gambar 1c**). Berdasarkan karakteristik I-V seperti diperlihatkan pada **Gambar 1** konduktivitas KI lebih besar daripada konduktivitas NaI dan TEAI baik kondisi gelap ataupun terang. Hal ini menunjukkan bahwa pembawa muatan didalam elektrolit KI lebih banyak dibandingkan didalam elektrolit NaI dan TEAI.



**Gambar 1.** Karakteristik I-V Elkahfi (a) elektrolit KI, (b) elektrolit NaI, dan (c) elektrolit TEAI



**Gambar 2.** Karakteristik I-V DSSC dengan variasi elektrolit (a) KI, (b) NaI, dan (c) TEAI

**Gambar 2** memperlihatkan karakteristik I-V DSSC untuk elektrolit KI (**Gambar 2a**), NaI (**Gambar 2b**), dan TEAI (**Gambar 2c**). Cara menentukan efisiensi sel surya dari kurva karakteristik I-V meter dapat dilihat melalui pergeseran kurva dari keadaan gelap ke keadaan terang. Kurva I-V saat keadaan terang berada dibawah kurva I-V saat keadaan gelap yang terletak dikuadran IV sehingga dapat dihitung nilai efisiensinya [8]. KI merupakan elektrolit yang memiliki nilai efisiensi cukup baik [9]. Setelah mengetahui nilai Voc, Isc, Im dan Vm serta *fill factor* maka efisiensi DSSC dapat ditentukan. Nilai efisiensi DSSC untuk masing-masing elektrolit KI, NaI, dan TEAI adalah 0,057%, 0,0014% dan 0,00062%. Nilai efisiensi DSSC dengan elektrolit KI lebih tinggi daripada NaI dan TEAI. Hal ini diperkirakan bahwa kecepatan reaksi redoks KI lebih cepat daripada NaI dan TEAI sehingga elektron yang dihasilkan dapat segera menggantikan elektron tereksitasi *dye* [8].

#### IV. KESIMPULAN

Kinerja DSSC dipengaruhi oleh larutan elektrolit yang digunakan. Elektrolit KI memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan elektrolit NaI dan TEAI. Hal ini disebabkan karena jumlah elektron donor hasil reaksi redoks lebih banyak daripada elektrolit NaI dan TEAI. Elektron hasil reaksi redoks digunakan untuk mengganti elektron tereksitasi *dye*.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusumandari, Meningkatkan Efisiensi Sel Surya Organik (SSO) Berbahan Klorofil-A (Bahan Alami dengan Heterojunction TiO<sub>2</sub> Semikonduktor, *Skripsi*, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2009.
- [2] Kagaku. M, Develepment of Next Generation Organic Solar Cell, *Sumitomo Chemical Co, Ltd.* Vol ,2010. Ekasari. V, dan Yudoyono. G, Fabrikasi DSSC dengan Dye Ekstrak Jahe Merah (Zingerber Officianale Linn Var Rubrum) Variasi Larutan TiO<sub>2</sub> Nano partikel Berfase Anatase dengan Tehknik Pelapisan Spin Coating, *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2, 2013, pp. 2337-3520.
- [3] Hardian. A, Mudzakir. A, dan Sumarna. O, Sintesis dan Karakterisasi Kristal Cair Ionik Berbasis Garam Fatty Imidazolium Sebagai Elektrolit Redoks pada Sel Surya Tersensitisasi Zat Warna, *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*, 1, 2010, pp. 7-16.
- [4] Gratzel. M, Dye Sensitized Solar Cells, *Journal of Photochemistry and Photobiology C*, 2003, Vol. 4, hal 145-153.
- [5] Lee. C-P, Chen. Y-P, Vital. R, and Ho. K-C, Iodine free high efficient quasi solidstate dye-sensitized solar cell containing ionic liquid and polyaniline-loaded carbon black, *Journal of Materials Chemistry*, 20. 2010, 2356-2361.
- [6] Suryana. R, Khoiruddin, and Supriyanto. A, 2013. Beta-Caroten Dye of Daucus Carota as Sensitizer on Dye-Sensitized Solar Cell. *Journal Materials Science Forum*. Vol. 737, 2013, pp. 15-19.
- [7] Yan. S, C, Jing. N, L, Sheng. Y, T, Cen. C, T, Manufacture of Dye Sensitized Nano Solar Cells and their I-V Curve Measurement. *Proceeding of ICAM 2007*, Institute of Mechatronic Engineering, National Taipei University of Technology Taiwan, 2007.
- [8] Wu. J, Lan. Z, Hao. S, Li. P, Lin. J, Huang. M, Fang. L, and Huang. Y, Progress on The Electrolytes for Dye-Sensitized Solar Cells, *Pure Appl, Chemistry*, 80, 2008, pp. 2241-2258.