

**BIOSINTESIS LAPISAN TIPIS SENG OKSIDA (Zno) DOPING  
MAGNESIUM (Mg) MENGGUNAKAN EKSTRAK TEMU KUNCI  
(BOESENBERGIA PANDURATA) : VARIASI KONSENTRASI Zno**

Siti Nurlyana<sup>1</sup>, Lalu Suhaimi\*<sup>1</sup> dan Rita Desiasni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi, Fakultas, Universitas, Negara Teknik Metalurgi, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral,  
Univeristas Teknologi Sumbawa

[lalu.suhaimi@uts.ac.id](mailto:lalu.suhaimi@uts.ac.id)

**ABSTRAK**

ZnO merupakan salah satu material yang banyak dikembangkan oleh peneliti karena sifatnya yang unik seperti fotokatalitik, elektrik, optik, dan antibakteri. Biosintesis ZnO nanostruktur menggunakan ekstrak temu kunci dengan metode *spin coating* di atas substrat kaca telah berhasil dilakukan. Proses diawali dengan pembuatan larutan bibit dengan konsentrasi ZnO sebesar 0,5 mol dan 0,75 mol, pada temperatur 60°C dengan kecepatan 1000 rpm selama 1 jam dengan penambahan doping Magnesium. Selanjutnya, pembuatan lapisan bibit dengan teknik *spin coating* yang diulangi sebanyak 5 kali untuk hasil lapisan bibit yang optimum. Lapisan tipis ZnO nanostruktur ditumbuhkan dengan metode *solution immersion* selama 4 jam pada temperatur 90°C. Diperoleh ukuran rata-rata butir ZnO pada variasi konsentrasi ZnO 0,5 mol adalah 16,05 nm dan konsentrasi 0,75 mol adalah 29,12 nm. Karakterisasi dilakukan menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*). Hasil analisis pola XRD memperlihatkan bahwa dari masing-masing sampel struktur kristal ZnO yaitu heksagonal. Pada masing-masing sampel puncak difraksi terbentuk pada  $2\theta$ ; 31,66°; 34,36°; 36,14°; 56,51° yang masing-masing bersesuaian dengan bidang kristal (100), (002), (101), dan (110). Hasil perhitungan ukuran kristal menggunakan persamaan Debye Scheer's menunjukkan hasil dari ukuran kristalit mengalami kenaikan dari variasi konsentrasi ketiganya yaitu masing-masing sebesar 35,9 nm dan 43,47 nm, dan menunjukkan ZnO thin film pada perlakuan variasi konsentrasi ZnO memiliki puncak absorbansi relatif kuat masing-masing yaitu pada variasi konsentrasi 0,5 mol sebesar 215 nm dan variasi konsentrasi 0,75 mol sebesar 240 nm.

**Kata kunci:** ZnO; Biosintesis; XRD; Temu kunci

**ABSTRACT**

*ZnO is a material that has been developed by many researchers because of its unique properties such as photocatalytic, electrical, optical, and antibacterial. Biosynthesis of nanostructured ZnO using fingerroot extract with spin coating method on glass substrate has been successfully carried out. The process begins with preparing seed solutions with ZnO concentrations of 0.5 mol and 0.75 mol, at a temperature of 60°C at a speed of 1000 rpm for 1 hour with the addition of doped Magnesium. Furthermore, the preparation of seed layers with the spin coating technique was repeated 5 times for optimum seed coating results. ZnO nanostructured thin films were grown by immersion solution method for 4 hours at 90°C. The average grain size of ZnO at 0.5 mol ZnO concentration was 16.05 nm and 0.75 mol was 29.12 nm. The characterization was carried out using XRD (X-Ray Diffraction). The results of the XRD pattern analysis showed that the ZnO crystal structure of each sample was hexagonal. In each sample the diffraction peak is formed at  $2\theta$ ; 31.66°; 34.36°; 36.14°; 56.51° which correspond to the crystal planes (100), (002), (101), and (110) respectively. The results of calculating the crystal size using the Debye Scheer's equation show that the crystallite size has increased from the concentration variations of the three, namely 35.9 nm and 43.47 nm respectively, and shows that ZnO thin films in the treatment of ZnO concentration variations have relatively strong absorbance peaks respectively. -each, namely at a concentration variation of 0.5 mol of 215 nm and a variation of 0.75 mol concentration of 240 nm.*

*Keywords: ZnO; Biosynthesis; XRD; Key Intersection*

## PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan yang sering terjadi adalah pencemaran air oleh limbah hasil industri. Tingkat tercemarnya air limbah di Indonesia setiap tahunnya semakin meningkat sehingga dibutuhkan alternatif untuk mencegah dan mengurangi pencemaran limbah yang disebabkan oleh produksi pabrik industri, limbah pertambangan dan yang lainnya. Salah satu yang bisa dilakukan dengan memanfaatkan sifat fotokatalis dari suatu material. Material yang bisa digunakan salah satunya dari sifat fotokatalis semikonduktor (Suchaya et al., 2016). Material semikonduktor yang menarik perhatian adalah seng oksida (ZnO). Seng Oksida (ZnO) merupakan material yang bersifat semikonduktor dengan logam yang tipe-n golongan II-VI. ZnO dengan lebar energi band-gap (3,37 eV) merupakan senyawa semikonduktor yang cocok pada rentang panjang gelombang pendek untuk aplikasi optoelektronik. ZnO banyak dikembangkan para peneliti karena sifat – sifatnya yang unik seperti fotokatalitik, elektrik, optik, dan antibakteri (Cao et al., 2021; Gao & Li, 2009; Kolodziejczak-Radzimska & Jesionowski, 2014; Nohavica & Gladkov, 2010).

Fabrikasi yang dilakukan pada pembentukan ZnO oleh para peneliti masih menggunakan metode fisika dan kimia. Namun, kedua metode fabrikasi lapisan tipis ZnO tersebut memiliki kekurangan diantaranya beracun, kurang ekonomis, dan berbahaya bagi lingkungan hidup karena penggunaan bahan kimia yang berlebihan. Oleh karena itu, banyak yang mengembangkan dengan metode biosintesis. Metode ini digunakan karena memiliki kelebihan seperti ramah lingkungan, harga yang ekonomis, bersih, tidak beracun, dan menghasilkan nanopartikel dengan karakteristik yang baik. Penelitian yang telah berhasil dilakukan oleh Rabiatuladawiyah dkk, pada tahun 2021 biosintesis nanostruktur dengan ekstrak pandan (*Pandanus amaryllifoliusdaun*) berhasil menunjukkan ZnO nanostruktur berbentuk nanorods.

Salah satu tumbuhan yang bisa digunakan dalam biosintesis ZnO nanostruktur adalah temu kunci dan penggunaannya belum banyak diteliti. Menurut Shankar dkk., (2004), senyawa–senyawa metabolit sekunder yang berperan dalam biosintesis nanopartikel antara lain seperti flavonoid dan triterpenoid. Temu kunci mengandung diantaranya senyawa fenolik berupa molekul tunggal atau campuran dan mengandung struktur molekul fenol, asam tanat, asam galat, lignin, dan flavonoid. Senyawa dengan golongan fenolik dapat digunakan sebagai pereduksi dan penstabil pada sintesis nanopartikel.

Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa doping dengan logam atau non-logam yang selektif terhadap elemen memberikan metode efektif untuk meningkatkan sifat optic, struktural, dan morfologi ZnO. Salah satu elemen yang digunakan secara khusus adalah magnesium (Mg), karena ion  $Mg^{2+}$  memiliki jari-jari ionik sebesar 0,65 Å. Ukuran ini hampir sama dengan jari-jari

ion  $Zn^{2+}$  yang sebesar 0,74 Å. Dengan demikian, ketika  $Mg^{2+}$  ditambahkan ke dalam ZnO, tidak terjadi perubahan yang signifikan dalam ukuran kristal struktur ZnO wurtzite. Oleh karena itu, diharapkan bahwa penggantian ion Zn dengan ion  $Mg^{2+}$  dalam struktur kristal ZnO akan meningkatkan sifat optiknya.(Hashim et al., 2017).

Dibeberapa penelitian yang berkaitan dengan biosintesis ZnO ini ada beberapa hal yang mempengaruhi seperti variasi waktu, variasi temperatur, variasi doping dan yang lainnya. Namun di dalam penelitian ini yang digunakan yaitu konsentrasi pada ZnO. Berdasarkan penelitian Shofwatunnisa dkk pada tahun 2019 peran konsentrasi di dalam biosintesis sangat menentukan kekentalan larutan bibit. Konsentrasi yang digunakan memiliki interval sebesar 0,05 mol, 0,1 mol dan 0,15 mol yang menghasilkan ukuran krsital yang besar dan nilai kristanilitas paling baik.

Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan biosintesis ZnO menggunakan ekstrak temu kunci (*Boesenbergia Pandurata*) dengan menggunakan variasi konsentrasi ZnO yang lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yaitu 0,5 mol dan 0,75 mol, Penggunaan ekstrak temu kunci (*Boesenbergia Pandurata*) yang bertujuan untuk menghasilkan lapisan tipis dari ZnO nanostruktur dengan dilakukan doping Magnesium (Mg) diatas substrat kaca dengan metode *spin coating*. Karakterisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan XRD. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui ukuran butir kristal dari lapisan ZnO yang dihasilkan dengan metode biosintesis menggunakan ekstrak temu kunci doping Magnesium (Mg).

## METODOLOGI

Temu kunci (*Boesenbergia pandurata*) dalam bentuk bubuk kering ditimbang sebanyak 300 gram menggunakan timbangan analitik. Kemudian di larutkan dengan menggunakan aquadest sebanyak 900 ml. Bubuk temu kunci yang sudah dilarutkan kemudian diaduk dan didiamkan selama 1 hari. Setelah dilakukan proses penyaringan, didapatkan ekstrak temu kunci yang akan digunakan pada penelitian ini. Larutan bibit dibuat dengan cara melarutkan  $(Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O)$  1 M dengan larutan ekstrak temu kunci. Pembuatan larutan bibit dengan variasi konsentrasi ZnO sebesar 0.5 mol dengan berat 6,5 gram dan 0,75 mol dengan berat 9,804 gram  $(Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O)$  dengan 50 ml larutan ekstrak temu kunci untuk menghasilkan larutan bibit. Setelah itu larutan yang sudah di campurkan di *stirrer* menggunakan *hotplate stirrer* pada kecepatan 1000 rpm dengan suhu 150° C. Setelah larutan mencapai suhu 60° C, maka dilakukan penambahan NaOH 0,5 M agar terjadi perubahan pH pada larutan bibit yang akan dibuat yaitu pada pH 9. Larutan yang sudah mencapai pH 9 selanjutnya dilakukan proses doping dengan menambahkan Mg (Magnesium) dengan konsentrasi Mg yang digunakan yaitu 0.5% wt. Setelah ditambahkan doping mg, larutan di *stirrer* selama 30 menit.

Larutan bibit yang telah dibuat selanjutnya digunakan pada proses pembuatan lapisan tipis dengan menggunakan metode *spin coating*. Substrat kaca yang digunakan berukuran 2,5mm x 2,5mm dan 3 x 3 mm. Substrat kaca yang telah disiapkan selanjutnya diletakkan pada mesin *spin coating* dan ditetesi dengan larutan bibit sebanyak 10 tetes. Kemudian substrat diputar dengan mesin *spin coating* pada kecepatan 500 rpm selama 20 detik. Setelah itu substrat kaca di *annealing* menggunakan *hotplate stirrer* pada suhu 150° C selama 10 menit. Proses pembuatan lapisan tipis diulangi sebanyak 5 kali.

Setelah proses pembuatan lapisan tipis dilakukan, selanjutnya dilakukan proses *growing* atau pertumbuhan lapisan tipis nanostruktur ZnO. Sampel yang telah dilapisi bibit nanostruktur ZnO direndam kedalam larutan bibit selanjutnya dimasukan kedalam *furnace* dengan suhu 90° C selama 4 jam. Sampel yang telah ditumbuhkan selanjutnya dikarakterisasi SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengamati mikrostruktur permukaan lapisan tipis, sedangkan untuk mengetahui struktur kristalnya menggunakan karakterisasi XRD (*X-Ray Diffraction*) dan Spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui puncak gelombang absorbansi dari sampel pada panjang gelombang tertentu.

Pengujian fotokatalis dilakukan dengan menambahkan 0.5 gram serbuk *methylene blue* dalam 1000 mL aquades, larutan ini akan dijadikan larutan induk. Sebanyak 20 mL larutan induk dipipet dan diencerkan dengan aquades hingga batas 1 L sehingga didapatkan *methylene blue* dengan konsentrasi 10 ppm. Setelah dibuat larutan kemudian ditambahkan substrat kaca yang telah dilakukan pertumbuhan bibit larutan ZnO dengan variasi konsentrasi ZnO masing-masing. Kemudian disinari dengan bantuan sinar matahari selama 6 jam dengan variasi penyinaran 0 jam, 2 jam, 4 jam, dan 6 jam untuk mengetahui perubahan warna yang terjadi pada larutan *methylene blue* tersebut.

## PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisi hasil-hasil temuan penelitian dan pembahasannya secara ilmiah. Berdasarkan hasil analisis, pola XRD memperlihatkan bahwa puncak difraksi yang terbentuk pada masing-masing sampel merupakan struktur kristal berupa heksagonal. Pada sampel dengan variasi konsentrasi ZnO yaitu 0.5 mol dan 0,75 mol puncak difraksi terbentuk pada 2 $\theta$ ; 31,66°; 34,36°; 36,14°; 56,51 yang masing-masing bersesuaian dengan bidang kristal (100), (002), (101), dan (110). Hasil pola XRD dari memperlihatkan juga puncak difraksi dari sampel dengan perlakuan variasi konsentrasi ZnO memperlihatkan perbedaan intensitas puncak yang cukup berbeda Hasil perhitungan ukuran kristal menggunakan persamaan Debye Scheer's menunjukkan hasil dari ukuran kristal mengalami kenaikan dari variasi konsentrasi ketiganya yaitu masing-

masing sebesar 35,9 nm dan 43,47 nm. Hasilnya menunjukkan bahwa kristalinilitas sampel meningkat dengan bertambahnya konsentrasi dari variasi ZnO. Pada penelitian Shofwatunnisa (2019) melaporkan bahwa nilai kristalinilitas yang diperoleh akan semakin meningkat seiring dengan rendahnya konsentrasi ZnO yang digunakan. Hasil yang memiliki nilai kristalinilitas paling baik adalah pada variasi konsentrasi 0,5 mol.

Hasilnya ZnO berbentuk spherical dan terjadi aglomerasi pada masing-masing variasi. Perhitungan ukuran butir dilakukan menggunakan *software ImageJ*. Diperoleh ukuran rata-rata butir ZnO pada variasi konsentrasi ZnO 0,5 mol adalah 16,05 nm dan konsentrasi 0,75 mol adalah 29,12 nm. Hal ini sesuai dengan data analisis XRD, semakin tinggi konsentrasi ZnO yang di doping Magnesium akan lebih banyak kristalit menumpuk satu sama lain sehingga membentuk ukuran butir yang semakin besar.

Spektrometri UV-Vis digunakan untuk mengukur sifat optik pada suatu material. Pada gambar tersebut menunjukkan ZnO thin film pada perlakuan variasi konsentrasi ZnO memiliki puncak absorbansi relatif kuat masing-masing yaitu pada variasi konsentrasi 0,5 mol sebesar 215 nm dan variasi konsentrasi 0,75 mol sebesar 240 nm. Hal ini menunjukkan nanostruktur ZnO memiliki absorbansi pada daerah pada daerah ultraviolet. Selain nilai absorbansi, sifat optik lain yang dikaji dalam penelitian ini adalah nilai celah pita energi (*E<sub>g</sub>*). Berdasarkan persamaan Tauc Plot nilai *energy gap* yang dihitung dari lapisan ZnO pada variasi konsentrasi ZnO 0,5 mol adalah 3,35 eV dan konsentrasi ZnO 0,75 mol adalah 3,65 eV

## KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapat dari penelitian dengan judul “Biosintesis Lapisan Tipis Seng Oksida (Zno) Doping Magnesium (Mg) Menggunakan Ekstrak Temu Kunci (*Boesenbergia Pandurata*) : Variasi Konsentrasi Zno” adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisis pola XRD dilakukan menggunakan *software* Origin diperoleh puncak difraksi ZnO dengan struktur kristal heksagonal, dan ukuran kristal pada variasi 0,5 mol adalah 35,9 nm dan variasi 0,75 mol adalah 43,47 nm
2. Hasil analisis SEM menunjukkan bentuk morfologi ZnO di atas substrat kaca berbentuk *spherical* dan terjadi aglomerasi pada masing-masing variasi. Ukuran rata-rata butir ZnO pada variasi konsentrasi ZnO 0,5 mol adalah 16,05 nm dan variasi konsentrasi 0,75 mol adalah 29,12 nm .
3. Hasil analisis UV-Vis menunjukan nilai absorbansi relatif tinggi pada variasi 0,5 mol

dengan gelombang 215, variasi 0,75 mol dengan panjang gelombang 240 nm, dan variasi 1 mol 250 nm dengan nilai *Energy gap* pada variasi 0,5 mol adalah 3.35 eV dan variasi 0,75 mol adalah 3,65 eV

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cao, Y., Alijani, H. Q., Khatami, M., Bagheri-baravati, F., Iravani, S., & Sharifi, F. (2021). K-doped ZnO nanostructures : biosynthesis and parasitocidal application. *Journal of Materials Research and Technology*, 15, 5445–5451. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.10.137>
- Gao, W., & Li, Z. (2009). Nanostructures of zinc oxide. *International Journal of Nanotechnology*, 6(3–4), 245–257. <https://doi.org/10.1504/IJNT.2009.022917>
- Hashim, N. H., Subramani, S., Devarajan, M., & Ibrahim, A. R. (2017). Properties of undoped ZnO and Mg doped ZnO thin films by sol-gel method for optoelectronic applications. *Journal of the Australian Ceramic Society*, 53(2), 421–431. <https://doi.org/10.1007/s41779-017-0051-9>
- Kolodziejczak-Radzimska, A., & Jesionowski, T. (2014). Zinc oxide-from synthesis to application: A review. *Materials*, 7(4), 2833–2881. <https://doi.org/10.3390/ma7042833>
- Nohavica, D., & Gladkov, P. (2010). ZnO nanoparticles and their applications – new achievements. *2010 Nanocon*, 100, 1–3.
- Sucahya, T. N., Permatasari, N., & Nandiyanto, A. B. D. (2016). REVIEW: Fotokatalisis untuk Pengolahan Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(1), 1–15. <http://dx.doi.org/10.36055/jip.v6i2.430>