

PENGARUH PENAMBAHAN PERAK PADA MOLEKUL DYE TERHADAP EFISIENSI DYE SENSITIZED SOLAR CELL

Rati Okta Della^{*1}, Iwantono^{*2}

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

*E-mail korespondensi: ¹rati.okta0412@student.unri.ac.id; ²iwantono@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

Dye sensitized solar cell (DSSC) is made with a layer arrangement of fluorine tin oxide (FTO), zinc oxide (ZnO), dye, electrolyte, and plastisol. ZnO nanorods which play a role as photoanode in DSSC have been successfully grown on FTO substrate using seed mediated hydrothermal method at temperature of 90 °C for 8 hours. Modification was made to increase the efficiency of DSSC by adding silver (Ag) with concentration of 5 mM into dye molecules. ZnO characterization was performed using ultra violet-visible (UV-Vis) spectroscopy and field emission scanning electron microscopy (FESEM). The strongest UV-Vis absorbance spectrum with the optimum absorbance for the ZnO sample was occurred at the wavelength range of 300 – 360 nm. Meanwhile, for the ZnO sample with addition of 5 mM Ag into dye molecule was occurred at the wavelength range of 440 – 530 nm. FESEM image of the sample shows the as-synthesized ZnO nanorods have hexagonal cross section. I-V characteristics in the light mode was carried out to determine the efficiency of DSSC using a halogen lamp with an intensity of 100 mW/cm². The efficiency of DSSC using ZnO with addition of 5 mM Ag into dye molecule is 0.462%, increases compared to the efficiency of DSSC using ZnO without addition of Ag into dye molecule which only produce 0.45% efficiency. These results indicate that the addition of Ag can increase the efficiency of DSSC.

Keywords: ZnO Nanorods, Seed Mediated Hydrothermal, Ag, DSSC.

ABSTRAK

Dye sensitized solar cell (DSSC) dibuat dengan susunan lapisan fluorine tin oxide (FTO), zinc oxide (ZnO), dye, elektrolit, dan plastisol. Nanorod ZnO yang berfungsi sebagai fotoanoda pada DSSC telah berhasil ditumbuhkan di atas substrat FTO dengan metode seed mediated hydrothermal pada suhu 90 °C selama 8 jam. Untuk meningkatkan efisiensi DSSC, dilakukan modifikasi dengan menambahkan perak (Ag) pada molekul dye dengan konsentrasi 5 mM. Karakterisasi ZnO dilakukan dengan menggunakan spektroskopi ultra violet-vissible (UV-Vis) dan field emission scanning electron microscopy (FESEM). Spektrum absorbansi UV-Vis paling kuat dengan tingkat penyerapan optimum pada sampel ZnO terjadi pada rentang panjang gelombang 300 – 360 nm. Sedangkan untuk sampel ZnO yang telah ditambahkan Ag 5 mM pada molekul dye spectrum absorbansinya terjadi pada rentang panjang gelombang 540 – 625 nm. Hasil foto FESEM dari sampel memperlihatkan bahwa nanorod ZnO yang tumbuh berpenampang heksagonal. Karakteristik I-V dilakukan untuk menentukan efisiensi DSSC yang dilakukan dalam keadaan disinari lampu halogen dengan intensitas 100 mW/cm². Terjadi kenaikan efisiensi DSSC pada sampel yang menggunakan ZnO dengan penambahan 5 mM Ag pada molekul dye yaitu sebesar 0,462% dibandingkan dengan sel DSSC yang hanya menggunakan ZnO tanpa penambahan Ag pada molekul dye yang hanya menghasilkan efisiensi sebesar 0,45%. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan Ag dapat meningkatkan efisiensi DSSC.

Kata kunci: Nanorod ZnO, Seed Mediated Hydrothermal, Ag, DSSC.

Diterima 11-10-2020 | Disetujui 12-02-2021 | Dipublikasi 31-03-2021

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang meningkat setiap tahun menyebabkan krisis sumber energi.

Sumber energi alternatif yang sedang dikembangkan saat ini adalah energi matahari yang dapat diubah menjadi energi listrik. Jumlah energi matahari yang sampai ke bumi

sangat besar, yaitu mencapai 3×10^{24} Joule pertahun [1]. Sel surya merupakan devais yang digunakan untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik [2]. Sel surya dalam pemanfaatannya bergantung dengan efek fotovoltaiik yaitu akibat foton dengan panjang gelombang tertentu diserap oleh elektron yang kemudian bertransisi dari pita valensi menuju pita konduksi dan mengakibatkan elektron meninggalkan hole [3]. Proses ini dapat terjadi pada material semikonduktor yang mempunyai dua area berbeda, yaitu yang mempunyai kelebihan dan kekurangan elektron [4].

Dye sensitized solar cell (DSSC) muncul seiring berkembangnya nanoteknologi, yang ditemukan oleh Michael Graätzel pada tahun 1991. DSSC merupakan sel surya yang menggunakan *dye* sensitizer berbahan organik yang dapat dikembangkan dengan biaya murah dan ramah lingkungan. Secara garis besar, DSSC tersusun atas fotoanoda, elektroda counter, dan elektrolit [5-7]. Sel DSSC menggunakan material semikonduktor sebagai material aktif pada fotoanod, salah satunya yang bisa digunakan yaitu senyawa kimia logam oksida yang sekarang sedang dikembangkan. Salah satu logam oksida yang mempunyai band gap yang lebar adalah *zinc oxide* (ZnO). ZnO memiliki sifat multifungsi dengan kemampuan mengikat energi yang besar, memiliki resistivitas yang rendah, dan memiliki karakteristik penangkap cahaya yang besar [8]. Molekul *dye* berfungsi sebagai penangkap foton cahaya, sedangkan semikonduktor berfungsi menyerap dan meneruskan foton menuju elektron [9]. Pada penelitian ini dilakukan penambahan logam perak (Ag) pada molekul *dye* DSSC. Logam Ag memiliki tingkat kestabilan yang bagus. Penelitian dengan penambahan Ag pada *dye* belum pernah dilakukan, sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan tujuan dapat meningkatkan efisiensi DSSC.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *hexamethylene tetramine*

(HMT), *zinc asetat dihidrat* (ZAD), *zinc nitrate hexahydrate* (ZNH), dan *silver nitrate* (AgNO_3). Sintesis sampel dilakukan dalam 2 tahap yaitu pembenihan dan penumbuhan. Metode ini disebut sebagai metode *seed mediated hydrothermal*.

Larutan pembenihan yang digunakan adalah 0,1 M ZAD dalam DI water. Setelah itu larutan ZAD diteteskan pada substrat dan sampel tersebut dipanaskan selama 30 menit di atas *hot plate* pada suhu 50 °C. Kemudian sampel diannealing selama 1 jam pada suhu 250 °C . Proses penumbuhan dimulai dengan membuat larutan penumbuh yaitu larutan ZNH 0,2 M dan larutan HMT 0,1 M. Kemudian sampel yang telah dibenihkan dimasukkan ke dalam larutan penumbuh. Proses ini dilakukan di dalam oven selama 8 jam dengan suhu 90 °C. Selanjutnya, sampel dikeringkan menggunakan oven selama 15 menit pada suhu 80 °C.

Larutan *dye* N719 12,5 mM dimasukkan ke dalam botol yang sudah dibalut dengan *aluminium foil*. Lalu larutan *dye* disonikasi selama 45 menit supaya homogen. Larutan AgNO_3 0,1 M dimasukkan kedalam botol. Campuran larutan AgNO_3 5 mM dan 3 ml larutan *dye* N719 diteteskan secara merata pada sampel yang telah tumbuh ZnO sambil dipanaskan diatas *hot plate* selama 15 menit.

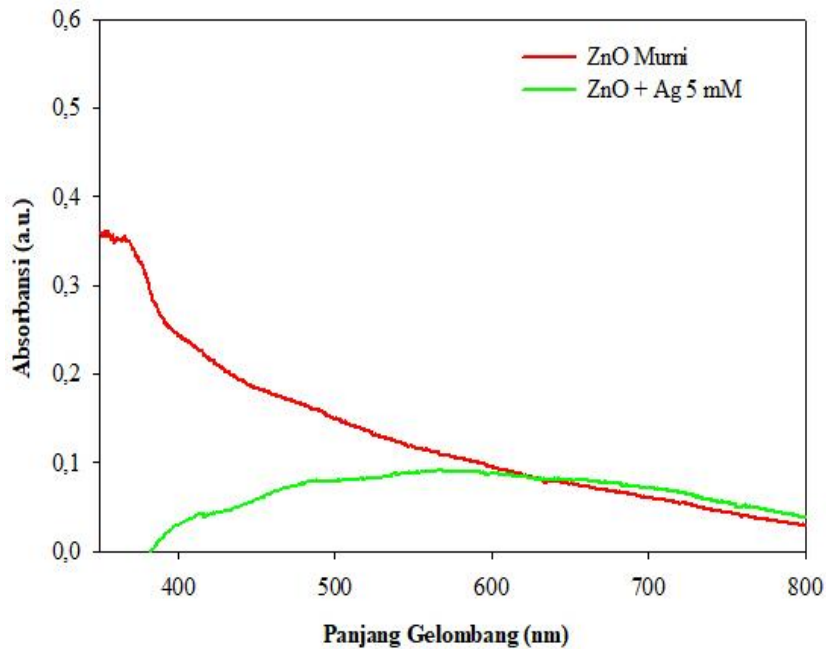
Karakterisasi sampel dilakukan dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis dan FESEM. Spektroskopi UV-Vis digunakan untuk melihat tingkat absorbansi setiap sampel. Fabrikasi DSSC dimulai dengan membuat batas elektroda yang akan diuji menggunakan parafilm seluas 0,24 cm². Kemudian sel disusun membentuk struktur *sandwich*. Uji sel dilakukan menggunakan solar simulator Keithley 2420. Sel disinari menggunakan lampu halogen dengan intensitas 100 mW/cm² dengan filter AM 1,5G.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 memperlihatkan spektrum absorbansi UV-Vis dari sampel ZnO murni

dan sampel ZnO yang telah ditambahkan Ag 5 mM pada molekul *dye*. Untuk sampel ZnO, Spektrum absorbansi terjadi pada panjang gelombang 300 – 800 nm. Penyerapan kuat untuk ZnO murni seperti terlihat pada Gambar 1 terjadi pada rentang panjang gelombang 300 – 360 nm, sedangkan penyerapan lemah pada rentang panjang gelombang 360 – 800 nm.

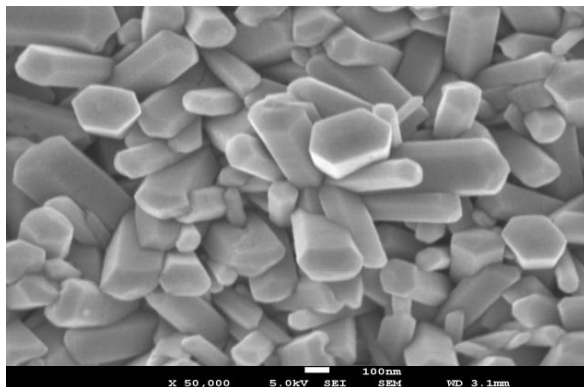
Pada sampel ZnO yang telah ditambahkan Ag pada molekul *dye* rentang puncak penyerapan paling tinggi terjadi pada panjang gelombang 540 – 625 nm. Terlihat perbedaan puncak penyerapan untuk ZnO murni terjadi pada sinar ultra violet dan yang ditambahkan Ag terjadi pada sinar tampak.



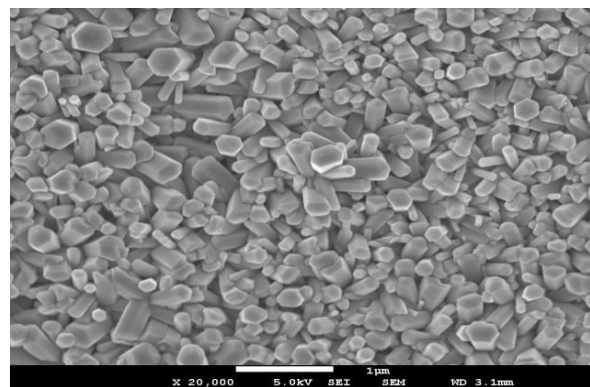
Gambar 1. Spektrum absorbansi UV-Vis ZnO murni dan ditambah Ag 5 mM.

Hasil FESEM dapat mengidentifikasi bentuk morfologi dan ukuran sampel [10]. Foto FESEM nanorod ZnO murni dapat dilihat

pada Gambar 2. Gambar tersebut memperlihatkan bentuk ZnO yaitu berupa nanorod yang berpenampang heksagonal.



(a)

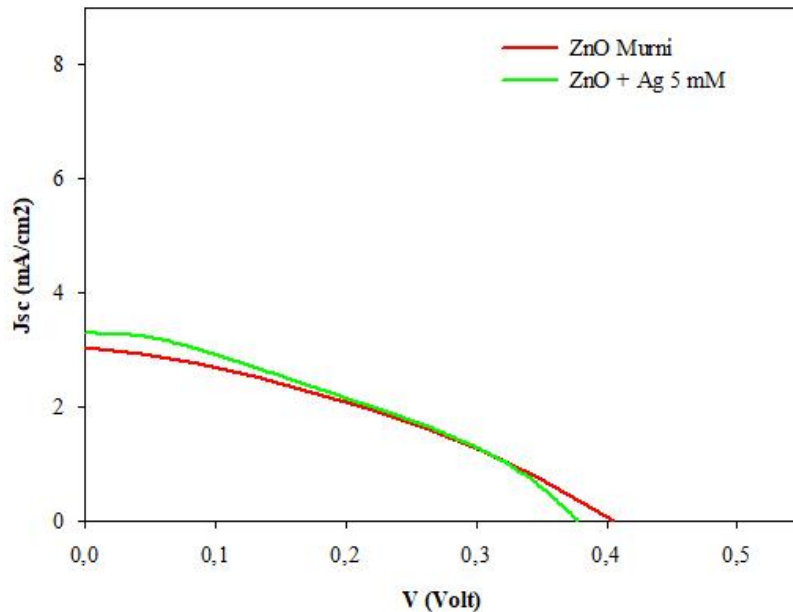


(b)

Gambar 2. Foto FESEM ZnO murni dengan perbesaran (a) 50.000× dan (b) 20.000×.

Uji performansi sel DSSC dilakukan dengan tes karakteristik I-V. Gambar 3 memperlihatkan kurva J-V DSSC dari ZnO

murni sebagai dan ZnO ditambahkan 5 mM Ag pada *dye* sebagai fotoanoda.



Gambar 3. Kurva J-V DSSC dalam keadaan disinari dari ZnO murni dan ZnO ditambahkan Ag pada molekul *dye*.

Sel ZnO murni sebagai elektroda kerja menghasilkan efisiensi sebesar 0,45%. Efisiensi sel meningkat pada sampel ZnO yang ditambahkan Ag 5 mM yaitu sebesar 0,462%. Jadi dapat dilihat ketika sampel ZnO

ditambahkan Ag efisiensinya meningkat dari efisiensi semula. Tabel 1 memperlihatkan data parameter fisis dari DSSC ZnO murni dan ditambahkan 5 mM Ag pada *dye*.

Tabel 1. Parameter fisis hasil pengukuran I-V DSSC berbasis ZnO murni dan ditambahkan 5 mM Ag pada *dye*.

Sampel	Jsc (mA/cm ²)	Voc (V)	FF (%)	H (%)
ZnO	3,035	0,404	0,367	0,450
ZnO + Ag 5 mM	3,290	0,378	0,372	0,462

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nanomaterial ZnO berhasil ditumbuhkan pada FTO. Spektrum absorbansi UV-Vis intensitas yang menghasilkan puncak absorbansi paling tinggi sampel ZnO ditambah Ag 5 mM pada molekul *dye* yaitu terjadi pada sinar tampak memperlihatkan terjadinya penyerapan *dye*. Foto FESEM ZnO murni memperlihatkan penampang yang berbentuk heksagonal. DSSC berhasil difabrikasi menggunakan ZnO dan ditambah Ag pada molekul *dye* sebagai fotoanoda. Penambahan Ag pada molekul *dye*

terbukti dapat meningkatkan efisiensi DSSC yaitu sebesar 0,462%.

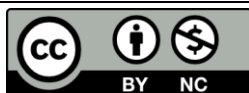
UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Asian Development Bank (ADB) melalui proyek Advanced Knowledge And Skills For Sustainable Growth In Indonesia (AKSI) Universitas Riau Tahun 2020 yang telah mendanai penelitian ini.

REFERENSI

1. Gratzel, M. (2001). Photoelectrochemical cells. *Nature*, **414**(6861), 338–345.

2. Windayani, W., Iwantono, I., Awitdrus, A., & Zulkarnain, Z. Efek penambahan atom tembaga (Cu) dan perak (Ag) pada material aktif nanomaterial zno sel surya fotoelektrokimia. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **16**(1), 20–24.
3. Iwantono, I., Natalia, S., Abdi, R., Awitdrus, A., & Zulkarnain, Z. Morfologi dan efisiensi sel surya fotoelektrokimia berbasis nanostruktur ZnO dilapisi tembaga. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **15**(2), 131–134.
4. Muttaqin, I., Irhamni, G., & Agani, W. (2016). Analisa rancangan sel surya dengan kapasitas 50 Watt untuk penerangan parkir Uniska. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, **1**(1).
5. Septina, W. (2007). *Pembuatan Prototipe Solar Cell Murah Dengan Bahan Organik-Inorganik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
6. Saputrina, T. T., Iwantono, I., Awitdrus, A., & Umar, A. A. (2020). Performances of dye-sensitized solar cell (Dssc) with working electrode of aluminum-doped ZnO nanorods. *Science, Technology & Communication Journal*, **1**(1), 1–7.
7. Nurhidayah, N., Suwarni, S., Afrianto, M. F., Farid, F., Purbakawaca, R., & Deswadarni, F. (2019, June). Pengaruh ketebalan elektroda kerja TiO_2 /grafit terhadap efisiensi dye sensitized solar cells (DSSC). *Talenta Conference Series: Science And Technology (St)*, **2**(2).
8. Caglar, Y., Aksoy, S., Ilican, S., & Caglar, M. (2009). Crystalline structure and morphological properties of undoped and Sn doped ZnO thin films. *Superlattices And Microstructures*, **46**(3), 469–475.
9. Wahyudi, B. & Widiyandari, H. (2011). Deposisi nanopartikel titanium dioksida (TiO_2) di atas gelas transparan konduktif dan aplikasinya sebagai elektroda kerja pada sel surya berbasis dye (DSSC). *Jurnal Sains Dan Matematika*, **19**(4), 122–126.
10. Hidayat, T., Dewi, R., & Hamzah, Y. (2021). Effect of holding time on optical structure properties of $\text{Ba}(\text{Zr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5})\text{O}_3$ thin film using sol-gel method. *Science, Technology & Communication Journal*, **1**(2), 59–66.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)