

EFEK VARIASI SUHU ANNEALING YANG DI-DOPING BORON TERHADAP MORFOLOGI NANOROD ZnO

Maya Damayana*, Iwantono, Akrajas Ali Umar

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Kampus Bina widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

*damayanamaya.md@gmail.com

ABSTRACT

ZnO nanorods have successfully grown on the surface of FTO (Fluorine Tin Oxide) by hydrothermal method at a temperature of 90° C for 8 hours. This study was conducted to analyze the effect of variations in annealing temperature of 200°C, 250°C, 300°C, 350°C and 400°C with Boron doped of 1% to the morphology of the resulted ZnO nanorods. Samples were characterized by using the methods of Field Emission Scanning Microscope (FESEM) and Energy Dispersive X-Ray (EDX). FESEM characterization results showed that Boron-doped ZnO nanorods grew up on the surface of the FTO having hexagonal cross-sectional shape with a diameter in the range of 100-500 nm. The variation of annealing temperature produced ZnO nanorods with various diameters. The best homogeneity level sample is for 300°C. The cross-sectional FESEM images showed that nanorods ZnO height generated increased with increment of annealing temperature. EDX spectra showed that by increasing annealing temperature, the percentage of the number of atoms and weight of boron increased.

Keywords : Nanorod Zink Oxide (ZnO), doped, FESEM, EDX

ABSTRAK

Nanorod ZnO telah berhasil ditumbuhkan di atas permukaan FTO (*Flourine Tin Oxide*) dengan metode hidrotermal pada suhu 90°C selama 8 jam. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa efek variasi suhu *annealing* sebesar 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C dengan pen-*doping* boron 1% terhadap morfologi nanorod ZnO yang dihasilkan. Sampel dikarakterisasi menggunakan metode *Field Emission Scanning Microscope* (FESEM) dan *Energy Dispersive X-ray* (EDX). Hasil karakterisasi FESEM menggambarkan bahwa nanorod ZnO di-*doping* atom boron tumbuh di atas permukaan FTO dengan bentuk penampang heksagonal dengan ukuran diameter pada rentang 100-500 nm. Variasi suhu *annealing* pada sampel menghasilkan nanorod ZnO dengan ukuran diameter yang bervariasi. Tingkat homogenitas sampel terbaik diperlihatkan pada sampel 300°C. Foto tampang melintang FESEM menunjukkan bahwa nanorod ZnO yang dihasilkan meningkat dengan meningkatnya suhu *annealing*. Dari spektrum EDX terlihat bahwa dengan meningkatnya suhu *annealing* berdampak terhadap meningkatnya persentase jumlah atom dan persentase berat dari boron.

Kata Kunci : *Nanorod Zink Oksida (ZnO), doping, FESEM, EDX*

PENDAHULUAN

Salah satu bidang material yang sedang dikembangkan peneliti ialah pengembangan metode sintesis nanomaterial. Saat ini para ilmuwan juga mengembangkan nanomaterial berbasis semikonduktor. Salah satu semikonduktor yang sangat diminati adalah seng oksida (ZnO) karena, ZnO memiliki sifat optik dan sifat listrik yang baik sehingga memiliki sejumlah potensi aplikasi pada berbagai bidang (Witjaksono, 2011). Zinc Oxide (ZnO) merupakan suatu material yang sangat berpotensi untuk diaplikasikan sebagai elektroda transparan dalam teknologi sel surya, piranti *electroluminescence* dan piranti untuk pemancar ultraviolet (Abdullah et al, 2012).

Berbagai upaya untuk meningkatkan sifat optik, dan sifat listrik dari nanostruktur ZnO saat ini dilakukan dengan memodifikasi pada metode sintesis, seperti pemberian perlakuan variasi konsentrasi prekursor, suhu, pen-*doping*-an unsur logam/non logam. Berbagai perlakuan tersebut bertujuan untuk mendapatkan ukuran, struktur, morfologi, dan sifat nanostruktur ZnO yang dapat dikontrol. Tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk mensintesa dan menganalisa morfologi nanostruktur ZnO yang di-*doping* atom boron yang disintesis dengan metode hidrotermal beserta pengaruh variasi suhu *annealing* yang diberikan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penumbuhan nanorod ZnO menggunakan metode hidrotermal terdapat 2 tahapan yaitu proses pembenihan dan proses penumbuhan. Proses pembenihan diawali dengan

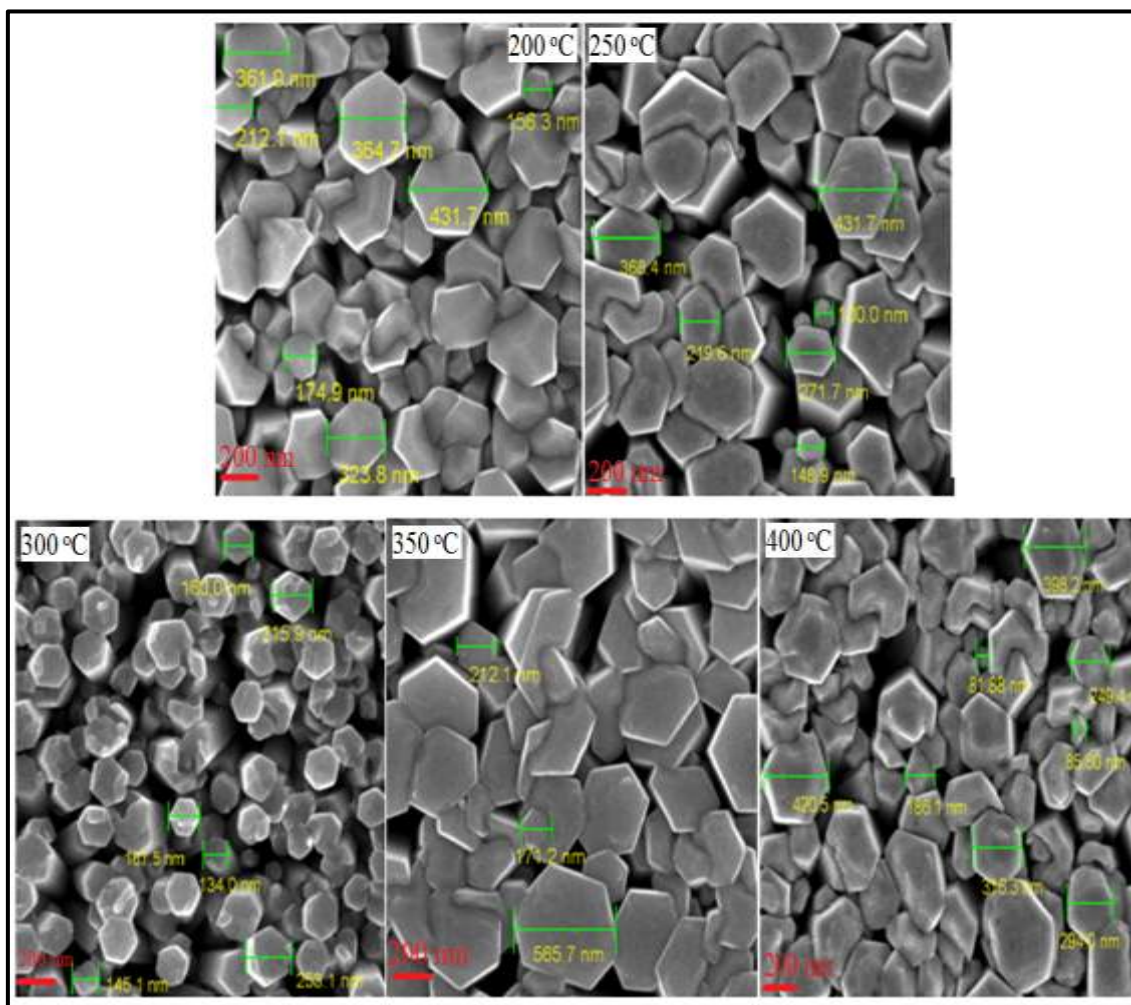
pembuatan larutan pembenih yaitu dengan melarutkan *Zink asetat dihidrat* dengan konsentrasi 0,01M (Ridha et al, 2013) ke dalam 10 mL ethanol. Selanjutnya pembenihan dilakukan dengan pendeposisian larutan pembenih ke atas permukaan FTO dengan teknik *spin coating*. Proses penumbuhan diawali dengan pembuatan larutan penumbuh yaitu dengan mencampurkan *Zinc Nitrate Hexahydrate* 0,1 M, HMT 0.1 M (Iwantonodkk, 2014b ; Soaram et al, 2014) dan 20 mL *DI Water*. Setelah semua larutan tercampur merata, maka larutan penumbuh 20 mL dibagi menjadi 10 mL pada masing-masing botol. Selanjutnya proses pen-*doping*-an diawali dengan menyiapkan larutan *doping*. Larutan *doping* dibuat dengan mencampurkan 0,1 mL boron dengan 9,9 mL *DI Water*, kemudian larutan boron dimasukkan kedalam masing-masing botol sebanyak 1% (Pawar et al, 2005). Setelah larutan tercampur merata lalu substrat yang sudah dibenihkan di masukan ke dalam larutan penumbuh dengan posisi FTO membentuk sudut 90° terhadap dinding botol. Kemudian substrat dimasukan ke dalam oven selama 8 jam pada suhu 90°C . Proses selanjutnya sampel di-*annealing* dalam *furnace* dengan variasi suhu 200°C , 250°C , 300°C , 350°C , dan 400°C selama 30 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Foto FESEM dari nanorod ZnO dengan variasi suhu *annealing* 200°C , 250°C , 300°C , 350°C , dan 400°C ditampilkan pada Gambar (1). Pada foto FESEM tersebut dapat dilihat bahwa nanorod ZnO yang di-*doping* atom boron tumbuh di atas permukaan FTO dengan bentuk penampang segi enam

(heksagonal). Perlakuan *annealing* pada sampel menghasilkan nanorod ZnO dengan ukuran diameter yang bervariasi. Tingkat homogenitas sampel terbaik diperlihatkan pada sampel dengan suhu *annealing* 300°C. Diameter nanorod yang dihasilkan lebih

seragam dengan rentang 134-253,1 nm. Diameter nanorod ZnO pada sampel dengan suhu *annealing* 200°C, 250°C, 350°C dan 400°C yaitu, secara berurut berada dalam rentang 145-431,7 nm, 100-431,7 nm, 171,2-565,7 nm dan 81,88-420,5 nm.



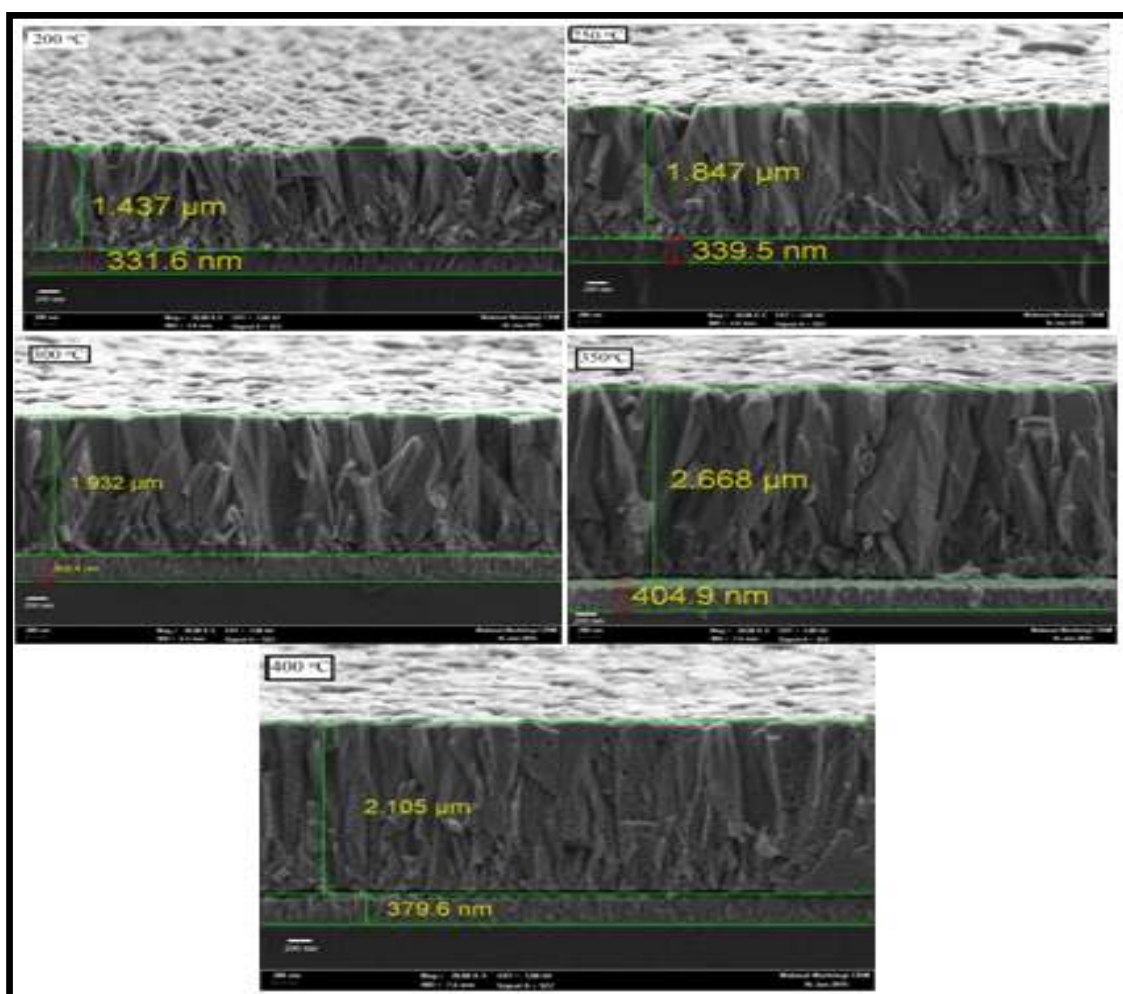
Gambar 1. Hasil pemindai FESEM nanorod ZnO yang di doping Boron dengan variasi suhu *annealing* 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C dengan perbesaran 30.000X dengan skala bar 200 nm

Kecilnya ukuran diameter, homogenya nanorod, dan tingginya densitas dari nanorod ZnO akan menghasilkan sampel yang memiliki tingkat absorpsi lebih baik dan dapat diaplikasikan pada berbagai devais. Selain memberikan

informasi terkait morfologi dari sampel, FESEM juga memberikan informasi tampak samping, sehingga ketebalan dari material yang telah ditumbuhkan dapat diukur. Gambar (2) menampilkan foto *cross-section* dari nanorod ZnO

dengan variasi suhu *annealing* di-*doping* atom boron. Foto *cross section* FESEM pada Gambar (2) menunjukkan bahwa dengan meningkatnya suhu *annealing* ZnO yang tumbuh di atas FTO semakin tinggi ukuran nanorod ZnO, hal ini dikarenakan semakin kuatnya ikatan antar atom yang tersusun dan terbuangnya unsur yang tidak diperlukan. Pada suhu *annealing* 400 °C

terjadi penurunan tinggi nanorod, penurunan ini disebabkan karena pada suhu ini kualitas kristal semakin rendah dikarenakan terjadinya penguapan pada atom Zn dan O (Zhao,X.Q. et al 2009). Menurut Roufi,D dan Roufi,T (2009) dengan variasi suhu *annealing* 300 °C, 400 °C, 500 °C menjelaskan bahwa pada suhu 300 °C absorpsinya lebih tinggi dibandingkan sampel lain.



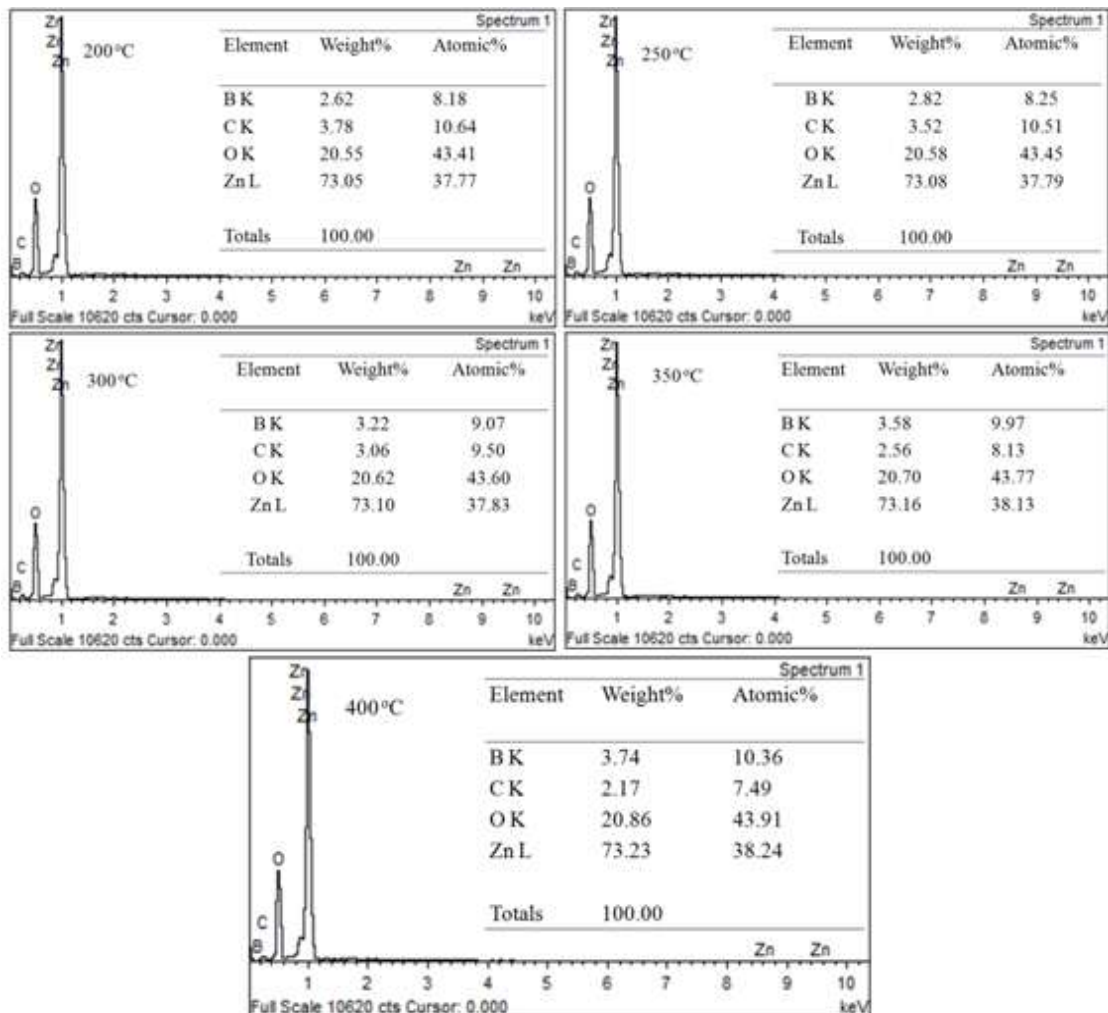
Gambar 2. Tampilan *cross-sectional* FESEM nanorod ZnO yang di-*doping* Boron dengan variasi suhu *annealing* 200°C, 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C dengan skala bar 200 nm

Gambar (3) memperlihatkan informasi terkait keberadaan unsur-unsur pada sampel melalui puncak-puncak pada spektrum EDX. Selain itu karakterisasi

EDX juga memberikan informasi mengenai persentase berat dan persentase atom komponen penyusun sampel. Dari spektrum EDX terlihat bahwa untuk setiap sampel memiliki

lima puncak untuk unsur Zn, satu puncak untuk unsur O, satu puncak untuk unsur B, dan satu puncak untuk unsur C. Unsur Zn muncul pada 1,0 keV, 8,6 keV, dan 9,6 keV, unsur O muncul pada 0,5 keV, unsur B muncul pada 0,1 keV, dan unsur C muncul pada 0,3 keV. Data tersebut dihasilkan dari semua sampel dengan variasi suhu *annealing*, artinya semua sampel menampilkan hasil yang sama, tetapi persentase berat dan jumlah atomnya berbeda. Berdasarkan data EDX, semakin tinggi variasi suhu *annealing* yang diberikan pada sampel persentase

atom boron yang dihasilkan semakin meningkat. Persentase berat yang dihasilkan unsur boron juga meningkat seiring dengan meningkatnya suhu *annealing*. Selain unsur, Zn, O, dan B pada sampel juga terlihat adanya unsur C, munculnya unsur C (karbon) pada unsur di EDX dimungkinkan karena pengaruh lingkungan dan kebersihan pada saat pembenihan dan penumbuhan. Kehadiran unsur C juga dikarenakan dari larutan-larutan pembenih dan penumbuhan nanorod ZnO yang tertinggal pada substrat (residu) (Ladanov et al, 2011).



Gambar 3. Tampilan EDX nanorod ZnO yang di-doping dengan variasi suhu *annealing* 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, dan 400°C

KESIMPULAN

Perlakuan *annealing* mempengaruhi terhadap diameter dan ketebalan sampel. Foto FESEM memperlihatkan bahwa nanorod ZnO tumbuh berbentuk heksagonal dengan ukuran diameter bervariasi. Nanorod ZnO dihasilkan lebih seragam dengan bentuk penampang sempurna dan homogen pada suhu *annealing* 300°C, dengan diameter berada pada rentang 134-253,1 nm. Sedangkan ketebalan pada sampel bervariasi. Hasil uji EDX memberikan informasi bahwa perlakuan *annealing* berpengaruh terhadap jumlah atom dan persentase berat dari atom boron. Semakin tinggi suhu *annealing* yang diberikan, maka jumlah atom dan persentase berat atom boron semakin meningkat. Suhu optimum pada nanorod ZnO yang *didoping* boron adalah suhu *annealing* 300°C. Hasil ini didukung dari karakterisasi foto FESEM, foto *cross-section* dan EDX.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2012. Pengantar Nanoteknologi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Iwantono, Anggelina, E., Taer, E., dan Taslim, R. 2014a. Sel Surya Fotoelektrokimia dengan Nanopartikel ZnO Sebagai material Aktif Elektroda Kerja dan Nanopartikel Platinum Sebagai Elektroda Lawan. Semirata, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor : 518-524.
- Iwantono, Oktorina, E., Taer, E., dan Taslim, R. 2014b. Karakterisasi dan Penumbuhan Nanopartikel Zink-Oksida (ZnO) Di Atas Substrat Padat dengan Metode Hidrotermal. Semirata, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor : 510-517.
- Khallaf H, Chai G, Lupan O, Chow L, Park S, Schulte A. 2008. Investigation of Aluminium and Indium in situ Doping of Chemical Bath Deposited CdS Thin Films. *J. Phys.d: Appl. Phys*, 41, 185304.
- Ladanov, M., Ram, M. K., Matthews, G., and Kumar, A., Langmuir, 27, 9012 (2011). American Chemical Society. Structure and Opto-Electrochemical Properties of ZnO Nanowires Grown on n-Si Substrate
- Pawar, B. N., Jadkar, S. R., Takwale, M. G. 2005. Deposition and characterization of transparent and conductive sprayed ZnO:B thin films. *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 66 : 1779–178.
- Raoufi, D. and Raoufi, T. 2009. The Effect of Heat Treatment on the Physical Properties of Sol Gel Derived ZnO Thin Films. *Applied Surface Science* 255(2009) 5812-5817.
- Ridha N. J., Mohammad, H. H. J., Umar. A. A., and Alosfur. F. 2013. Defects-controlled ZnO Nanorods with High Aspect Ratio for Ethanol Detection. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 8 ; 4583–4594.



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. 10 (1) : 81-87.

Witjaksono, A. 2011. Karakterisasi Nanokristalin ZnO Hasil Presipitasi dengan Perlakuan Pengeringan, Anil dan Pasca Hidrotermal, Tesis Metalurgi dan Material Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.

