

## KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL ZNO: STUDI EFEK PELARUT PADA PROSES HIDROTHERMAL

TOGAR SARAGI<sup>‡</sup>, YONATAN R. PURBA, SATRIA AUFFA D U, MARIA OKTAVIANI, TUTI SUSILAWATI,  
RISDIANA, AYI BAHTIAR

*Departemen Fisika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran Bandung  
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor 45363*

**Abstrak.** Telah berhasil disintesis nanopartikel ZnO (ZnO-NP) pada pelarut yang berbeda dengan metode hidrotermal. Bahan dasar yang digunakan adalah *zinc acetate dihydrate* ( $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ , Merck, 99 %), *sodium hydroxide* (NaOH, Merck), dengan pelarut *2-propanol* (Sigma Aldrich, 99%) dan ethanol. Karakterisasi optik, morfologi dan struktur kristal nanopartikel ZnO masing-masing dilakukan melalui pengukuran UV-Vis, TEM dan XRD. Dari hasil pengukuran UV-Vis diperoleh bahwa band gap ZnO-NP pada pelarut 2-propanol memiliki energi band gap yang lebih besar dibandingkan dengan sampel pada pelarut ethanol. Dari hasil pengukuran TEM diperoleh bahwa morfologi nanopartikel ZnO pada pelarut 2-propanol memiliki bentuk nano-rod (20 nm × 9 nm), sedangkan nanopartikel ZnO pada pelarut etanol lebih cenderung oval (26 nm × 15 nm). Karakteristik kristal nanopartikel ZnO pada kedua pelarut memiliki struktur kristal hexagonal wurtzite.

*Kata kunci* : *zinc oxide*, nanopartikel, hidrotermal, pelarut, band gap

**Abstract.** Zinc-Oxide Nanoparticles (ZnO-NP) were successfully synthesized by hydrothermal method in two different solvent. The starting materials is *zinc acetate dihydrate* ( $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  dissolve in different solvent of 2-propanol and ethanol. Optical characteristics, morphology and crystal structure of ZnO-NP were performed by measuring of UV-Vis, TEM and XRD, respectively. The UV-Vis measurement, it was showed that the band gap of ZnO-NP dissolve in 2-propanol has larger band gap than that of sample dissolve in ethanol. The TEM measurement, it was showed that the morphology of ZnO nanoparticles dissolve in 2-propanol has a nano-rod shape (20 nm × 9 nm), whereas the samples dissolve in ethanol has an oval shape (26 nm × 15 nm). The crystall structure of ZnO nanoparticles in solvents of 2-propanol and ethanol are all in hexagonal wurtzite.

*Keywords* : *zinc oxide*, nanoparticel, hydrothermal, solvent, band gap

### 1. Pendahuluan

ZnO merupakan material yang saat ini banyak menarik perhatian karena dapat digunakan pada berbagai aplikasi, antara lain sebagai devais mikroelektronik dan optoelektronik, katalis, pigmen maupun aditif pada kosmetik [1]. Banyak teknologi yang telah dikembangkan dalam sintesis partikel ZnO terutama untuk mendapatkan partikel dalam ukuran nanometer, salah satunya adalah dengan proses pelarutan baik menggunakan metode sol gel, hidrotermal, solvothermal maupun *self assembly* [2-4].

Metode dalam sintesis partikel nano seng oksida yang dapat mengontrol ukuran dan ketajaman partikel terdapat pada beberapa metode yang dapat digunakan antara lain adalah hidrotermal [5] Zhang dkk (2002) telah melaporkan adanya pengaruh pelarut, bahwa pelarut dapat digunakan dalam mengontrol morfologi dari permukaan suatu material yang disintesis [6]. Kanade dkk (2005) juga menyatakan bahwa pemilihan pelarut merupakan faktor kunci dalam pembentukan ukuran nano dengan kualitas yang tinggi. Pada penelitian Zhang dkk (2002), menggunakan variasi pelarut air, etilen glikol, dietilen glikol, polietilen glikol dan gliserol dalam sintesis ZnO berukuran

---

<sup>‡</sup> email : t.saragi@phys.unpad.ac.id

nano [7]. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, didapatkan permasalahan dalam penelitian ini yaitu penggunaan pelarut yang dapat mempengaruhi ukuran partikel sehingga perlu untuk dilakukan variasi pelarut.

Dalam penelitian ini akan digunakan metode hidrotermal di dalam pelarut 2-propanol untuk dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya Maria dkk (2015) yang menggunakan pelarut etanol. Komparasi ini dapat digunakan untuk pengaplikasian nanopartikel ZnO selanjutnya [8].

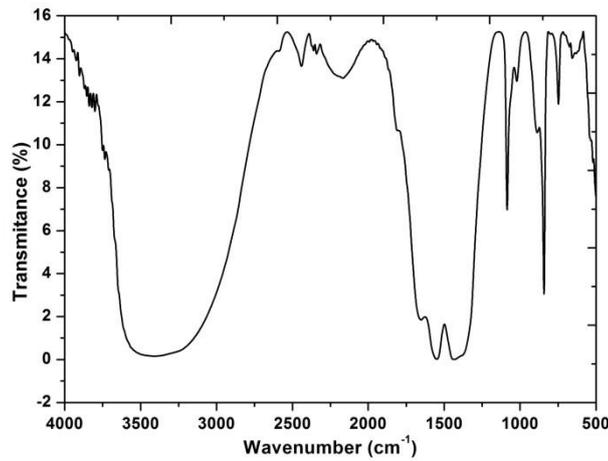
## 2. Eksperimen

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah *zinc acetate dihydrate* ( $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , Merck, 99 %), *sodium hydroxide* (NaOH, Merck), *2-propanol* (Sigma Aldrich, 99%), *n-hexane* (Merck). Masing-masing *zinc acetate dihydrate* dan *sodium hydroxide* dilarutkan pada pelarut *2-propanol* secara terpisah. Larutan I adalah zinc Acetate sebanyak 0,07 gram dan 30 ml pelarut *2-propanol* dalam teflon autoclave hidrotermal. Larutan II adalah 0,2 gram NaOH dan 20 ml *2-propanol* dalam gelas kimia. Larutan II diteteskan kedalam teflon yang berisi larutan I hingga pH mencapai 10 dan diaduk menggunakan stirer selama 15 menit. Dalam eksperimen ini dipilih pH mendekati 10 untuk memaksimalkan terbentuknya senyawa hidroksida *zinc*  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  dan  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$  bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi  $\text{OH}^-$  dalam larutan. Ketika konsentrasi  $\text{OH}^-$  lebih banyak dibandingkan dengan  $\text{Zn}^{2+}$ , hidroksida  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$  akan segera terbentuk. Hidroksida ini akan berfungsi sebagai prekursor baru untuk menghasilkan ZnO. Pada tekanan uap tertentu, senyawa hidroksida ini akan kembali larut membentuk ion  $\text{Zn}^{2+}$  dan  $\text{OH}^-$ , hingga membentuk endapan nano partikel ZnO [9]. Selanjutnya larutan dimasukkan ke dalam reaktor *autoclave* dan dipanaskan pada suhu 100 °C dengan variasi waktu mulai dari 5 jam, 10 jam, 15 jam, 20 jam, dan 25 jam. Endapan yang terbentuk setelah proses pendinginan, kemudian dicuci dengan menggunakan *n-hexane*, diikuti dengan proses sentrifugasi. Untuk mengetahui karakteristik optik, morfologi, dan ikatan-ikatan yang terbentuk pada nanopartikel ZnO masing-masing dilakukan dengan pengukuran spektroskopi UV-Vis, TEM, spektroskopi FTIR. Untuk mengetahui struktur kristal nano partikel ZnO, sampel yang terbentuk disintering pada suhu 150 C selama 30 menit dan selanjutnya dilakukan pengukuran XRD.

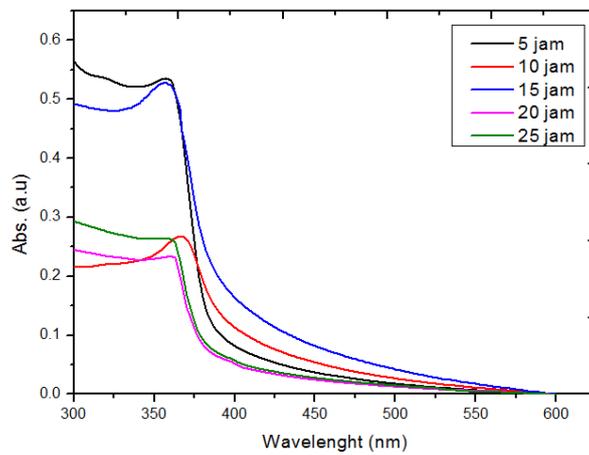
## 3. Hasil dan Pembahasan

Karakterisasi spektroskopi FTIR nanopartikel ZnO pada bilangan gelombang antara 4000  $\text{cm}^{-1}$  sampai 500  $\text{cm}^{-1}$  ditunjukkan pada Gambar 1. Dari hasil pengukuran dapat dianalisa bahwa puncak spektrum pada bilangan gelombang 1548  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan mode tekukan  $\text{OH}^-$  dari molekul air yang diserap pada permukaan ZnO. Puncak lebar yang terpusat pada 3433  $\text{cm}^{-1}$  berhubungan dengan vibrasi regangan gugus  $\text{OH}^-$  dari  $\text{H}_2\text{O}$ , yang juga mendukung keberadaan air yang terabsorb pada permukaan ZnO. Pada puncak panjang gelombang 486  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi ulur dari Zn-O [10].

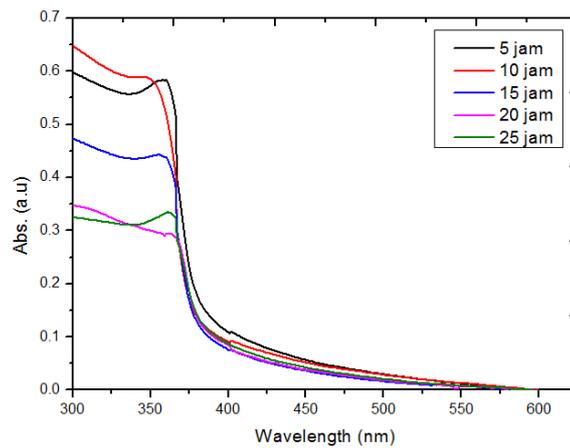
Hasil pengukuran UV-Vis sampel pada pelarut ethanol dan 2-propanol masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Dari spektrum UV-Vis Gambar 2 dan Gambar 3 diperoleh bahwa panjang gelombang *cut-off* nanopartikel ZnO terdapat disekitar 340 nm hingga 360 nm. Dengan menggunakan persamaan  $E_g = hc/\lambda_{\text{cut-off}}$ , dimana  $h$  adalah konstanta Planck ( $6,63 \times 10^{-34}$  J.s atau  $4,14 \times 10^{-15}$  eV.s), dan  $c$  adalah kecepatan cahaya dalam ruang hampa ( $3 \times 10^8$  m/s), maka dapat ditentukan energi *gap* nanopartikel ZnO. Besarnya energi *gap* nanopartikel ZnO ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Hasil pengukuran Spektra FTIR ZnO pada pelarut 2-propanol.



Gambar 2. Spektrum UV-Vis nanopartikel ZnO pada pelarut etanol.



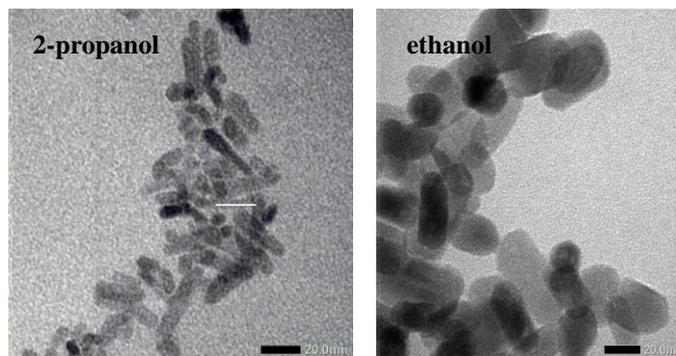
Gambar 3. Spektrum UV-Vis nanopartikel ZnO menggunakan pelarut 2-propanol

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa energi gap sampel nanopartikel ZnO yang disintesis menggunakan pelarut 2-propanol ( $\sim 3,25$  eV) memiliki nilai yang lebih besar dibanding menggunakan pelarut etanol.

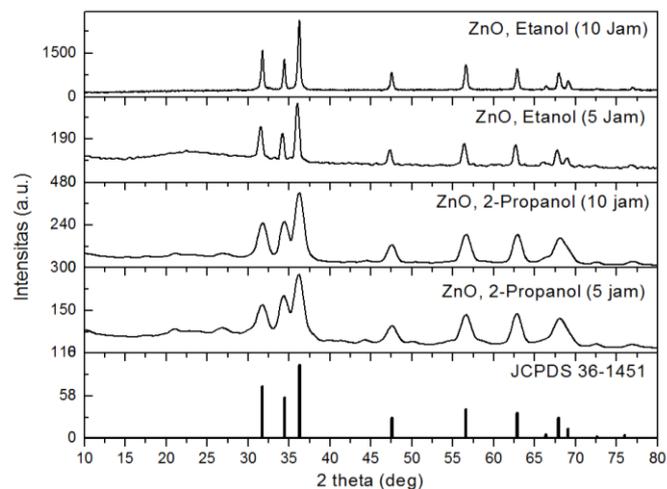
**Tabel 1.** Nilai energi *gap* tiap sampel pada pelarut 2-propanol dan etanol

No	Waktu	2-Propanol	Etanol
		E gap (eV)	E gap (eV)
1	5 jam	3,25	3,18
2	10 jam	3,25	3,15
3	15 jam	3,25	3,01
4	20 jam	3,18	3,08
5	25 jam	3,18	2,95

Hasil pengukuran TEM sampel nanopartikel ZnO yang disintesis pada pelarut 2-propanol dan ethanol ditunjukkan pada Gambar 4. Dari hasil pengukuran TEM dapat dilihat bahwa nanopartikel ZnO pada pelarut 2-propanol memiliki bentuk *nano-rod* dengan dimensi 20 nm × 9 nm yang lebih jelas (Gambar 4a) dibandingkan dengan sampel pada pelarut ethanol dengan dimensi 20 nm × 15 nm. Hal ini mengindikasikan pertumbuhan nanopartikel ke arah *nano-rod* pada pelarut 2-propanol lebih baik dibandingkan dengan pelarut ethanol.



**Gambar 4** Hasil Foto TEM sampel nanopartikel ZnO yang disintesis pada suhu 100°C selama 5 jam dengan skala pembesaran 20 nm. Sampel pada pelarut 2-propanol dengan ukuran 20 nm x 9 nm dan sampel (kiri) dan sampel pada pelarut ethanol dengan ukuran 26 nm x 15 nm (kanan).



**Gambar 5.** Hasil Pola XRD serbuk Nanopartikel ZnO dengan menggunakan pelarut 2-propanol dan etanol

Hasil pengukuran XRD nanopartikel ZnO pada pelarut 2-propanol dan ethanol ditunjukkan pada Gambar 5. Dari hasil pengukuran XRD dapat dilihat bahwa pola XRD sampel ZnO pada pelarut 2-propanol dan etanol memiliki kesesuaian dengan pola XRD JCPDS 36-1451 dengan struktur kristal *hexagonal wurtzite*. Puncak-puncak XRD nanopartikel ZnO pada 2-propanol lebih lebar dibandingkan dengan puncak-puncak XRD nanopartikel ZnO pada ethanol. Hal ini mengindikasikan bahwa kualitas kristal nanopartikel ZnO pada ethanol lebih besar dibandingkan dengan kualitas kristal nanopartikel ZnO pada 2-propanol.

#### 4. Kesimpulan

Nano partikel ZnO telah berhasil disintesis dengan metode hidrotermal pada pelarut 2-propanol dan pelarut etanol. Secara umum kristal nanopartikel yang terbentuk memiliki pola yang konsisten dengan data JCPDS:36-1451, dengan fasa kristal *heksagonal wurtzite*. Energi gap dan dimensi nano-rod nanopartikel ZnO pada pelarut 2-propanol lebih baik dibandingkan dengan pelarut etanol.

#### Ucapan terima kasih

Penelitian ini didukung melalui Program Desentralisasi Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi No. 393/UN6.R/PL/2015, 16 February 2015. DIPA No. 023.04.1.673453/2015, 14 November 2014.

#### Daftar Pustaka

1. M. Sucheai, *et al.*, *Journal of Physic:Conference Series*, **10** (2005) 147-150
2. Mitsunobuiwasaki, Yoichi Inobushi and Seishiro Ito, *Journal of Materials Science Letters*, **16** (1997) 1503-1505
3. Atulgupta, H.S. Bhatti, D. Kumar, N.K. Verma and R.P. Tandon, *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, **1** (1) (2006)1-9
4. Chaikarn Liewhiran and Sukon Phanichphant, *Sensors*, **7** (2007) 650-675
5. Ohara, S., Mousavand, T., Umetsu, M., Takami, S., Adschiri, T., Kuroki, Y., 2004. *Solid State Ionics*, 172:261-4.
6. Kanade, K.G., Kale, B.B., Aiyer, R.C., Das, B.K., 2006. Effect of solvents on the synthesis of nano-size zinc oxide and its properties. *Materials Research Bulletin*, 41, 590-600.
7. Zhang, Y., Chung, J., Lee, J., Myoung, J., Lim, S., 2011. Synthesis of ZnO nanospheres with uniform nanopores by a hydrothermal process, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 72, 1548-1553.
8. Oktaviani, M. 2015. *Sintesis Nanopartikel Zink Oksida (ZnO-NP) dengan Metode Hidrotermal*. Skripsi. Universitas Padjadjaran: Bandung.
9. A. Kolodziejczak-Radzimska, and T. Jesionowski, Zinc Oxide-From Synthesis to Application: A Review, *Materials*, Vol. 7, 2014, pp. 2833-2881.
10. Palomino, A.G.P., (2006), "Room Temperature Synthesis and Characterization of Highly Monodisperse Transition Metal-Doped ZnO Nanocrystals", *Physics*, University Of Puerto Rico, Physics, Puerto Rico.