

KARAKTERISASI SIFAT OPTIK DAN MORFOLOGI NANOROD ZnO YANG DIDOPING GALIUM (ZnO;Ga)

Sri Novita¹, Iwantono², Awidrus²

¹*Diknas Kab Kuansing*

²*Prodi Fisika*

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Riau Kampus Bina Widya

Jl. Prof. Mughtar Luthfi Pekanbaru, 28293, Indonesia

*) srinovitamawar@yahoo.com

ABSTRACT

ZnO nanorods have been successfully grown on the surface of FTO (Fluorine Tin Oxide) by hydrothermal method at a temperature of 90 ° C for 8 hours. In this study, It will be analyzed the effect of percentage variation of gallium at 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% and 3% to the optical and morphological properties of the grown ZnO nanorods. The samples were analyzed using UV-Vis spectroscopy and Field Emission Scanning Microscope (FESEM). The UV- Vis spectra showed that the strong reflectance observed at the wavelength of 400-800 nm. The 2.5% Ga doped ZnO was the lowest reflectance compared to other samples. The FESEM images showed that gallium doped ZnO nanorods grew onto the surface FTO with hexagonal face shape. It was also observed that the 2.5% doped Ga sample was the most uniform and formed vertical orientation array.

Keywords: *Gallium doped ZnO nanorods, hydrothermal method, UV-Vis and FESEM*

ABSTRAK

Telah dilakukan penumbuhan nanorod ZnO menggunakan metode hidrotermal pada suhu 90°C selama 8 jam di atas permukaan *Flourine Tin Oxide*(FTO). Pada penelitian ini akan dianalisa bagaimana efek dari variasi persentase doping galium 0,5%, 1%; 1,5%; 2%; 2,5%, 3% dan 3,5% terhadap sifat optik dan morfologi nanorod ZnO yang tumbuh. Sampel ZnO didoping galium dikarakterisasi dengan spektroskopi UV-Vis dan Mikroskop Pindaian Emisi Medan Elektron (FESEM). Spektrum UV-Vis menunjukkan bahwa nilai reflektansi yang kuat terjadi pada panjang gelombang 400-800 nm. Sampel doping Ga 2,5% menghasilkan reflektansi terendah dibanding sampel lain. Foto FESEM menunjukkan bahwa nanorod ZnO yang didoping galium tumbuh di atas permukaan FTO dengan penampang berbentuk heksagonal. Sampel 2,5% galium lebih seragam dan lebih tegak dibandingkan dengan sampel yang lain.

Kata kunci: *Nanorod ZnO didoping gallium, metode hidrotermal, UV-Vis dan FESEM*

1. PENDAHULUAN

Material nanostruktur semikonduktor saat ini banyak diteliti karena memiliki potensi aplikasi yang luas. Nanostruktur seng oksida (ZnO) adalah salah satu pilihan selain TiO₂ sebagai elektroda sel surya fotoelektrokimia, karena ZnO memiliki kelincahan elektron lebih tinggi dibandingkan TiO₂ (Gonzales-Valls & Lira-Cantu, 2009). Nanostruktur ZnO juga memiliki potensi aplikasi dalam fabrikasi fungsional perangkat canggih elektronik. Celah pita energi ZnO yang menggambarkan konduktivitas elektronik suatu material berada pada rentang 3,1 - 3,7 eV (Gao et al, 2004). Rentang nilai tersebut menjadikan ZnO dapat digolongkan kepada material semikonduktor dengan celah energi yang besar. Sifat fisis nanorod ZnO dapat ditingkatkan dengan melakukan penambahan atom lain (logam atau non-logam) melalui proses pendopingan. Pendopingan bertujuan untuk meningkatkan konduktivitas dan kelincahan elektron nanostruktur ZnO (Caglar et al, 2007) serta untuk mendapatkan transparansi, stabilitas, dan konduktivitas yang tinggi (Lin et al, 2004). Pendopingan juga dapat menghasilkan nanostruktur ZnO dengan ukuran yang seragam (Soaram, 2014),

sehingga meningkatkan sifat optik dan listrik nanostruktur ZnO. Pendopingan atom logam pada ZnO masih sedikit dilakukan, sehingga harus terus dikembangkan. Peneliti yang sudah melakukan pendopingan dengan atom logam seperti indium (Park et al, 2007), boron (Iwantono dkk, 2016), galium (Iwantono dkk, 2015) dan aluminium (Iwantono dkk, 2015) dapat meningkatkan konduktivitas dan kelincahan elektron nanorod ZnO (Caglar et al, 2007).

2. LANDASAN TEORI

a. Nanostruktur ZnO

Material nanopartikel adalah material-material yang berskala nano yaitu lebih kecil dari 100 nm, yang termasuk di dalamnya adalah *nanodot* atau *quantum dot*, *nanowire* dan *carbon nanotube*. Material nanopartikel lain yang juga dikembangkan adalah material nanostruktur, yaitu material yang tersusun oleh beberapa material nanopartikel. Untuk menghasilkan material nanostruktur maka partikel-partikel penyusunnya harus diproteksi sehingga apabila partikel-partikel tersebut digabung menjadi material yang berukuran besar maka sifat individualnya dipertahankan. Sifat material nanostruktur sangat bergantung pada ukuran maupun distribusi ukuran, komponen kimia unsur-unsur

penyusun material, keberadaan antarmuka (*grain boundary*) dan interaksi antar partikel penyusun material nanostruktur. Salah satu struktur nano yang menjadi perhatian para peneliti saat ini adalah nanorod ZnO, karena nanorod ZnO memiliki struktur morfologi dan sifat fisis yang baik. Nanorod adalah struktur nano yang padat dan memiliki struktur morfologi mirip dengan nanowire dengan aspek rasio sekitar 3 sampai 5 (Abdullah et al, 2012)

b. Pendopongan Dengan Logam Galium

Pendopongan adalah penambahan atom lain ke dalam suatu material, misalnya semikonduktor. Tujuan pendopongan adalah untuk mengoptimalkan sifat dari suatu material. Konduktivitas ZnO dapat ditingkatkan dengan penambahan doping berupa logam seperti galium, indium, stronsium, magnesium, aluminium dan boron sebagai benda asing yang dimasukkan ke dalam struktur ZnO (Yun et al, 2010; Yamamoto et al, 2001). Pendopongan ke dalam kisi semikonduktor adalah sarana utama untuk mengendalikan konduktivitas listrik, optik, luminisensi, magnet, dan sifat fisik lainnya (Bryan & Gamelin, 2005). Joo et al (2011) melaporkan bahwa dengan melakukan penambahan bahan doping logam ke dalam larutan pertumbuhan ZnO

maka proses penumbuhan secara sistematis dapat dikontrol.

c. Karakterisasi Nanostruktur ZnO

Karakterisasi nanostruktur dilakukan bertujuan untuk mengetahui kualitas dari nanostruktur yang telah berhasil ditumbuhkan. Pengkarakterisasian ini dapat menentukan intensitas serapan (absorpsi) dari sampel dan menganalisa bentuk morfologi dari nanorod ZnO yang telah ditumbuhkan. Karakterisasi yang dilakukan pada sampel adalah spektroskopi UV-Vis, dan FESEM. Spektroskopi UV-Vis sangat cocok untuk tujuan analisis karena spektroskopi UV-Vis sangat kuantitatif dan jumlah sinar yang diserap oleh sampel diberikan oleh ungkapan hukum Lambert-Beer. FESEM adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengkaji morfologi permukaan sampel

3. METODE PENELITIAN

a. Proses Pembentukan Nanorod ZnO

Proses pembentukan nanostruktur ZnO dimulai dengan membuat larutan pembentuk yang terdiri dari *Zinc Acetat Dihydrate* (ZAD) 10 mM dilarutkan dengan *ethanol* 10 mL. Proses pembentukan pada permukaan substrat dilakukan menggunakan *spin coater* dengan kecepatan putar 3000 rpm selama 30 detik. Setelah itu, sampel dipanaskan di atas

hotplate dengan suhu 100°C selama 15 menit. Suhu sampel dibiarkan turun menjadi 60 °C, kemudian dilakukan proses pembersihan sebanyak 3x dan selanjutnya sampel di-*annealing* dalam *furnace* pada suhu 350°C selama 1 jam.

b. Proses Penumbuhan Nanorod ZnO dengan Variasi Persentase Galium

Larutan penumbuh dibuat dengan mencampurkan *Zinc Nitrate Hexahydrate* (ZNH) 0,1 M dengan *DI Water* 10 mL dan mencampurkan *Hexamethylenetetramine* (HMT) 0,1 M (Iwantono et al, 2014 ; Soaram et al, 2014) dengan *DI Water* 10 mL. Proses pendopingan dilakukan dengan menyiapkan larutan galium yang dibuat dengan mencampurkan 0,256 gram galium dengan 10 mL *DI Water*. Kemudian larutan galium dimasukkan 0,5% (0,1 mL) dari larutan penumbuh. Larutan penumbuh tersebut dimasukan kedalam botol sintesis yang sudah diletakkan substrat dengan posisi FTO membentuk sudut <90 terhadap dinding botol sintesis. Sampel dimasukan ke dalam oven selama 8 jam pada suhu 90 °C. Sampel dibilas menggunakan *DI Water* dan dikeringkan (Iwantono dkk, 2014).

c. Karakterisasi Sampel

Sampel diletakkan pada tempat pemindaian yang terdapat pada alat ukur

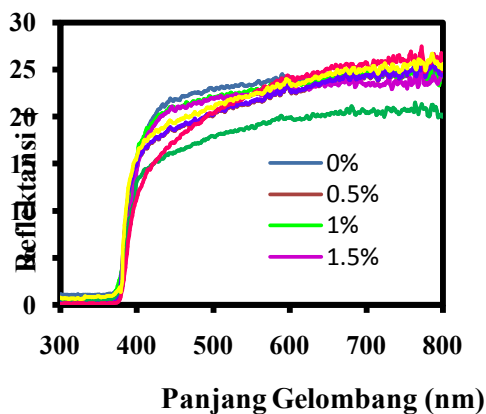
untuk mengetahui struktur morfologi dan ukuran dari nanorod yang ditumbuhkan. Informasi yang didapat akan muncul pada layar monitor komputer berupa gambar dan ukuran nanorod yang dianalisa. Selanjutnya, gambar nanorod ZnO tersebut diproses dengan melakukan beberapa kali pembesaran yaitu 10.000X. Karakterisasi menggunakan Spektroskopi UV-Vis dilakukan untuk setiap variasi sampel agar dapat melihat tingkat perbedaan reflektansi dari masing-masing sampel. Spektroskopi UV-Vis diukur dengan menggunakan alat spektrofotometer tipe U-3900H dengan panjang gelombang 300 sampai dengan 800nm

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum reflektansi optik dari sampel nanorod ZnO yang didoping galium (Ga) sebagai fungsi panjang gelombang pada rentang panjang gelombang 300 nm sampai dengan 800 nm ditampilkan pada Gambar 1. Intensitas reflektansi relatif kecil pada rentang panjang gelombang 300 nm sampai dengan 400 nm dan relatif besar pada panjang gelombang 400 nm sampai dengan 800 nm untuk semua sampel nanorod ZnO yang didoping galium.

Intensitas reflektansi paling rendah pada rentang panjang gelombang 300-400 nm

dihasilkan oleh sampel nanorod ZnO dengan doping Ga 3%. Tingkat terendah berikutnya dihasilkan oleh sampel nanorod ZnO yang didoping galium 2% dan 2,5%. Sampel dengan persentase galium yang kecil seperti sampel dengan doping galium 1% dan 0,5% menghasilkan reflektansi yang lebih tinggi begitu juga sampel tanpa doping galium. Pada rentang panjang gelombang 400-800 nm tingkat reflektansi terendah terdapat pada sampel dengan nanorod ZnO dengan doping 2,5%.



Gambar 1. Grafik reflektansi dari sampel yang mengandung nanorod ZnO didoping galium dengan variasi persentase pendopingan

Sampel dengan persentase Ga tanpa doping masih menunjukkan intensitas reflektansi paling tinggi dibanding dengan sampel nanorod ZnO dengan doping galium.

Foto FESEM menunjukkan *nanorod* ZnO telah tumbuh di atas FTO dengan penampang yang berbentuk heksagonal dan

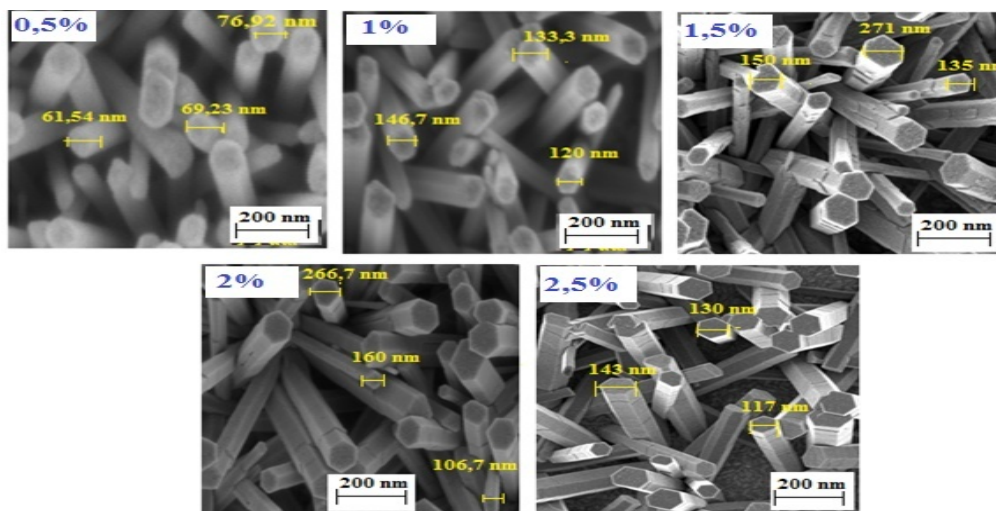
ukuran diameter yang bervariasi seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.4 dengan perbesaran 10.000 kali. Foto FESEM juga memperlihatkan nanorod ZnO dengan bentuk heksagonal sangat jelas terlihat dan berorientasi cukup tegak. Doping galium berpengaruh terhadap diameter nanorod ZnO yang ditumbuhkan, semakin besar persentase Ga maka semakin besar diameter nanorod ZnO yang ditumbuhkan. Ukuran nanorod ZnO pada sampel Ga 2% dan 2,5% lebih seragam dibandingkan dengan sampel nanorod ZnO yang lain. Hasil ini bersesuaian dengan yang dihasilkan oleh Soaram (2014). Pendopingan Ga dapat menghasilkan nanostruktur ZnO dengan ukuran yang seragam sehingga meningkatkan sifat optik dan listrik dari nanostruktur ZnO. Sampel Ga 2,5% memiliki cukup banyak rongga di antara partikel-partikel sehingga memberikan ruang yang lebih bagi molekul antosianin untuk terserap lebih pada ZnO. Cahayapun dapat masuk dengan mudah hingga menembus lapisan deflesi dari sampel.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan terhadap penelitian nanorod ZnO didoping galium dapat disimpulkan bahwa nanorod ZnO yang

didoping galium telah berhasil ditumbuhkan di atas FTO dengan variasi galium sebesar 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, dan 3,5%. Pendopingan galium memberikan efek positif kepada penumbuhan nanorod ZnO berupa sifat optik dan morfologi sampel.

Berdasarkan spectrum reflektansi dan studi morfologi maka dapat disimpulkan bahwa nanorod ZnO yang didoping 2,5% gallium adalah sampel terbaik disbanding sampel dengan nilai persentase yang lain.



Gambar 2. Hasil pemindaian FESEM nanorod ZnO didoping galium variasi persentase pendopingan dengan perbesaran 10000x.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Kerjasama Luar negeri atas nama Dr. Iwantono, M.Phil Tahun 2016 dengan nomor kontrak: 550/UN.19.5.1.3/LT/2016

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abdullah, M. 2012. Pengantar Nanoteknologi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [2]. Gonzalez-Valls, I., Lira-Cantu, M. 2009. Vertically-aligned nano structures of ZnO for excitonic solar cells:A review. *Energy & Environmental Science* 2(1):19-34.
- [3]. Iwantono, Angelina, F., Taer, E., Taslim, R. 2015a. Sel surya fotoelektrokimia berbasis nanorod Zink Oxide (ZnO) sebagai material aktif dan nanopartikel platinum (Pt) sebagai katalis elektroda lawan. Prosiding semirata 2015.
- [4]. Iwantono, Nurwidya, W, Lestari, L. R., Naumar, F. Y., Nafishah, Umar, A. A., Rahman, M. Y. A., Salleh, M. M. 2015b. Effect of growth temperature and time on the ZnO film properties

and the performance of dye sensitized solar cell (DSSC). *J. Solid State Electrochem.*19(4): 1217-1221.

- [5]. Iwantono, Widia, E. P., Naumar, Y. F., Anggelina, F., Saad, Md., Umar, A. A. Performance of Dye Sensitized Solar Cell Utilizing Ga-ZnO Nanorods : Effect of Ga Concentration. *International Journal of Electrochemical Science.* 2016c.
- [6]. Lin, S. S., Huang, J. L., Saigalik, P. 2004. The properties of heavily Al-doped ZnO films before and after annealing in the different atmosphere. *J. Surface and Coatings Technology.* 185(2–3): 254–263.
- [7]. Park, G. C., Hwang, S. M., Lim, J. H., Joo, J. 2014. Growth Behavior and electrical performance of Ga-Doped ZnO nanorod/p-si heterojunction diodes prepared using a hydrothermal method. *Nanoscale* 6(3):1840-1847.
- [8]. Soaram, K., Hyunggil, P., Giwoong, N., Hyunsik, Y., Byunggu, K., Iksoo, J., Younggyu, K., Ikhyun, K., Youngbin, P., Daeho, K., and Jae-Young, L. 2014. Hydrothermally Grown Boron-Doped ZnO Nanorods for Various Applications: Structural, Optical, and Electrical Properties. *Electronic Materials Letters.*10 (1) :81-87.
- [9]. Yamamoto, Y.,Saito, K.,Takashi, K.,Konagai, M. 2001. Preparation of Boron-doped ZnO Thin Film By Photo-atomic Layer Deposition. DOI: 10.1016/S0927.Vol.65(1): 125-132.
- [10]. Yun, S., Lee, J.,Yang, J. & Lim, S. 2010.Hydrothermal synthesis of Al-doped ZnO nanorod arrays on si substrate. *Physic B:Condensed Matter* 405(1):413-419