

## PENGARUH PENAMBAHAN LOGAM TRANSISI NIKEL TERHADAP SIFAT FISIS NANOROD ZnO

Sumarti, Iwantono\*, Awitdrus

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

\*E-mail korespondensi: [iwantono@lecturer.unri.ac.id](mailto:iwantono@lecturer.unri.ac.id)

### ABSTRACT

*Nickel-doped ZnO nanostructures have been successfully grown using seed mediated hydrothermal method. The growth of ZnO nanostructures has been done by concentration of the Ni-doped solution, is 8 mM with the growth temperature of 90°C in 7 hours. The grown ZnO nanostructures were characterized by using UV-Vis Spectroscopy, FESEM, and XRD. The UV-Vis spectra of the samples showed that the ZnO nanorod is hexagonal in shape with a strong absorption occurred in the wavelength range of 300-380 nm. The FESEM images showed that geometrical shape of Ni-doped ZnO nanostructures are nanorod with a hexagonal and nanoflower faced shapes. XRD patterns observed show five diffraction peaks at  $2\theta$ : 32,09°; 34,76°; 36,65°; 47,95° and 56,97° for Ni doped ZnO nanostructures with crystal orientation of (100), (002), (101), (102) and (110) respectively. The strongest line was found in the crystal plane of (101).*

**Keywords:** Nanostruktur ZnO, Nickel doped, Seed mediated hydrothermal

### ABSTRAK

*Nanostruktur ZnO yang di-doping nikel telah berhasil ditumbuhkan menggunakan metode seed mediated hydrothermal. Penumbuhan nanostruktur ZnO di atas FTO dilakukan dengan konsentrasi larutan pen-doping Ni, yaitu 8 mM dengan suhu penumbuhan 90°C dalam waktu 7 jam. Sampel hasil sintesis, selanjutnya dikarakterisasi menggunakan Spektroskopi UV-Vis, FESEM dan XRD. Spektrum UV-Vis sampel menunjukkan bahwa nanorod ZnO berbentuk heksagonal dengan puncak absorpsi kuat terjadi pada rentang panjang gelombang 300-380 nm. Foto FESEM memperlihatkan bentuk geometris dari nanomaterial ZnO yang di-doping Ni adalah nanorod dengan penampang heksagonal dan berbentuk nanoflower. Pola difraksi dari hasil karakterisasi XRD memperlihatkan lima puncak difraksi pada sudut  $2\theta$ : 32,09°; 34,76°; 36,65°; 47,95° dan 56,97° dengan orientasi bidang kristal (100), (002), (101), (102) dan (110). Intensitas puncak tertinggi (the strongest line) terdapat pada bidang kristal (101).*

**Kata kunci:** Nanostruktur ZnO, Doping nikel, Seed mediated hydrothermal

Diterima 04-07-2020 | Disetujui 15-11-2020 | Dipublikasi 30-11-2020

### PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber energi terbesar yang memiliki banyak manfaat. Cahaya matahari dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif bahan bakar fosil, sehingga penggunaan bahan bakar fosil di bumi semakin berkurang. Sel surya memiliki prinsip kerja seperti fotovoltaiik yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik [1]. DSSC adalah perkembangan sel surya generasi ketiga, yang merupakan

pengembangan dari sel surya elektrokimia yang memiliki susunan seperti *sandwich* yang terdiri dari substrat, fotoanoda, *dye* sensitisasi, elektrolit dan elektroda lawan, dengan nilai efisiensi terungginya saat ini 13% dengan material aktif TiO<sub>2</sub> [2].

ZnO dapat disintesis dengan metode sederhana seperti metode *seed mediated hydrothermal* [3]. Nanostruktur ZnO pada DSSC berperan sebagai elektroda kerja yang merupakan semikonduktor tipe-n baik dalam keadaan murni maupun setelah diberikan pen-

*doping*. ZnO termasuk semikonduktor golongan II-VI yang memiliki sifat transparansi yang baik, mobilitas elektron tinggi, dan merupakan konduktivitas elektronik suatu material yang menggambarkan celah pita energi gap 3,37 eV [4].

Pengembangan teknik penyisipan atom asing (*doping*) ke dalam nanostruktur ZnO pada proses penumbuhan bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik, optik dan elektron dari nanostruktur ZnO. Nikel (Ni) digunakan sebagai *doping* yang bertujuan mampu meningkatkan konduktivitas elektrik dari ZnO. Ni memiliki sifat optik dan listik yang cukup baik dikarenakan reaktivitas oksigen yang rendah. Emas (Au) juga menarik untuk ditambahkan dalam pelapisan katalis platinum, karena memiliki sifat magnetik, elektronik serta optik yang baik. Piranti DSSC dengan lapisan katalisnya diberi nanopartikel Au mampu meningkatkan absorpsi foton. Adanya peningkatan absorpsi dikarenakan adanya osilasi kolektif elektron yang disebabkan oleh medan elektromagnetik cahaya yang beresilasi [5].

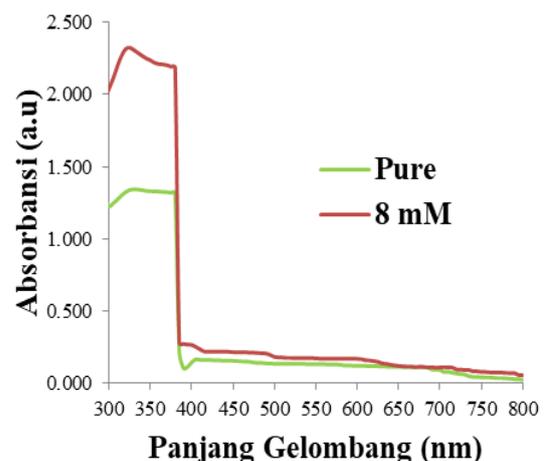
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahapan yaitu sintesis *nanorod* ZnO yang di-*doping* Ni dan karakterisasi sampel. Sintesis *nanorod* ZnO dilakukan melalui dua langkah, yaitu proses pembenihan dan proses penumbuhan *nanorod* ZnO. Sedangkan karakterisasi sampel dilakukan dengan menggunakan metode spektroskopi UV-Vis, FESEM dan XRD. Larutan pembenih 0,01 M *Zinc Acetate Dehydrate* (ZAD), dengan mencampurkan 0,0329 gram ZAD ke dalam 15 mL *absolute ethanol*. Selanjutnya pembenihan pada permukaan substrat dilakukan menggunakan spin coater dengan meneteskan larutan pembenih sebanyak 50  $\mu$ L diatas *spin coater* dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 detik dan 3000 rpm selama 50 detik. Selanjutnya sampel dipanaskan di atas *hot plate* dengan suhu 100 °C selama 15 menit, kemudian sampel diangkat setelah suhu turun menjadi 60

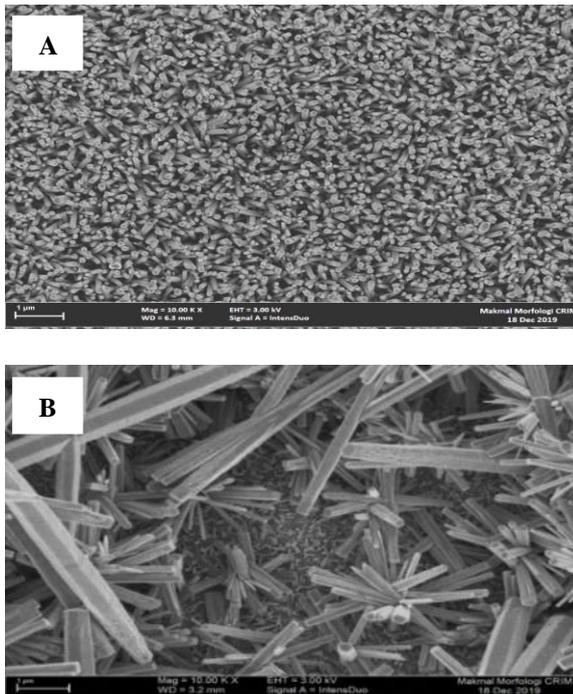
°C. Proses diulang sebanyak tiga kali. Sampel di-*annealing* dengan suhu 275°C selama 1 jam [6]. Proses penumbuhan nanomaterial ZnO diawali dengan membuat larutan penumbuh dengan mencampurkan 0,02 M *Zinc Nitrate Hexahydrate* (ZNH) dan 0,02 M *Hexamethylene Tetramine* (HMT) dalam 20 mL *DI water*. Proses pen-*doping*-an dilakukan bersamaan dengan penumbuhan nanomaterial ZnO, larutan pen-*doping* adalah *Nickel (II) Nitrate* (Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) dengan konsentrasi nikel 8 mM. Substrat yang telah dibenihkan kemudian dimasukkan ke dalam campuran larutan penumbuh dan larutan pen-*doping*, kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 7 jam pada suhu 90°C. Sampel dibilas menggunakan *DI Water* dan dikeringkan. Langkah terakhir, sampel di-*annealing* dengan suhu 250°C selama 30 menit [7].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum absorpsi UV-Vis dari sampel nanomaterial ZnO dan Ni:ZnO terlihat pada Gambar 1. Terlihat bahwa absorpsi kuat terjadi pada rentang panjang gelombang 300-380 nm dan absorpsi lemah terjadi pada rentang panjang gelombang 380-800 nm untuk semua sampel. Hasil ini sesuai dengan karakteristik spektrum absorpsi UV-Vis untuk *nanorod* ZnO dengan struktur heksagonal yang menunjukkan absorpsi berada pada rentang panjang gelombang 200-400 nm [8].



**Gambar 1.** Kurva spektrum absorpsi UV-Vis *nanorod* ZnO di-*doping* nikel.

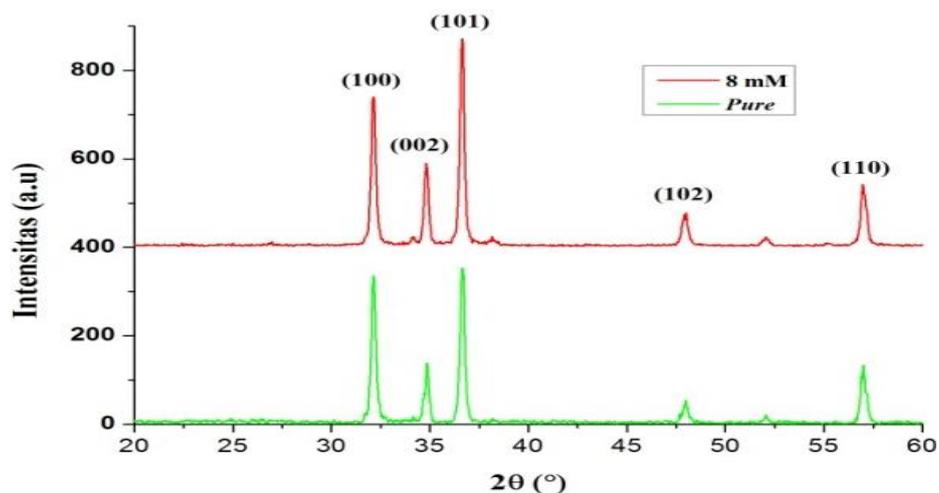


**Gambar 2.** Foto FESEM *nanorod* ZnO yang di-*doping* Ni dengan perbesaran 10000x (a) *pure* dan (b) 8 mM.

Hasil pemindaian FESEM dari penumbuhan sampel ditampilkan pada Gambar 2. Foto FESEM tersebut memperlihatkan bentuk geometri nanostruktur ZnO berupa *nanorod*. *Nanorod* ZnO memiliki bentuk

penampang segienam (heksagonal). Pemberian *doping* nikel membentuk gabungan *nanorod* sehingga menyerupai *nanoflower*. Semakin besar konsentrasi Ni, penampang nanostruktur ZnO yang tumbuh tidak sempurna dan tidak merata di atas FTO, dikarenakan tingginya konsentrasi larutan penumbuh membuat *nanorod* ZnO yang terbentuk lebih tebal, ion  $Zn^{2+}$  lebih cepat berdifusi ketika konsentrasi larutan penumbuh meningkat [9].

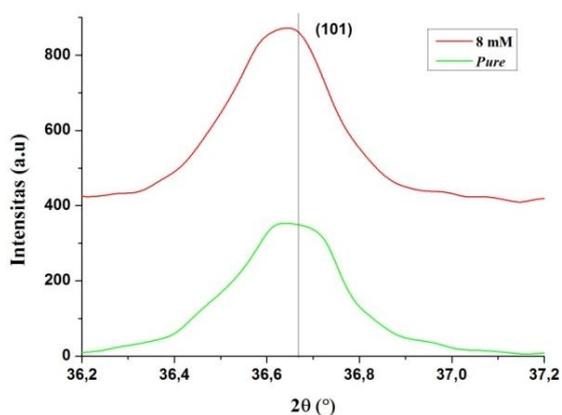
Pola XRD dari sampel yang telah ditumbuhi oleh *nanorod* ZnO *doping* nikel diperlihatkan pada Gambar 3, yang menghasilkan lima puncak difraksi terjadi pada sudut  $2\theta = 32,09^\circ; 34,76^\circ; 36,65^\circ; 47,95^\circ$  dan  $56,97^\circ$  dengan orientasi bidang kristal yaitu (100), (002), (101), (102), dan (110). Puncak difraksi dan kisi yang dihasilkan menunjukkan bahwa material ZnO di-*doping* Ni merupakan jenis wurtzite heksagonal. Berdasarkan pola-pola difraksi tersebut, tampak bahwa hampir semua puncak difraksi sebagai karakteristik ZnO muncul, sehingga sampel ZnO merupakan polikristalin [10] Pola yang dihasilkan menunjukkan bahwa posisi puncak tertinggi (*strongest line*) yaitu (101).



**Gambar 3.** Pola XRD *nanorod* ZnO di-*doping* nikel.

Gambar 4 membandingkan puncak intensitas tertinggi (*strongest line*) dari setiap sampel yang merupakan representasi bidang orientasi (101) pada sudut  $2\theta = 36,65^\circ$ , dengan bertambahnya konsentrasi pen-*doping* Ni puncak difraksi maksimum (*strongest line*)

mengalami sedikit pergeseran ke kiri ke arah sudut yang lebih kecil. Pergeseran puncak ini terjadi akibat arah orientasi difraksi yang bergeser karena susunan atom pada sampel yang berubah dikarenakan pen-*doping*-an unsur nikel.



**Gambar 4.** Pola XRD *nanorod* ZnO pada bidang orientasi (101).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dianalisa, dapat disimpulkan bahwa nanomaterial Ni:ZnO telah berhasil ditumbuhkan diatas FTO dengan konsentrasi Ni 8 mM menggunakan metode *seed mediated hydrothermal* pada suhu 90 °C selama 7 jam. Pen-*doping*-an ini memberikan efek positif pada penumbuhan nanomaterial ZnO yang terlihat dari sifat optik dan morfologi sampelnya. Hasil spektrum absorpsi UV-Vis menunjukkan sampel Ni:ZnO 8 mM merupakan sampel dengan hasil yang baik, sedangkan hasil morfologinya juga menunjukkan bahwa Ni:ZnO 8 mM adalah sampel baik juga.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kemenristekdikti melalui DPRM yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Kompetensi Tahun 2019 dengan kontrak nomor: 734/UN.19.5.1.3/PT.01.03/2019.

## REFERENSI

1. Kumara, W. S. M. & Prajitno, G. (2012). *Studi Awal Fabrikasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dengan Menggunakan Ekstraksi Daun Bayam (Amaranthus Hybridus L.) sebagai Dye Sensitizer dengan Variasi Jarak Sumber Cahaya*

*pada DSSC*. Skripsi Jurusan Fisika FMIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

2. Yella, A. H. –W., Lee, H. N., Tsao, C., Yi, A. K., Chandiran, Md. K., Nazeeruddin, E. W. –G., Diau, C. –Y., Yeh, S. M., & Zakeerudin, M. (2011). Porphyrin-Sensitized Solar Cells with Cobalt (II/III)-Based Redox Electrolyte Exceed 12 Percent Efficiency. *Science*, **334**, 629–634.
3. Windayani, Iwantono, Awitdrus & Zulkarnain. (2019). Efek Penambahan Atom Tembaga (Cu) dan Perak (Ag) pada Material Aktif Nanomaterial ZnO Sel Surya Fotoelektrokimia. *Komunikasi Fisika Indonesia*, **16**(1), 20–24.
4. Iwantono, Damayanti, N., Anggelina, F., Naumar, F. Y., & Umar, A. A. (2015). Efek Co-Doping Al-Ga pada Nanorod ZnO Terhadap Efisiensi Dye Sensitized Solar Cells (DSSC). *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, **02**, 8–16.
5. Guo, K. M., Li, X., Fang, X., Liu, B., Sebo, Y., Zhu, Z., & Hu, X. (2013). Preparation and Enhanced Properties of Dye Sensitized Solar Cells by Surface Plasmon Resonance of Ag Nanoparticles in Nanocomposite Photoanode. *Journal of Power Sources*, **230**, 155–160.
6. Ridha, N. J., Jumali, M. H. H., Umar, A. A., & Alosfur, F. (2013). Defects-Controlled ZnO Nanorod With High Aspect Ratio for Ethanol Detection. *Int. J. Electrochem. Sci.*, **8**, 4583–4593.
7. Iwantono, Oktorina, E., Taer, E., & Taslim, R. 2014. Karakterisasi Penumbuhan Nanopartikel Zinc Oxide di Atas Substrat Padat dengan Metode Hidrotermal. *Prosiding Semirata FMIPA Institut Pertanian Bogor*, 510–517.
8. Irannejad, A., Janghorban, K., Tan, O. K., Huang, H., Lim, C. K., Tan, P. Y., Fang, X., Chua, C. S., Maleksaeedi, S., Hajezi, S. M. H., Shahjamali, M. M., & Ghaffari, M. (2011). Effect of The TiO<sub>2</sub> Shell Thickness on The Dye Sensitized Solar

- Cells with ZnO-TiO<sub>2</sub> Core Shell Nanorod Electrodes. *Internasional Journal of Electrochemical Science*, **10**, 1–6.
9. Ko, H. Y., Sub Kim, M., & Su Yu, T. (2012). Controllable Electrochemical System of ZnO Nanorod Array On Flexible ITO/PET Substrate and Their Structural and Properties. *Journal Applied Surface Science*.
10. Maddu, A., Basuki C. A., Irmansyah & Pramudito, S. (2006). Struktur dan Sifat Optik Film ZnO Hasil Deposisi dengan Teknik Spin-Coating Melalui Proses Sol-Gel. *Indonesian Journal of Materials Science*, **7**, 80–95.



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