

## MORFOLOGI DAN EFISIENSI SEL SURYA FOTOELEKTROKIMIA BERBASIS NANOSTRUKTUR ZnO DILAPISI TEMBAGA

Iwantono, Sella Natalia\*, Rinaldo Abdi, Awitdrus, Zulkarnain

<sup>1</sup>Jurusan Fisika FMIPA UR, Kampus Bina Widya

Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

\*E-mail korespondensi: [sellanataliasimanungkalit@gmail.com](mailto:sellanataliasimanungkalit@gmail.com)

### ABSTRACT

*ZnO nanostructures coated Cu (Copper) have been successfully grown using a method of seed mediated hydrothermal. The growth of Cu coated ZnO nanostructures were used as an active material of DSSC. The Cu on ZnO nanostructures has been coated at a concentration of 10 mM at room temperature in 30 minutes. The samples were characterized using Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM), Energy Dispersive X-ray (EDX). The FESEM images showed that the geometrical shape of ZnO nanostructures was nanoflower. Spectra of EDX showed Cu was really exist in all samples of about 0.8%. A DSSC was fabricated by using the ZnO nanostructured coated Cu as an active material. The results of I-V measurements under illumination of halogen lamp its intensity of 100 mW/cm<sup>2</sup> has produced efficiency 0.35% (DSSC without copper) and increased to 0,43% when Cu was coated on ZnO.*

**Keywords:** Nanostructure ZnO, Copper, Seed Mediated Hydrothermal, DSSC.

### ABSTRAK

*Nanostruktur ZnO yang dilapisi Cu (Tembaga) telah berhasil ditumbuhkan menggunakan metode seed mediated hydrothermal. Penumbuhan nanostruktur ZnO yang dilapisi Cu digunakan sebagai material aktif pada DSSC. Pelapisan Cu pada nanostruktur ZnO dilakukan selama 30 menit pada suhu kamar dengan konsentrasi 10 mM. Sampel dikarakterisasi menggunakan Mikroskop Pindaian Emisi Medan Elektron (FESEM) dan Energi Dispersif Sinar-X (EDX). Foto FESEM menunjukkan bahwa bentuk geometris dari nanostruktur ZnO dilapisi Cu adalah nanoflower. Spektrum EDX menunjukkan atom Cu benar-benar ada pada semua sampel sebesar 0,8%. Sel DSSC difabrikasi dengan menggunakan nanostruktur ZnO yang dilapisi Cu sebagai material aktifnya. Hasil pengukuran I-V dari DSSC pada intensitas penyinaran lampu halogen 100 mW/cm<sup>2</sup> menghasilkan efisiensi sebesar 0,35 % untuk sel tanpa lapisan Cu dan naik menjadi 0,43 % ketika nanostruktur ZnO dilapisi Cu.*

**Kata kunci:** Nanostruktur ZnO, Tembaga, Seed Mediated Hydrothermal, DSSC.

### PENDAHULUAN

Kebutuhan energi semakin lama semakin meningkat, sementara itu bahan bakar fosil semakin hari semakin berkurang. Alternatif baru pengganti bahan bakar fosil guna mengatasi masalah tersebut salah satunya adalah pemanfaatan cahaya matahari. Cahaya matahari merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui dan memiliki banyak keunggulan, diantaranya ramah lingkungan, bersih, murah dan gratis. Untuk memanfaatkan cahaya matahari, diperlukan piranti yang dapat

mengkonversikannya menjadi energi listrik, yaitu sel surya.

Michael Grätzel dan Brian O'Regan pada awal tahun 1990-an memperkenalkan sel surya lain yaitu *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). DSSC merupakan sel surya generasi ketiga yang memanfaatkan teknologi foto elektrokimia dengan adanya elektrolit dan dye sensitizer serta menggunakan material aktif semikonduktor logam oksida (TiO<sub>2</sub>, ZnO).

Nanomaterial ZnO telah digunakan sebagai material aktif DSSC dengan menghasilkan nilai efisiensi sebesar 0,27% [1], nilai ini masih jauh

rendah dibandingkan sel Gratzel yang menggunakan TiO<sub>2</sub> sebagai material aktifnya. Sehingga masih perlu dikembangkan dengan berbagai perlakuan dan modifikasi. Salah satu perlakuan yang telah dilakukan adalah dengan penambahan atom logam dan non-logam. ZnO dapat dilapisi dengan berbagai jenis logam seperti Ga, In, Sn, Mg, Al dan B [2]. Beberapa tahun terakhir ini ZnO banyak dimodifikasi dengan penambahan logam transisi (Ag) [3].

Logam transisi seperti Cu yang memiliki konduktivitas tinggi harganya murah dan tersedia di kerak bumi [4]. ZnO yang diberi tambahan Cu berpotensi dapat digunakan untuk meningkatkan sifat fisik, optik dan elektriknya, sehingga berpotensi dapat meningkatkan performansi DSSC. Untuk itu perlu dilakukan penelitian yang mengkaji penggunaan Cu pada ZnO dan efeknya pada efisiensi DSSC. Pada penelitian ini, dikaji pengaruh penambahan Cu pada nanomaterial ZnO dengan menggunakan metode *seed mediated hydrothermal* dan metode *treatment*.

## METODE PENELITIAN

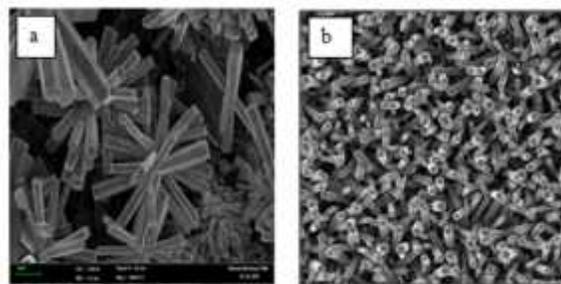
Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kimia basah, yaitu metode *seed mediated hydrothermal* untuk penumbuhan nanostruktur ZnO. Pelapisan tembaga pada nanostruktur ZnO dengan konsentrasi 10 mM menggunakan metode *treatment* (perendaman). Sintesis nanostruktur ZnO dilakukan melalui dua proses, yaitu proses pembenihan dan penumbuhan. Sedangkan karakterisasi sampel dilakukan dengan menggunakan metode FESEM dan EDX.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Hexamethylene Tetramine (HMT), Zinc Acetate Dihidrat (ZAD), Zinc Nitrat Hexahydrate (ZNH) dan Copper (II) Nitrat Hydrate. Larutan pembenih dibuat dengan melarutkan ZAD 0,01 M ke dalam 10 mL ethanol. Proses pembenihan selanjutnya

dilakukan dengan menggunakan spin coater selama 30 detik dengan kecepatan 3.000 rpm. Setelah itu, sampel dianneling pada suhu 350 C selama 1 jam [5]. Proses penumbuhan diawali dengan membuat larutan penumbuh dengan mencampurkan ZNH 0,1 M dan HMT 0,1 M dalam 20 mL DI Water. Selanjutnya sampel yang telah dibenihkan kemudian dimasukkan ke dalam campuran larutan penumbuh. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam oven selama 8 jam pada suhu 90 C [5]. Selanjutnya proses pelapisan Cu dimulai dengan menyiapkan botol berisi 10 ml DI water. Setelah itu sampel diletakkan dalam botol yang berisi larutan dengan posisi digantung selama 30 menit pada suhu kamar. Kemudian sampel dikeringkan dengan menggunakan oven selama 10 menit pada suhu 100°C. Terakhir sampel dikarakterisasi dengan menggunakan FESEM dan EDX.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

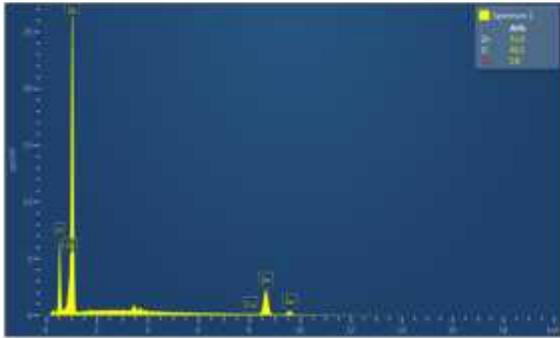
Hasil pemindaian FESEM dari sampel yang dilapisi tembaga (Cu) dan sampel murni dengan perbesaran 10.000X ditunjuk pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Foto hasil pindaian FESEM nanostruktur ZnO yang dilapisi (a) Cu 10 mM dan (b) ZnO murni dengan perbesaran 10.000X.

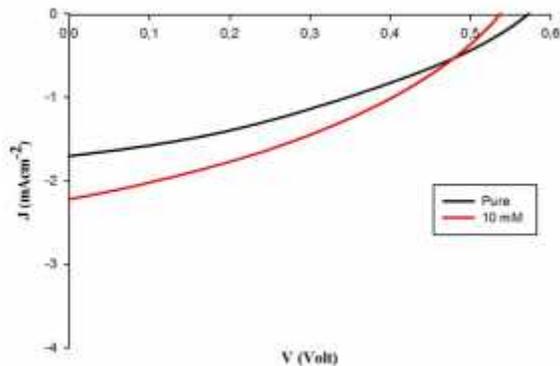
Gambar 1 menunjukkan bahwa nanostruktur ZnO yang tumbuh adalah nanostruktur ZnO berbentuk *nanoflower*, kontras dengan nanostruktur ZnO murni. Material Cu yang melapisi nanostruktur ZnO terlihat mempengaruhi struktur dari nanostruktur ZnO. Nanostruktur ZnO yang dihasilkan pada sampel

saling tumpang tidih yang artinya orientasinya tidak berdiri tegak atau vertikal terhadap FTO.



**Gambar 2.** Spektrum EDX dari nanostruktur ZnO yang dilapisi Cu 10 mM.

Gambar 2 memperlihatkan spektrum EDX dari nanostruktur ZnO yang dilapisi Cu 10 mM yang terdiri dari Zn (Seng Oksida), O (Oksigen) dan Cu (Tembaga). Hal ini membuktikan bahwa unsur Cu terdapat dalam sampel.



**Gambar 3.** Kurva J-V dalam keadaan terang (disinari) dari DSSC dengan material aktif nanostruktur ZnO murni dan nanostruktur ZnO yang dilapisi Cu.

Karakteristik I-V dari Sel DSSC berbasis nanostruktur ZnO yang dilapisi Cu diperlihatkan pada Gambar 3. Gambar3 tersebut menunjukkan luasan daerah (daya maksimum) yang dihasilkan pada pengukuran I-V pada sel DSSC berbasis nanostruktur ZnO murni dan yang dilapisiCu. Tabel 1. menunjukkan parameter fisis sel hasil pengukuran dan perhitungannya pada kurva karakteristik I-V yang dihasilkan.

**Tabel 1.** Hasil data pengukuran dan perhitungan DSSC pada nanostruktur ZnO murni dan nanostruktur ZnO yang dilapisi Cu.

No	Sampel	$V_{oc}$ (V)	$J_{sc}$ ( $\text{mAcm}^{-2}$ )	FF	%
1	ZnO pure	0,57	1,69	0,36	0,35
2	10 mM	0,54	2,23	0,36	0,43

Pada Tabel 1 tersebut dapat dilihat bahwa nilai efisiensi sel DSSC berbasis nanostruktur ZnO yang dilapisi Cu adalah 0,43% lebih besar dari efisiensi sel DSSC berbasis nanostruktur ZnO tanpa Cu sebesar 0,35%.

Logam Cu memiliki konduktivitas tinggi yang dapat meningkatkan sifat fisis, optik dan elektriknya sehingga ketika ZnO dilapisi Cu dan kemudian diaplikan sebagai material aktif DSSC, maka dapat meningkatkan efisiensi DSSC.

## KESIMPULAN

Nanostruktur ZnO dilapisi Cu telah berhasil ditumbuhkan di atas FTO sebagai material aktif DSSC menggunakan metode *seed mediated hidrotermal* engan konsentrasi larutan Cu 10 mM selama 30 menit pada suhu kamar. Nanostruktur ZnO yang tumbuh adalah nanostruktur ZnO berbentuk *nanoflower*. Analisa kurva I-V dari DSSC menghasilkan nilai efisiensi sel setelah di lapisi Cu meningkat dari 0,35% (sel berbasis snano struktur ZnO murni) menjadi 0,43%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kemenristekdikti melalui DRPM yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Kompetensi Tahun 2018 atas nama Dr. Iwantono, M.Phil dengan kontrak nomor: 362/UN.19.5.1.3/PP/2018

## DAFTAR PUSTAKA

1. Iwantono, Nurwidya, W., Lestari, L. R., Naumar, F. Y., Nafishah, Umar, A. A., Rahman, M. Y. A., & Salleh, M. M. (2015). Effect of growth temperature and time on the ZnO film properties and the performance of dye sensitized solar cell (DSSC). *Journal Solid State Electrochem.*
2. Yun, S., Lee, J., Yang, J. & Lim, S. (2010). Hydrothermal synthesis of Al-doped ZnO nanorod arrays on Si substrate. *Physica B, Condensed matter*, **405**(1), 413-419.
3. Tan, T., Alzayed, N. S., Lakshminarayana, G., Naumar, F., Umar, A. A., Oyama, M., Myronchuk, G., & Kityk, I. V. (2014). Laser stimulated electrooptics in the Ag-ZnO nanorods. *Physica E*, **61**, 23.
4. Labhane, K. P., Huse, R. V., Patle, B. L., Chaudhari, L. A., & Sonawane, H. G. (2015). Synthesis of Cu Doped ZnO Nanoparticles: Crystallographic, Optical, FTIR, Morphological and Photocatalytic Study. *Journal of Material Science and Chemical Engineering*, **3**, 39-51.
5. Anggelina, F. (2014). *Efek Suhu dan Waktu Penumbuhan Nanorod ZnO dengan Metode Hidrotermal Untuk Aplikasi DSSC (Dye Sensitized Solar Cells)*, Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru.