

# MIKROSTRUKTUR SENG OKSIDA YANG DISINTESIS MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN ANTING-ANTING

Iis Nurhasanah\*, Nursanti Ajune Mukti, Safira Arta Paramita

<sup>1</sup>Departemen Fisika, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Sudarto, S.H. Semarang

Email:nurhasanah@fisika.fsm.undip.ac.id

## Abstrak

Cakupan aplikasi yang luas dari seng oksida telah meningkatkan produksi seng oksida menggunakan berbagai metode fisika dan metode kimia. Penggunaan bahan kimia berbahaya dalam produksi seng oksida, mendorong pemanfaatan bahan alam yang ramah lingkungan untuk mereduksi dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis seng oksida dengan memanfaatkan ekstrak daun anting-anting. Seng oksida disintesis menggunakan proses presipitasi dari campuran larutan seng nitrat dengan ekstrak daun anting-anting. Produk presipitasi dikalsinasi pada temperatur 500°C selama 3 jam. Mikrostruktur produk presipitasi dianalisis menggunakan difraksi sinar-x dan *scanning electron microscope*. Pola difraksi sinar-x menunjukkan intensitas puncak-puncak difraksi yang tajam dan tinggi mengindikasikan pembentukan material kristalinitas tinggi. Analisis parameter-parameter struktur menghasilkan nilai yang bersesuaian dengan struktur wurtzite dari seng oksida. Partikel-partikel berbentuk bulat dengan ukuran 100 nm teramati pada citra *electron microscope*. Analisis mikrostruktur mengindikasikan bahwa seng oksida kristalin berhasil disintesis. Ekstrak daun anting-anting potensial sebagai bahan alami untuk sintesis oksida logam.

**Kata kunci:** seng oksida, struktur, daun anting-anting

## Abstract

*The wide application of zinc oxide has increased the production of zinc oxide using various physical and chemical methods. The use of hazardous chemicals in the production of zinc oxide encourages the use of environmentally friendly natural materials to reduce environmental impacts. This research aims to synthesize zinc oxide by utilizing anting-anting leaf extract. Zinc oxide was synthesized using a precipitation process from a mixture of zinc nitrate solution with anting-anting leaf extract. The precipitation product was calcined at a temperature of 500°C for 3 hours. The microstructure of the precipitation products was analyzed using X-ray diffraction and a scanning electron microscope. The x-ray diffraction pattern shows sharp and high-intensity diffraction peaks indicating the formation of high crystallinity material. Analysis of the structural parameters produces values that correspond to the wurtzite structure of zinc oxide. Spherical particles with a size of 100 nm were observed in the electron microscope image. Microstructural analysis indicated that zinc oxide was successfully synthesized. Anting-anting leaf extract has potential as a natural source for the synthesis of metal oxides.*

**Keywords:** zinc oxide, structure, anting-anting.

## 1. PENDAHULUAN

Seng oksida merupakan material oksida logam yang memiliki cakupan aplikasi yang luas, karena biokompatibel dan harganya relatif murah (Prasad, dkk., 2021). Khususnya, seng oksida berbentuk serbuk banyak diaplikasikan sebagai fotokatalis, antibakteri, antikanker, antidiabetik dan antioksidan (Agarwal, dkk., 2017; Prasad, dkk., 2021; Zelekew, dkk., 2023). Oleh karena itu, berbagai metode secara fisika maupun secara kimia digunakan untuk mensintesis seng oksida dengan berbagai struktur dan morfologi. Metode kimia merupakan metode yang paling banyak digunakan karena sederhana dan relatif murah dibandingkan dengan metode fisika. Namun, bahan kimia yang digunakan sebagai pelarut, penstabil dan pereduksi dalam proses sintesis mengandung elemen-elemen yang berbahaya, sehingga akan membatasi aplikasi dari produk sintesisnya dan berdampak buruk pada lingkungan (Karthik, dkk., 2017; Prasad, dkk., 2021; Zelekew, dkk., 2023).

Saat ini, tren baru pemanfaatan bahan alam hayati yang ramah lingkungan dikemukakan sebagai salah satu strategi untuk mengurangi penggunaan bahan kimia yang berbahaya dalam proses sintesis material. Bagian tanaman yang meliputi daun, batang, akar, bunga, buah dan biji mengandung fitokimia yang dapat berperan sebagai reduktor dan penstabil dalam proses sintesis material (Agarwal, dkk., 2017; Zelekew, dkk., 2023). Proses sintesis material menggunakan ekstrak tanaman menarik untuk dikembangkan karena ekonomis, cepat, mudah dilakukan dan ramah lingkungan (Malik, dkk., 2023; Zelekew, dkk., 2023).

Dalam beberapa proses sintesis lainnya, ekstrak daun digunakan bersamaan dengan natrium hidroksida sebagai penstabil pH serta zat pereduksi untuk meningkatkan kinetika reaksi. Proses presipitasi sederhana berbasis ekstrak tumbuhan dan natrium hidroksida merupakan metode yang paling umum digunakan untuk sintesis seng oksida (Vishnukumar, dkk., 2018). Ekstrak dari berbagai daun tanaman telah

dieksplorasi untuk proses sintesis serbuk seng oksida diantaranya: *platannus orientalis* (Shaghghi, dkk., 2023), kembang sore dan daun jati (Eswari, dkk., 2022), jerangau (Puthur, dkk. 2020), anting-anting (Karthik, dkk., 2017; Vijayakumar, dkk., 2020). Anting-anting merupakan tanaman yang tumbuh di seluruh daerah tropis dan di sejumlah negara, khususnya di Afrika dan Asia (Chakraborty, dkk., 2023). Di Indonesia, anting-anting mudah ditemukan di semak-semak sebagai tanaman liar dan digunakan sebagai bahan obat tradisional.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis serbuk seng oksida dengan memanfaatkan ekstrak daun anting-anting. Berbeda dengan peneliti lain yang menggunakan seng asetat, pada penelitian ini menggunakan seng nitrat sebagai prekursor seng. Proses pembentukan seng oksida diamati dari perubahan warna yang terjadi saat reaksi. Produk sintesis berupa serbuk dikarakterisasi menggunakan difraksi sinar-X dan *scanning electron microscope* untuk menganalisis parameter struktur dan morfologi seng oksida.

## 2. METODE

### 2.1. Bahan

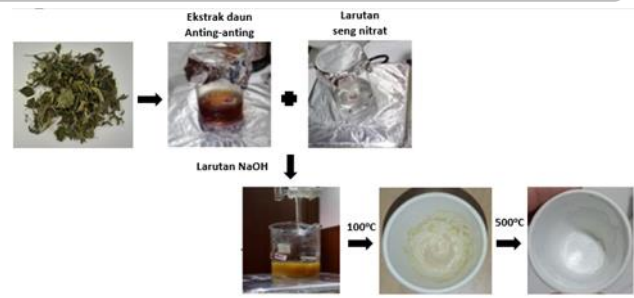
Seng nitrat heksahidrat ( $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ) (Sigma Aldrich), natrium hidroksida (NaOH) (Merck), akuabides, daun anting-anting, kertas saring Whatman.

### 2.2. Sintesis

Seng oksida disintesis menggunakan metode presipitasi sederhana dengan ekstrak daun anting-anting. Ekstrak daun anting-anting diperoleh dengan memasukkan 20 g daun anting-anting ke dalam 100 mL akuabides. Memanaskan campuran sampai mendidih, kemudian diambil ekstraknya. Larutan 0,1 M seng nitrat heksahidrat dalam akuabides dicampurkan dengan 10 mL ekstrak daun anting-anting. Campuran dipanaskan pada temperatur 60°C selama 1 jam sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik. Selanjutnya larutan natrium hidroksida diteteskan perlahan ke dalam larutan seng nitrat sampai dicapai pH 11, sehingga terbentuk endapan. Endapan disaring dan dicuci menggunakan akuades. Kemudian endapan dikeringkan pada temperatur 100°C dilanjutkan dengan proses kalsinasi pada temperatur 500°C selama 3 jam untuk mendapatkan serbuk seng oksida kristalin. Rangkaian proses sintesis diilustrasikan pada Gambar 1.

### 2.3. Karakterisasi

Produk sintesis berupa serbuk putih dikarakterisasi menggunakan difraksi sinar-X (Rigaku multiflex) dan *scanning electron microscope* (SEM) (JEOL JSM-6510).



Gambar 1. Skema proses sintesis seng oksida

### 2.4. Analisis

Struktur kristal produk sintesis dianalisis menggunakan pola difraksi sinar-X. Seng oksida memiliki struktur kristal heksagonal dengan parameter struktur yang meliputi: parameter kisi, volume sel satuan, dan panjang ikatan dihitung menggunakan Persamaan (1) sampai Persamaan (4) serta dislokasi ditentukan menggunakan Persamaan (5) (Rohmaniah & Nurhasanah, 2021 ; Kamarajan, dkk., 2023).

$$a = \frac{\lambda}{\sqrt{3} \sin \theta_{(100)}} \quad (1)$$

$$c = \frac{\lambda}{\sin \theta_{(002)}} \quad (2)$$

$$V = 0,866a^2c \quad (3)$$

$$L = \left[ \frac{a^2}{3} + \left( \frac{1}{2} - u \right)^2 c^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

$$\delta = \frac{1}{D^2} \quad (5)$$

Keterangan:

$a$  dan  $c$  = parameter kisi

$\lambda$  = panjang gelombang sinar-X

$\theta$  = sudut difraksi

$V$  = volume sel satuan

$L$  = panjang ikatan

$D$  = ukuran kristalit

Selanjutnya data difraksi sinar-X digunakan untuk mengestimasi ukuran kristalit dan regangan menggunakan metode *strain-size plot* (SSP) yang dituliskan pada Persamaan (6) (Rohmaniah & Nurhasanah, 2021).

$$(d_{hkl} \beta_{hkl} \cos \theta)^2 = \frac{K}{D} (d_{hkl}^2 \beta_{hkl} \cos \theta) + \left( \frac{\epsilon}{2} \right)^2 \quad (6)$$

Keterangan:

$K$  = konstanta

$d_{hkl}$  = jarak antar bidang

$\beta_{hkl}$  = lebar pada setengah maksimum

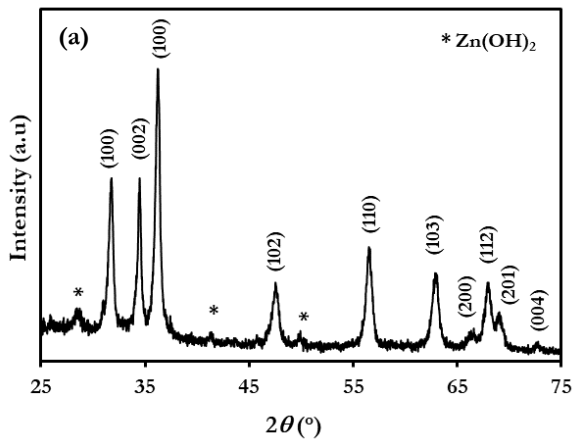
$\epsilon$  = regangan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan seng oksida menggunakan ekstrak daun anting-anting dalam proses presipitasi dapat dilihat langsung dari perubahan warna larutan kuning kecoklatan menjadi kuning keemasan (Gambar 1).

Proses tersebut menandakan pembentukan endapan seng hidroksida ( $Zn(OH)_2$ ). Selanjutnya, proses pengeringan endapan menghasilkan serbuk berwarna gading tulang dan berubah menjadi putih setelah melalui proses kalsinasi pada temperatur 500°C. Warna putih mengindikasikan bahwa seng oksida terbentuk setelah proses kalsinasi pada temperatur 500°C.

Keberhasilan pembentukan seng oksida divalidasi dengan analisis difraksi sinar-X. Gambar 2 menunjukkan pola difraksi sinar-X seng oksida dengan banyak puncak difraksi. Puncak-puncak difraksi yang tajam dan tinggi menandakan pembentukan seng oksida dengan kristalinitas tinggi. Identifikasi puncak-puncak difraksi mengungkapkan puncak-puncak bidang struktur wurzite seng oksida (JCPDS 36:1451) (Darroudi, dkk. 2014; Rohmaniah & Nurhasanah, 2021). Posisi puncak difraksi, jarak antar bidang dan FWHM untuk setiap puncak difraksi seng oksida ditabulasikan pada Tabel 1.



Gambar 2. Pola difraksi sinar-X seng oksida

Tabel 1. Data difraksi sinar-x seng oksida

JCPDS 36-1451		Penelitian ini		
(hkl)	$d_{hkl}$ (Å)	$d_{hkl}$ (Å)	$2\theta$ (°)	FWHM (°)
(100)	2,8143	2,8138	31,77	0,482
(002)	2,6033	2,6012	34,45	0,319
(101)	2,4759	2,4750	36,26	0,478
(102)	1,9111	1,9098	47,57	0,720
(110)	1,6247	1,6278	56,48	0,650
(103)	1,4771	1,4755	62,94	0,700
(200)	1,4071	1,4074	66,36	0,800
(112)	1,3781	1,3789	67,92	0,680
(201)	1,3582	1,3596	69,02	0,720
(004)	1,3027	1,3010	72,62	0,540

Selain itu, teridentifikasi puncak-puncak difraksi yang rendah selain puncak difraksi untuk struktur wurzite seng oksida. Puncak-puncak difraksi tersebut bersesuaian dengan puncak-puncak bidang  $Zn(OH)_2$

(Faheem, dkk., 2022; Top & Cetinkaya, 2015). Hal ini mengindikasikan bahwa proses sintesis dalam penelitian ini masih mengandung  $Zn(OH)_2$  yang tidak teroksidasi menjadi seng oksida ( $ZnO$ ), yang dimungkinkan karena presipitasi sampai pH 11 terlalu tinggi.

Terdapat beberapa variabel sintesis yang dapat mempengaruhi pembentukan seng oksida, yaitu konsentrasi prekursor seng, waktu reaksi, temperatur reaksi, kecepatan pengadukan dan kondisi pH presipitasi, sehingga diperlukan optimasi variabel sintesis (Shaghaghi, dkk., 2023; Xu & Wang, 2011). Oleh karena itu untuk menghilangkan impuritas  $Zn(OH)_2$  dapat dilakukan proses sintesis pada kondisi basa dengan pH yang lebih rendah. Selain itu, diperlukan optimasi temperatur kalsinasi. Meskipun proses sintesis dalam penelitian ini masih meninggalkan fase  $Zn(OH)_2$ , namun tidak berpengaruh pada struktur wurzite seng oksida yang terbentuk. Hal ini terlihat dari nilai-nilai parameter struktur wurzite yang dihitung menggunakan Persamaan (1) sampai Persamaan (4) dan dirangkumkan pada Tabel 2.

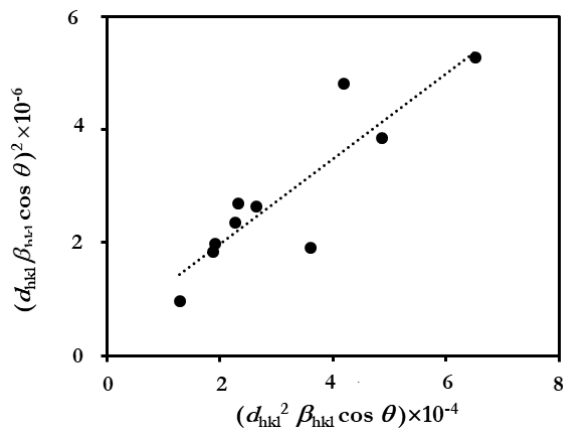
Parameter kisi  $a$  memiliki nilai yang sama dengan data acuan (JCPDS 36-1451), yaitu 3,249 Å, sedangkan parameter kisi  $c$  sedikit lebih kecil dari nilai data acuan. Hal ini menghasilkan volume sel satuan dan panjang ikatan seng oksida pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan data acuan. Namun nilai perbandingan parameter kisi  $c/a$  masih mendekati nilai ideal struktur heksagonal. Dengan demikian, seng oksida berhasil disintesis menggunakan ekstrak daun anting-anting.

Tabel 2. Parameter struktur seng oksida

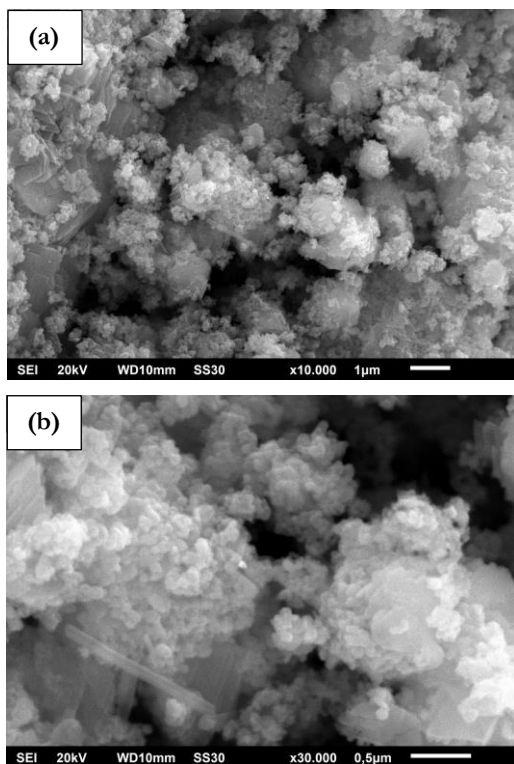
Parameter struktur	ZnO	JCPDS 36-1451
$a$ (Å)	3,249	3,249
$c$ (Å)	5,202	5,206
$c/a$	1,601	1,602
$V$ (Å <sup>3</sup> )	47,56	47,62
$L$ (nm)	1,9769	1,9774
$D$ (nm)	100	-
$\epsilon \times 10^{-4}$	1,365	-
$\delta$ (line/m <sup>2</sup> )	$10^{14}$	-

Selanjutnya, profil puncak difraksi sinar-x seng oksida dianalisis menggunakan metode SSP pada Persamaan (6). Profil pelebaran puncak difraksi berkaitan dengan ukuran kristalit dan keberadaan strain dalam material akibat ketidaksempurnaan kristal dan distorsi kisi. Gambar 3 menunjukkan size-strain plot data difraksi sinar-x seng oksida. Ukuran kristalit ditentukan dari kemiringan garis, sedangkan regangan yang ditentukan dari garis potong grafik terhadap sumbu-y. Ukuran kristalit dan regangan berturut-turut diperoleh sebesar

100 nm dan  $1,365 \times 10^{-4}$ . Regangan terjadi karena distorsi kisi di sekitar cacat kristal, seperti cacat dislokasi. Dislokasi dengan kerapatan  $10^{-14}$  line/m<sup>2</sup> diperoleh dengan memasukkan ukuran kristalit pada Tabel 2 ke dalam Persamaan (5).



Gambar 3. Size-strain plot data difraksi sinar-X seng oksida



Gambar 4. Citra SEM serbuk seng oksida dengan perbesaran (a) 10000x dan (b) 30000x

Morfologi dan ukuran partikel merupakan karakteristik penting dari seng oksida yang akan menentukan keunggulannya dalam berbagai aplikasi. Gambar 4 menunjukkan citra SEM serbuk seng oksida, tampak partikel-partikel berbentuk bola saling menempel membentuk aglomerat. Hal ini dimungkinkan terjadi karena interaksi elektrostatis antara partikel dan polarisasi partikel. Morfologi partikel dan aglomerasi yang sama teramati pula pada

seng oksida yang disintesis dari prekursor seng asetat dengan campuran ekstrak daun anting-anting (Karthik, dkk., 2017) serta prekursor seng nitrat dengan campuran ekstrak daun kembang sore dan daun jati (Eswari, dkk., 2022) dan daun *platannus orientalis* (Shaghghi, dkk., 2023). Estimasi ukuran partikel pada citra SEM dengan perbesaran 30000x pada Gambar 3(b) menunjukkan seng oksida yang tersusun oleh partikel berukuran sekitar 100 nm. Nilai tersebut sesuai dengan ukuran kristalit yang diestimasi dari analisis difraksi sinar-X.

#### 4. SIMPULAN

Pencampuran ekstrak daun anting-anting ke dalam proses presipitasi seng nitrat dapat menjadi salah satu alternatif metode sintesis seng oksida yang ramah lingkungan. Analisis mikrostruktur menunjukkan bahwa seng oksida yang terbentuk memiliki struktur wurzite dengan parameter struktur yang cocok dengan data acuan JCPDS 36-1451. Seng oksida tersusun oleh partikel-partikel berbentuk bola dengan ukuran kristalit 100 nm. Hasil penelitian menunjukkan potensi ekstrak daun anting-anting sebagai sumber alami untuk proses sintesis serbuk oksida logam.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Agarwal, H., Kumar, S.V., Rajeshkumar, S., 2017. "A review on green synthesis of zinc oxide nanoparticles – An eco-friendly approach". *Resource-Efficient Technologies* 3: 406–413

Darroudi, M., Sabouri, Z., Oskue, R.K., Zak, A.K., Kargar, H., Hamid, M.H.M.A., 2014. "Green chemistry approach for the synthesis of ZnO nanopowders and their cytotoxic effects". *Ceram. Int.* 40(3): 4827-4831.

Eswari, K.M., Asaithambi, S., Karuppaiah, M., Sakthivel, P., Balaji, V., Ponelakkia, D.K., Yuvakumar, R., Kumar, P., Vijayaprabhu, N., Ravi, G., 2022. "Green synthesis of ZnO nanoparticles using *Abutilon Indicum* and *Tectona Grandis* leaf extracts for evaluation of anti-diabetic, anti-inflammatory and in-vitro cytotoxicity activities". *Ceram. Int.* 48: 33624–33634.

Faheem, M., Siddiqi, H.M., Habib, A., Shahid, M., Afzal, A., 2022. "ZnO/Zn(OH)<sub>2</sub> nanoparticles and self-cleaning coatings for the photocatalytic degradation of organic pollutants". *Front. Environ. Sci.* 10: 965925.

Kamarajan, G., Anburaj D.B., Porkalai, V., Muthuvel, A., Nedunchezian, G. 2022. "Green synthesis of ZnO nanoparticles using *Acalypha indica* leaf extract and their photocatalyst degradation and antibacterial activity". *J. Indian Chem. Soc.* 99:100695.

Karthik, S., Siva, P., Balu, K.S., Suriyaprabha, R., Rajendran, V., Maaza, M., 2017. "*Acalypha indica*–

mediated green synthesis of ZnO nanostructures under differential thermal treatment: Effect on textile coating, hydrophobicity, UV resistance, and antibacterial activity". *Adv. Powder Technol.* 28: 3184–3194.

- Malik, A.Q., Mir, T.G., Kumar D., Mir, I.A., Rashid, A., Ayoub, M., Shukla, S., 2023. "A review on the green synthesis of nanoparticles, their biological applications, and photocatalytic efficiency against environmental toxins". *Environ. Sci. Pollut. Res.* 30: 69796–69823.
- Prasad, A.R., Williams, L., Garvasis, J., Shamsheera K.O., Basheer, S.M., Kuruvilla, M., Joseph, A., 2021. "Applications of phytogenic ZnO nanoparticles: A review on recent advancements". *J. Mol. Liq.* 331: 115805.
- Puthur, S., Raj, K.K., Anoopkumar, A.N., Rebello, S., Aneesh, E.M., 2020. "Acorus calamus mediated green synthesis of ZnO NPs: A novel nano antioxidant to future perspective". *Adv. Powder Technol.* 31: 4679–4682.
- Rohmaniah, S. & Nurhasanah, I., 2021. "Influence of the calcination temperature on the formation of precipitated ZnO:Ce nanocrystal by employing ultrasound irradiation". *J. Phys. Conf. Ser.* 1943: 012020.
- Shaghaghi, Z., Mollaei, S., Amani-Ghadim, A.R., Abedini, Z., 2023. "Green synthesis of ZnO nanoparticles using the aqueous extract of *Platanus orientalis*: Structural characterization and photocatalytic activity". *Mater. Chem. Phys.* 305: 12790.
- Top, A. & Çetinkaya, H., 2015. "Zinc oxide and zinc hydroxide formation via aqueous precipitation: Effect of the preparation route and lysozyme addition". *Mater. Chem. Phys.* 167: 77-87.
- Vijayakumar, S., Arulmozhi, P., Kumar, N., Sakthivel, B., Kumar, S.P., Praseetha, P.K., 2020. "Acalypha fruticosa L. leaf extract mediated synthesis of ZnO nanoparticles: Characterization and antimicrobial activities". *Mater. Today: Proc.* 23: 73-80.
- Visnukumar, P., Vivekanandhan, S., Misra M., Mohanty, A.K., 2018. "Recent advances and emerging opportunities in phytochemical synthesis of ZnO nanostructures". *Mater. Sci. Semicond. Process.* 80: 143-161.
- Xu, S. & Wang, Z.L., 2011. "One-Dimensional ZnO Nanostructures: Solution Growth and Functional Properties". *Nano Res.* 2011, 4(11): 1013–1098.
- Zekekew, O.A, Haitosa, H.H, Chen X., Wu, Y.N., 2023. "Recent progress on plant extract-mediated biosynthesis of ZnO-based nanocatalysts for environmental remediation: Challenges and future outlooks". *Adv. Colloid Interface Sci.* 317: 10293.