

## SINTESIS NANOPARTIKEL ZnO DIDOPING Sn DENGAN METODE KOPRESIPITASI

**Rini Anggraini Pakpahan<sup>1)\*</sup>, Sri Utami Kholila Mora Siregar<sup>2)</sup>, Jainal Abidin<sup>1)</sup>,  
Julianto Lubis<sup>1)</sup>.**

<sup>1)</sup> Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara, Padangsidempuan, Sumatera Utara, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Graha Nusantara, Padangsidempuan, Sumatera Utara, Indonesia

\*e-mail: riniangrainipakpahan@gmail.com

(Received 13 Desember 2023, Accepted 05 Februari 2024)

### Abstract

In this research, synthesise of ZnO doped Sn nanoparticles was done by coprecipitation method. The raw material are the powder of zinc acetate dihydrate, the powder of tin (II) chloride dihydrate, HCl solution, and ammonium chloride solution. The doping of Sn powder used in concentration 0 %wt, 1 %wt, 2 %wt, 3 %wt, 4 %wt, and 5%wt. This research was done to know the effect of doping Sn toward ZnO nanoparticles structure. Structure and phase composition of ZnO doped Sn was known by XRD characterization, then Scanning Electron Microscopy (SEM) to know the morphology of ZnO nanoparticles doped Sn. The XRD patterns indicated that ZnO doped Sn nanoparticles crystallize in hexagonal Zincite structure. The crystallite size was analyzed by using Material Analysis Using Diffraction (MAUD) software and found to be in the range of 22-97 nm. The result of SEM test showed that the morphological surface of the nanoparticles was affected by Sn doping.

*Keywords: Sn doping, coprecipitation, synthesise, ZnO*

### Abstrak

Telah berhasil disintesis nanopartikel ZnO yang didoping Sn melalui metode kopresipitasi. Bahan-bahan yang digunakan adalah serbuk zinc acetate dihydrate, serbuk tin (II) chloride dihydrate, larutan HCl, dan larutan NH<sub>4</sub>OH. Serbuk Sn yang digunakan sebagai bahan dopan dengan konsentrasi 0 %wt, 1 %wt, 2 %wt, 3 %wt, 4 %wt dan 5 %wt. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dopan Sn terhadap struktur nanopartikel ZnO. Struktur dan komposisi fasa diketahui melalui uji difraksi sinar-X (XRD), sedangkan bentuk morfologi nanopartikel ZnO doping Sn diketahui melalui Scanning Electron Microscopy (SEM). Pola XRD menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO yang didoping Sn mengkristal dalam struktur hexagonal Zincite. Ukuran kristal dianalisa dengan software MAUD dan ditemukan dalam rentang 22 – 97 nanometer. Hasil uji SEM menunjukkan bahwa permukaan morfologi nanopartikel ZnO dipengaruhi oleh dopan Sn.

Kata Kunci: *doping Sn, kopresipitasi, sintesis, ZnO*

## PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu teknologi dan industry masa kini semakin marak dengan hadirnya berbagai macam penelitian dalam dunia riset internasional. Salah satunya dalam bidang teknologi material yang merupakan unsur utama dalam kemajuan teknologi. Perkembangan teknologi material yang saat ini menarik perhatian banyak peneliti dalam bidang sains adalah nanomaterial.

Nanopartikel ZnO (zinc oxide) merupakan salah satu nanomaterial semikonduktor yang termasuk dalam golongan unsur pada tabel periodik II-VI dan termasuk jenis semikonduktor tipe-n (Mahmood *et al.*, 2022). ZnO memiliki celah pita yang lebar (3,37 eV), dan telah digunakan dalam transparent conducting films, permukaan perangkat gelombang akustik, foto katalis dan perangkat-perangkat (Junlabhut *et al.*, 2014). ZnO

memiliki sifat katalitik yang tinggi dan tidak beracun (Mallika *et al.*, 2014). Selain itu, nanopartikel ZnO dapat disintesis dengan metode sederhana dan pada temperature rendah. Berbagai karakteristik yang dimiliki ZnO tersebut menjadikannya menarik untuk diteliti.

Nanopartikel ZnO banyak dikembangkan karena memiliki sifat mekanik, sifat listrik, dan optic yang dapat diaplikasikan di antaranya untuk sel surya (Zahoor *et al.*, 2021), katalis (Septiani *et al.*, 2014), film tipis pelindung UV (Raha & Ahmaruzzaman, 2022), dan lain-lain. Nanopartikel ZnO dapat disintesis dengan berbagai cara seperti spray pyrolysis (Filali *et al.*, 2015), sol-gel (Sutanto *et al.*, 2015), hidrotermal (Lestari *et al.*, 2019), dan kopresipitasi (Harsono & AR, 2017). Di antara berbagai metode tersebut, kopresipitasi merupakan salah satu metode yang menarik dilakukan karena prosesnya menggunakan suhu yang tidak terlalu tinggi dan mudah untuk mengendalikan partikel sehingga lebih efisien dalam hal waktu (Hayati & Astuti, 2015).

Metode doping merupakan metode yang dilakukan dengan menambahkan atom pengotor pada struktur bahan semikonduktor yang berguna untuk memaksimalkan sifat bahan semikonduktor tersebut. Beberapa unsur logam yang dapat dijadikan sebagai bahan dopan untuk nanopartikel ZnO antara lain Cu (Rangkuti *et al.*, 2018), Mn (Harsono & AR, 2017), Al (Mallika *et al.*, 2014), dan Sn (Junlabhut *et al.*, 2014).

Dalam penelitian ini, nanopartikel ZnO disintesis dengan metode kopresipitasi dan menggunakan bahan dopan Sn. Doping Sn diharapkan dapat meningkatkan performa nanopartikel ZnO dalam berbagai aplikasinya.

## METODE

Peralatan yang digunakan adalah neraca digital, krusibel, spatula kaca, *magnetic stirrer*, beaker glass, kertas saring *whattman* 42, kertas pH, aluminium foil, *furnace*. Bahan yang dipakai antara lain serbuk *zinc acetate dihydrate*, serbuk *tin (II) chloride dihydrate*, larutan HCl 37% sebagai pelarut, larutan NH<sub>4</sub>OH sebagai bahan pengendap, akuades, serta alkohol.

Nanopartikel ZnO doping Sn disintesis dengan menggunakan metode kopresipitasi. Proses pelarutan serbuk *zinc acetate dihydrate* dan serbuk *tin (II) chloride dihydrate* dilakukan dengan menambahkan pelarut, yaitu larutan asam klorida. Dalam penelitian ini, persentase doping timah yang digunakan yaitu 0 %wt (tanpa doping), 1 %wt, 2 %wt, 3 %wt, 4 %wt, dan 5 %wt. Perhitungan dilakukan dengan mengasumsikan bahwa massa nanopartikel ZnO didoping Sn yang diperoleh dari hasil sintesis sebanyak 2,2 gram.

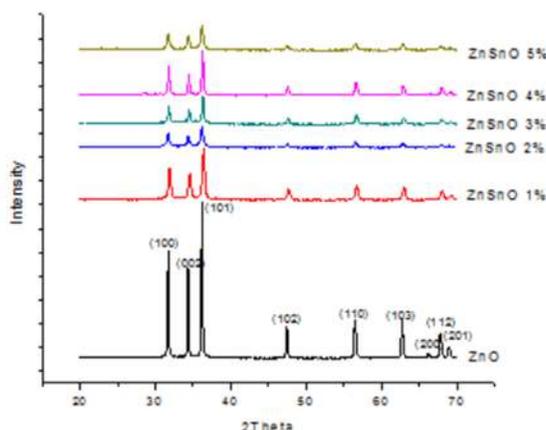
Setelah ditentukan massa masing-masing precursor, maka dilakukan penimbangan Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O dan SnCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O sesuai dengan persentase masing-masing dan membuat larutan HCl 0,5 M. Kemudian pelarutan serbuk Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O dan SnCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (0 %wt, 1 %wt, 2 %wt, 3 %wt, 4 %wt, dan 5 %wt) dalam *beaker glass* dengan menambahkan larutan HCl 0,5 M sebanyak 40 ml. Pengadukan dilakukan memakai *magnetic stirrer* berkecepatan ± 6 hingga larutan menjadi homogen. Lalu menitrasi larutan NH<sub>4</sub>OH sebagai agen pengendap dengan mengontrol pH hingga larutan bercampur. Indikator pH yang diinginkan adalah 9. Larutan yang awalnya berwarna bening berubah menjadi seputih susu. Setelah mencapai pH 9 larutan terus diaduk selama 1 jam. Kemudian dilakukan penyaringan terhadap endapan yang terbentuk dan dicuci berulang kali dengan aquades sebanyak lebih kurang 1000 ml. Tujuan pencucian dengan aquades untuk menormalkan pH endapan menjadi 7.

Hasil penyaringan dimasukkan dalam cawan petri untuk kemudian dilakukan pengeringan selama 24 jam dalam oven bersuhu 100°C. Setelah itu dilakukan proses kalsinasi dalam *furnace* bersuhu 400°C untuk pembentukan fase ZnO doping Sn murni. Struktur kristal serbuk nanopartikel ZnO doping Sn yang terbentuk dikarakterisasi melalui uji *X-Ray Diffraction* (XRD) dan bentuk morfologi nanopartikel ZnO doping Sn dapat diketahui dari uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi melalui difraksi sinar-X dilakukan menggunakan alat XRD Philips Analytical X-Ray B dengan anoda Cu ( $\lambda = 1,54056 \text{ \AA}$ ) kemudian dianalisis dengan *software* Match. Sebelum kalsinasi dengan *furnace* dilakukan juga pengujian difraksi sinar-X diperoleh fasa anorganik yang terbentuk adalah zinc oxide (ZnO) berstruktur zincite. Fasa yan terbentuk belum sepenuhnya murni tetapi masih ada impuritas yang terbentuk, yaitu fasa *hydroxyl ammonium chloride* ( $\text{NH}_3\text{OHCl}$ ). Dari hasil tersebut maka dilakukan kalsinasi dalam *furnace* bersuhu  $400^\circ\text{C}$  dalam waktu 2 jam untuk menghasilkan fasa murni.

Setelah dilakukan kalsinasi terhadap hasil sintesis nanopartikel ZnO didoping Sn, maka pola difraksi yang terbentuk dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Pola difraksi nanopartikel ZnO doping Sn setelah kalsinasi

Gambar 1 menunjukkan pola difraksi nanopartikel ZnO doping Sn dengan variasi konsentrasi dopan Sn 0 %wt, 1 %wt, 2 %wt, 3 %wt, 4 %wt, dan 5 %wt. Berdasarkan data *Powder Diffraction File* 00-079-0207 dapat diketahui bahwa fasa anorganik yang dihasilkan adalah *zinc oxide* (ZnO) yang berbentuk heksagonal dan berstruktur *zincite*. Dari gambar 1 terlihat bahwa puncak difraksi sesuai dengan database ZnO pada (100), (002), (101), (102), (110), (103), (200), (112), dan (201) yang menempati pada sudut  $2\theta = 31,68^\circ; 34,34^\circ; 36,16^\circ; 47,42^\circ; 56,43^\circ; 62,71^\circ; 66,27^\circ; 67,76^\circ; \text{ dan } 68,88^\circ$ .

Tampak juga adanya pergeseran parameter kisi yang dianalisis dengan *software Rietica*. Pergeseran parameter kisi ini menunjukkan bahwa doping Sn telah tersubstitusi pada ZnO. Pergeseran parameter kisi nanopartikel ZnO doping Sn ditunjukkan pada table 1.

**Tabel 1.** Analisis Pergeseran Parameter Kisi

Parameter	Konsentrasi Dopan Sn					
	0 %wt	1 %wt	2 %wt	3 %wt	4 %wt	5 %wt
a = b (Å)	3,201625	3,202746	3,205457	3,206863	3,208759	3,210395
c (Å)	5,128657	5,129653	5,133610	5,134017	5,137342	5,141212
$\alpha = \beta$ (°)	90	90	90	90	90	90
$\gamma$ (°)	120	120	120	120	120	120
Volume Cell	45,638567	45,666845	45,680771	45,724476	45,825143	45,889481

Berdasarkan table 1 terlihat bahwa nilai a, b, dan c semakin bertambah seiring bertambahnya konsentrasi dopan Sn sehingga menyebabkan volume *cell* semakin besar. Hal ini sesuai pula dengan jari-jari ion  $\text{Sn}^{2+}$  ( $r = 1,18 \text{ \AA}$ ) yang lebih besar daripada jari-jari ion  $\text{Zn}^{2+}$  ( $r = 0,74 \text{ \AA}$ ) menimbulkan jarak antar atom semakin renggang dan volume sel bertambah.

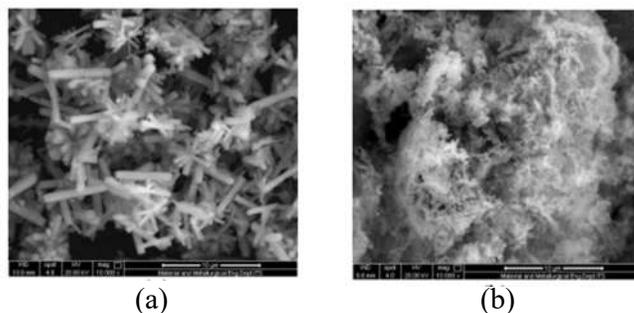
Ukuran kristal sampel ZnO didoping Sn dianalisis menggunakan *software* MAUD. Ukuran kristal nanopartikel ZnO didoping Sn dengan variasi konsentrasi dopan Sn dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Analisis Pergeseran Parameter Kisi

Konsentrasi dopan Sn	Ukuran Kristal (nm)
0 %	97
1 %	79
2 %	55
3 %	49
4 %	38
5 %	22

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa terjadi perubahan ukuran kristal dengan penambahan bahan dopan. Semakin bertambahnya dopan Sn mengakibatkan semakin kecil ukuran kristal yang terbentuk. Jari-jari  $\text{Sn}^{2+}$  ( $r = 1,18 \text{ \AA}$ ) yang lebih besar dari jari-jari  $\text{Zn}^{2+}$  ( $r = 0,74 \text{ \AA}$ ) menyebabkan ion  $\text{Sn}^{2+}$  lebih sulit menggantikan ion  $\text{Zn}^{2+}$  sehingga pertumbuhan kristal menjadi lambat dan mengakibatkan ukuran kristal semakin kecil. Besarnya ukuran kristal yang berada dalam rentang 1 – 100 nm menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk merupakan nanopartikel (Nurbayasari, et al., 2017).

Bentuk morfologi nanopartikel ZnO didoping Sn diketahui dengan pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Gambar berikut memperlihatkan hasil uji SEM nanopartikel ZnO didoping Sn.



**Gambar 2.** Hasil uji SEM nanopartikel ZnO didoping Sn dengan variasi dopan Sn (0 %wt) dan (b) 1 %wt.

Gambar 2 merupakan hasil uji SEM nanopartikel ZnO didoping Sn dengan perbesaran 20.000 kali. Berdasarkan gambar terlihat bahwa morfologi ZnO doping Sn berbentuk *nanowire*. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Kim, et al., 2013) yang menemukan ZnO doping Sn berbentuk *nanowire*. Uji SEM menunjukkan bahwa dengan penambahan doping mengakibatkan morfologinya semakin halus. Hal ini disebabkan oleh ukuran kristal yang semakin kecil dengan penambahan doping.

## KESIMPULAN

Konsentrasi dopan Sn memberikan pengaruh terhadap ukuran kristal nanopartikel ZnO doping Sn. Semakin besar konsentrasi dopan Sn yang diberikan, semakin kecil pula ukuran kristal. Hasil XRD menunjukkan fasa yang terbentuk dengan struktur kristal zincite berbentuk heksagonal. Penambahan dopan Sn meningkatkan parameter kisi dan ukuran kristal semakin

kecil. Sedangkan hasil uji SEM menunjukkan bentuk morfologi dari nanopartikel ZnO yang didoping Sn adalah nanowire.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Filali, B. E., Torchynska, T. V., Cano, A. D., & Rodriguez, M. M. 2015. Structural And Raman Scattering Studies Of ZnO Cu Nanocrystals Grown By Spray Pyrolysis. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 14(3), 781-788.
- Harsono, H., & AR, Z. J. 2017. Karakteristik Fasa Kristal Nanopartikel ZnO,70MnO,30O. Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017 (pp. E17.1-E17.3). Malang: ITN MALANG.
- Hayati, R., & Astuti. 2015. Sintesis Nanopartikel Silika Dari Pasir Pantai Purus. *Jurnal Fisika Unand*, 4(3), 282-287.
- Junlabhut, P., Mekprasart, W., Noonuruk, R., Chongsri, K., & Pecharapa, W. 2014. Characterization of ZnO:Sn nanopowders synthesized by co-precipitation method. *Energy Procedia*, 560–565.
- Kim, S., Na, S., Jeon, H., Kim, S., Lee, B., Yang, J., Kim, H., Lee, H.-J. 2013. Effects of Sn doping on the growth morphology and electrical properties of ZnO nanowires. *Nanotechnology*, 1-7.
- Lestari, V. P., Abrar, & Fathona, I. W. 2019. Sintesis Nanostruktur ZnO Dengan Metode Hidrotermal Untuk Aplikasi Sensor Gas Butana. *e-Proceeding of Engineering* (pp. 5375-5382). -: Universitas Telkom.
- Mahmood, A., Munir, T., Fakhar-e-Alam, M., Atif, M., Shahzad, K., Alimgeer, K., Gia, T. N., Ahmad, H., Ahmad, S. 2022. *Journal of King Saud University – Science*, 1-5.
- Mallika, A. N., Ramachandra Reddy, A., SowriBabu, K., & Venugopal Reddy, K. 2014. Synthesis and optical characterization of aluminium doped ZnO nanoparticles. *Ceramic International*, 12171-12177.
- Nurbayasari, R., Saridewi, N., & Shofwatunnisa. 2017. Biosintesis dan Karakterisasi Nanopartikel ZnO dengan Ekstrak Rumput Laut Hijau *Caulerpa* sp. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 19(1), 17-28.
- Raha, S., & Ahmaruzzaman, M. 2022. ZnO nanostructured materials and their potential applications: progress, challenges and perspectives. *Nanoscale Advances*, 1868–1925.
- Rangkuti, R. M., Harsono, H., & Ghufron, M. 2018. Studi Karakterisasi Sintesis Nano Partikel ZnO Menggunakan Metode Kopresipitasi dengan Varian Konsentrasi Dopping Cu. *SETRUM*, 7(2), 197-204.
- Septiani, U., Bella, I., & Syukri. 2014. Pembuatan Dan Karakterisasi Katalis ZnO/Karbon Aktif Dengan Metode Solid State Dan Uji Aktifitas Katalitiknya Pada Degradasi Rhodamin B. *J. Ris. Kim*, 7(2), 180-185.
- Sutanto, H., Wibowo, S., Hidayanto, E., Nurhasanah, I., & Hadiyanto. 2015. Synthesis Of Double Layer Thin Film ZnO/ZnO:Ag By Sol-Gel Method For Direct Blue 71 Photodegradation. *Reaktor*, 15(3), 175-181.
- Zahoor, R., Jalil, A., Ilyas, S. Z., Ahmed, S., & Hassan, A. 2021. Optoelectronic and solar cell applications of ZnO nanostructures. *Results in Surfaces and Interfaces*, 7.